МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту
«____» _____ 2024
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА СТРОКУ ЗБЕРІГАННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 26-ма
спеціальності 201 Агрономія
Сельодкін Тарас Олегович

Керівник:
доктор сільськогосподарських наук, доцент
Дрозд Ольга Олександрівна

Умань – 2024

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
Розділ 1 Технологічні властивості зерна пшениці спельти залежно від удобрення та строків зберігання в Правобережному Лісостепу (огляд літератури)	5
Розділ 2 Характеристика об’єкту дослідження	16
Розділ 3 Умови і методика проведення досліджень	17
Розділ 4 Формування технологічних властивостей зерна пшениці спельти залежно від удобрення та строків зберігання	20
Розділ 5 Економічна ефективність	38
Розділ 6 Охорона праці та навколишнього природного середовища	40
Висновки	41
Список використаних джерел	42
Додатки	49

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження.Зернові культури в харчуванні людини забезпечують 40–75 % загального споживання вуглеводів. Серед провідних сільськогосподарських культур пшениця посідає чільне місце і є основою харчового раціону населення багатьох країн.

Пшениця – одна з основних злакових культур, зерно якої є продуктом харчування для майже половини населення світу, забезпечує 20 % потреби білка, необхідного для здорового харчування людини. Вирішити проблему виробництва рослинного білка, цінного для хлібопекарського й кондитерського виробництва, можна використанням зерна малопоширених видів, інтрогресивних, міжвидових сортів і ліній пшениць [7, 25, 30].

У стратегії повноцінного харчування людей важливу роль відіграє оптимальний баланс поживних речовин. Серед пріоритетних сільськогосподарських культур, пшениця посідає чільне місце і є основою харчового раціону населення багатьох країн. У задоволені біологічної потреби в рослинному білку важлива роль належить пшениці спельті, значення якої у майбутньому зростатиме завдяки високій екологічній пластичності та здатності формувати врожай на ґрунтах, де не вирощують пшеницю м’яку.

Пшениця спельта є перспективною культурою для переробки, оскільки цінні мікронутрієнти рівномірно розподілені в зернівці, тоді як у сучасних сортів пшениці м’якої вони знаходяться в оболонці, алейроновому шарі та зародку. Білок її відрізняється вищим вмістом гліадину та нижчим глютеніну, що робить клейковину слабкою, проте вона краще засвоюється організмом людини. Тому вивчення технологічних властивостей зерна пшениці спельти залежно від удобрення та строків зберігання є актуальним і практично значимим.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено технологічну оцінку зерна пшениці спельти залежно від удобрення та строків зберігання. Встановлено, що:

– енергія проростання зерна пшениці спельти становить 87–90 % залежно від варіанту удобрення При зберіганні впродовж 30 і 90 днів показник енергії проростання найбільший і становить 98–99 %. При подальшому зберіганні цей показник зменшується. Найбільший вплив мають удобрення N_{120} та $P_{60} + N_{120}$.

– найвища схожість зерна до зберігання та зберігання зерна пшениці спельти впродовж 30 та 90 діб –99 % і не змінюється залежно від варіанту удобрення.

– найбільший вплив на масу 1000 зерен, натуру зерна, вміст білка та клейковини зумовлює внесення добрив N_{120}, $N_{60} + N_{60}$; $N_{a\,60} + N_{60}$.

– зберігання зерна збільшує масу 1000 зерен, натуру, вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти;

– результати регресійного аналізу вказують на дуже високий кореляційний зв’язок між вмістом клейковини та білка у зерні пшениці спельти ($R^2 = 0,94$).

– індекс деформації клейковини істотно не змінюється і становить 100–108 од. п. залежно від строків зберігання та варіанту удобрення, що відповідає III групі якості клейковини незадовільно слабка.

– в процесі зберігання кислотність зерна збільшується і становить 3,4–4,1 град і не змінюється залежно від варіанту удобрення.

Апробація результатів роботи. Основні результати проведених досліджень доповідались і обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС (м. Умань, 2023–2024 рр.).

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА СТРОКІВ ЗБЕРІГАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Характеристика зерна пшениці спельти

Одним із напрямків підвищення виробництва зерна пшениці з високим вмістом білка є вирощування малопоширених її видів.

За даними FAO, нині у світі через дефіцит мікронутрієнтів (особливо заліза, цинку та вітамінів) страждає три мільярди осіб, тобто понад 40 % населення світу [36].

Зерно пшениці містить велику кількість мікроскладових, вміст яких в інших продуктах мінімальний. До таких належать фенольні кислоти, антоціанідини, хінони, флавоноли, халькони, флавонони, амінофенольні сполуки, токофероли, токотриеноли, оризаноли, каротиноїди, лігніни, β-глюкани, інулін, бетаїн. Ферулова кислота переважно міститься лише в зерні злакових культур. Але зерно пшениці спельти щільноколосої та ефіопської містить значно більше цих сполук порівняно з пшеницею м’якою [10, 50, 45].

Саме тому в світі йде активний «пошук», відродження, покращення та впровадження у виробництво «античних злаків» – забутих зернових. Одним із таких видів є пшениця спельта [34] .

Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) це гексаплоїдний вид пшениці, є одним із найдавніших видів роду *Triticum,* посіви якої тривалий час домінували на полях. На основі стародавньої пшениці спельти були виведені всі сучасні високоврожайні сорти пшениці з високим потенціалом урожайності, толерантні до збудників хвороб та екстремальних погодних умов [4, 49, 56].

Варто звернути увагу на урожайність пшениці спельти. Вона дещо нижча за урожайність традиційних м’яких пшениць і загалом становить 70–80 % від врожайності звичайної пшениці в тих самих умовах. Єдиним представником

серед спельт, що відрізняється від інших, є сорт Європа, в якому робота селекціонерів була зосереджена на врожайності й цей показник доведено до 90,0 %. Це свідчить про перспективи селекції [1, 51].

Якість зерна пшениці є індивідуальним, комплексним та інтегральним показником, який відображає взаємодію сортових особливостей культури, умов вирощування, збирання, зберігання та перероблення. Харчова цінність пшениці в першу чергу залежить від хімічного складу зерна, зазвичай від вмісту білків і амінокислот. Технологічні властивості зерна також залежать від вмісту клейковинних білків, які визначають хлібопекарські властивості борошна. Пшениця спельта є малодослідженим видом. Відомо, що вона є високобілковою культурою [12, 45].

Пшениця спельта помітно присутня на органічному ринку, саме тому поширена думка про її інертність до сприйняття мінеральних добрив. Цей погляд є хибним. Своєю реакцією на підкормку спельта нічим не відрізняється від звичайної пшениці, й, показуючи високу якість продукту при органічній системі (за відсутності добрив), *Triticum spelta* L. має потенціал для ще кращих показників при інтенсивній технології вирощування.

Пшениця спельта не вимоглива до умов вирощування, завдяки чому поширена в органічному землеробстві більшості країн Західної Європи і США. Зокрема, у Німеччині, Бельгії, Швейцарії, Франції, Іспанії нині її вирощують на площі понад 100 тис. га. Спельта здатна витримувати навіть гірські ґрунти, збіднені на елементи живлення, оскільки її коріння виділяє більш кислі ексудати порівняно із пшеницею м’якою [28, 47].

Зерно пшениці спельти знаходиться в колосках, тому потребує звільнення від плівок. Крім того, таке зерно може повністю або частково вимолочуватись чи бути плівковим. Порівняно з пшеницею м’якою, зернівка пшениці спельти має товщі оболонки, які менш щільно прилягають до алейронового шару. Проте її борозенка широка, сягає близько половини поперечного розрізу ендосперму та відносно велика у верхній частині. Для отримання продовольчого зерна спельта потребує окремої процедури – вимолочення зерна (позбавлення

плівок), для чого використовуються спеціальні відцентрові машини. Вагома її перевага також у тому, що зерно не осипається, рослина не вилягає за достатнього мінерального живлення, а тому зазвичай не потребує застосування ретардантів й має високу стійкість проти надмірного зволоження в період кущіння за значної кількості атмосферних опадів [3, 20, 36, 53].

Пшениця спельта добре переносить низькі температури на різних стадіях розвитку, що дає змогу проводити посів із більш широким часовим діапазоном – від початку вересня до кінця листопада (якщо дозволяє погода) в умовах лісостепу, а це, у свою чергу, дає можливість вчасно скористатися осінніми опадами, які в останні сезони бувають нестабільними.

Відновлення інтересу до плівчастих пшениць у країнах ЄС та США, пов’язане з їх високою харчовою цінністю, придатністю до низькозатратного органічного землеробства та в якості генетичного ресурсу для селекції [5, 78, 85]. Значний інтерес саме до спельти в багатьох країнах Європи обумовлений рядом причин, серед яких виділяють вищу врожайність цієї культури, порівняно з іншими плівчастими пшеницями. Зокрема, спельта дає до 1,5 разів більш високі урожаї, ніж полба [27, 53, 54].

За технологічними властивостями борошно з зерна пшенці спельти найбільш подібне до борошна з традиційної м’якої пшениці. Проте спельта, поряд з високим вмістом білка, привертає до себе увагу наявністю великої кількості резистентного крохмалю, клітковини, каротиноїдів та антиоксидантів [7, 8, 37].

Плівчасті пшениці краще за голозерні поглинають мінеральні речовини з ґрунту, тому їх зерна мають більш багатий хімічний склад порівняно з сучасними сортами [10, 57]. Іншою відмінною ознакою таких пшениць є рівномірний розподіл поживних речовин в зерні. Білок та мінеральні речовини у плівчастих пшеницях знаходяться як в перших трьох шарах зернівки – плодовій, насіннєвій, алейроновому шарі так і в центральному ендоспермі. У м’якої пшениці цінні компоненти зосереджені у перших двох шарах, а ендосперм містить в основному крохмаль. Тому в результаті розмелу зерен

напівдиких пшениць, поживні нутрієнти майже не втрачаються та переходять у борошно. Поживні речовини стародавніх пшениць мають високий рівень розчинності, тому вони легше та швидше засвоюються організмом [9, 55]. Але лише спельта та полба становлять інтерес для хлібопекарської галузі. Хлібобулочні вироби, виготовлені з борошна однозернянки мають дуже низьку якість. А це, поряд зі зниженою врожайністю стародавньої культури, робить її не цікавою для цієї галузі. Нині, з пшениці спельти виготовляють здебільшого крупи [5, 44, 58, 60].

Усі плівчасті пшениці відрізняються від традиційної м'якої високим вмістом білку. За вмістом основних поживних речовин у зерні, можна простежити залежність вмісту основних поживних речовин зерна від рівня плоїдності пшениць та їх генотипу. Так, гексоплоїдна м'яка пшениця значно поступається за вмістом білку, ліпідів та мінеральних речовин тетраплоїдній полбі та диплоїдній однозернянці. Гексаплоїдні спельта та м'яка пшениця відмінні лише за генотипом, тому їх хімічний склад має менші відмінності та в ряді досліджень не відрізняються один від одного за вмістом жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів [35, 46].

Незважаючи на істотно вищу вартість виробів зі стародавніх пшениць, населення Європи надає перевагу саме цим продуктам харчування, оскільки вважається, що вони сприяють зміцненню імунної системи організму та посиленню його захисних сил проти алергенних білків, оскільки організм стає до них менш сприйнятливим [14, 38].

Закордонні вчені ведуть селекційні роботи по виведенню нових сортів плівчастих пшениць покращеної якості, намагаючись зберегти підвищену харчову цінність зернових культур та надаючи їм поліпшені агроботанічні характеристики [59, 60].

У пшениці спельти досить високі якісні показники. Особливо це стосується вмісту протеїну (до 25,0 %) та клейковини (до 50,0 %). Це дає змогу використовувати борошно зі спельти як окремо для виготовлення хлібобулочних та макаронних виробів, так і як поліпшувач до низькоякісного

борошна У зерні пшениці спельти майже ідеально поєднано необхідні для людського організму вітаміни, мінеральні елементи, білки, вуглеводи і жири. Порівняно з пшеницею м’якою, вона багатша на білки, ненасичені жирні кислоти і харчові волокна [8, 39, 51]. Що стосується амінокислотного складу, то спельта в середньому має на 50 % вищий, ніж у м’якої пшениці, показник кількості кожної амінокислоти, а клітковини – на 10 %.

За даними [33] вміст мікроелементів заліза, цинку, міді, нікелю, за винятком кобальту і хрому, в зерні пшениці спельти сорту Зоря України у 1,7–2,8 рази вищий, порівняно з пшеницею м’якою сорту Подолянка(табл. 1).

Таблиця 1

Вміст мікроелементів в зерні і борошні пшениці спельти, мг/кг

Елемент	Пшениця м'яка (сорт "Подолянка")		Пшениця спельта (сорт"Зоря України")	
	зерно	борошно	зерно	борошно
Fe	24,20	8,50	53,50	48,70
Zn	19,40	8,90	55,60	50,10
Cu	2,15	1,13	3,29	2,54
Co	0,90	0,22	0,63	0,58
Cr	0,82	0,45	0,21	0,15
Ni	0,91	0,52	1,59	1,33

Органічні речовини, що містяться в спельті, мають високий рівень розчинності, тому легко й швидко засвоюються організмом людини [8, 45, 50].

У її зерні містяться особливі розчинні вуглеводи – мікополісахариди, що здатні зміцнювати імунну систему, знижувати рівень холестерину та регулювати процеси згортання крові. Слід зазначити, що пшеницю спельту цінують не лише за високі якісні показники, а й за відмінні смакові властивості. Вона використовується у хлібопекарстві, виготовленні круп, макаронів і в дитячому харчуванні. Борошно з пшениці спельти має унікальні смакові якості та високий вміст вітамінів, а випечений хліб, завдяки високій водоутримувальній здатності, довго не черствіє [18, 37, 50, 60].

Хлібопекарські якості зерна пшениці залежать від кількості та якості клейковини в ньому. Для пшениці спельти характерний високий вміст клейковини в зерні, але вона, на жаль, слабка, тому її борошно частіше використовується як домішка під час випікання хліба. Зерно пшениці спельти найбільш придатне для виробництва круп. Запах і смак каші з цих круп'яних продуктів яскраво виражені, колір світло-кремовий, консистенція розсипчаста. Каша добре розжовується, не хрустить, має приємну консистенцію [15, 40, 45, 59].

Суттєвою перевагою зерна цієї культури, порівняно з генетично близькою до неї пшеницею м'якою, є значно менший вміст білка – глютену, який викликає в людини хворобу целіакію, до якої чутливий майже один відсоток населення. Цей білок важливий у харчуванні людини, оскільки містить у своєму складі незамінні амінокислоти. Він складається з двох фракцій: глютеїнової і гліадинової, із яких лише остання викликає непереносимість глютену. Проблема полягає в тому, що кишковий сік деяких людей не містить ферментів, здатних перетравлювати гліадинову фракцію цього білка. У складі ж клейковини зерна спельти гліадинової фракції значно менше, ніж в аналогічному білку пшениці м'якої [9, 39, 40].

Швейцарські науковці встановили, що всі харчові продукти, отримані з пшениці спельти (хліб, макарони, крупи) сприяють укріпленню імунної системи. Це обумовлено наявністю в зерні особливих розчинних вуглеводів – мікополісахаридів. До того ж в зерні містяться практично всі поживні речовини, які так потрібні людині. Вони рівномірно розміщені в зернівці, тому борошно з пшениці спельти зберігає поживну цінність навіть за досить тонкого розмелювання. Особливо цінне оббивне борошно, від якого не відбирають висівки [44, 60].

У Німеччині з нестиглого «зеленого» висушеного зерна готують національну страву грюнкорн, на Закавказзі цінують перлову крупу не з ячменю, а з пшениці спельти. Це не випадково, бо у спельті амінокислот і вітамінів на 20–60 % більше, ніж у м'якій пшениці, а перетравність шлунком

білка спельти перевищує 80 %. Високі хлібопекарські властивості спельти було оцінено ще на початку XX століття, що привернуло увагу вчених, виробників і особливо лікарів-дієтологів. Вона є цінною зерновою культурою для дієтичного харчування, тому ціна на зерно пшениці спельти досить висока, що, безперечно, в умовах ринкових відносин викликає інтерес до її вирощування [4, 16, 41].

1.2 Вплив удобрення на технологічні властивості зерна

Ріст і розвиток рослин пшениці залежить від забезпечення світлом, водою і елементами живлення. Вивчення основних механізмів і закономірностей реакції рослин на оптимальні і суб-оптимальні умови цих чинників мають важливе значення для розроблення стратегій управлінням врожайністю, а також для підвищення ефективності використання ресурсів в умовах їх дефіциту. Природні особливості зерна, що вимагають різних прийомів і режимів переробки, а також здатність зерна давати готові продукти в певній кількості й певної якості при відповідних витратах енергії в сукупності становлять технологічні властивості будь-якого зерна, і пшениці в тому числі. Технологічні властивості зібраного зерна пшениці тісно пов’язані з удобренням в період вегетації рослини [29, 38, 41].

Пшениця спельта є малодослідженим видом. Вона є високобілковою культурою. Попит на високоякісне зерно пшениці, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках досить великий, а вирощувана в Україні пшениця високої якості не покриває потреб навіть внутрішнього ринку. Тому актуальним є вивчення питання оптимізації живлення й удобрення пшениці спельти з урахуванням сортогенетичних і органоутворюючих особливостей [9, 55].

Одним із способів підвищення якості зерна є застосування добрив, особливо азотних.

Пшениця спельта, як високобілкова культура, добре реагує на застосування азотних добрив. Найвищі показники якості зерна забезпечує

внесення на тлі $P_{60}K_{60}N_{60}$ напровесні, у фазах кущіння та виходу в трубку по N_{30} і у фазу молочної стиглості проведення позакореневого підживлення карбамідом (30 кг/га д. р.) [3, 60].

Виявлено [17], що залежно від сорту та удобрення, пшениця спельта характеризується зміною маси 1000 зерен (32,5–44,4 г), натури (725–739 г/л) і склоподібності зерна (77–83 %).

Застосування мінеральних добрив – один з найважливіших заходів у технології вирощування пшениці спельти, що забезпечує підвищення врожайності та якості зерна. Застосування 90–120 кг/га діючої речовини азотних добрив у підживлення пшениці спельти зменшує натуру зерна з 753 до 718 г/л, проте підвищує його склоподібність[7, 42, 57].

Майже на всіх ґрунтах пшениця потребує сумісного застосування азотних, фосфорних і калійних добрив, але в різних співвідношеннях. Але рослини пшениці спельти за внесення високих доз азотних добрив вилягають, що негативно впливає на формування її продуктивності. Тому цю культуру слід вирощувати після парових попередників без застосування азотних добрив. Лише за умови вирощування на ґрунтах важкого гранулометричного складу доцільно вносити 30–60 кг/га д. р. азотних добрив [30, 48].

У дослідженнях Ширинян М.Х., Леплявченко Л.И [63] встановлено, що підживлення різних сортів пшениці спельти азотними добривами підвищує вміст білка та клейковини у зерні. При цьому в складі білка найбільше зростає частка гліадину порівняно з іншими фракціями. Це зазвичай сприяло формуванню еластичнішого тіста та зниженню об’єму хліба.

Ефективність застосування азотних добрив залежить від генетичних особливостей сорту [6].

Трирічний досвід обробітку показав, що, в середньому, за три роки приріст врожаю (1,2 т / га) дав варіант внесення N_{60} навесні, N_{30} у фазі кущіння і N_{30} під час формування флангового листа. На цієї ділянці спельта мала частку білка в зерні більше 23% і клейковину 46%. Найкращим попередником для полби є кукурудза на силос, зернобобові, сидерати [2].

Дослідженнями встановлено [10], що застосування азотних добрив роздрібно по 25 кг/га д. р. підвищувало масу 1000 зерен з 48,1 г до 48,8 г, а вміст білка – з 12,7 % до 13,1 %.

Мала кількість наукових публікацій свідчить, що в умовах Правобережного Лісостепу вплив удобрення на технологічні властивості зерна пшениці спельти вивчено недостатньо, що зумовлює необхідність проведення досліджень.

1.3 Вплив строків зберігання на технологічні властивості зерна

Зберігання зерна – один із найважливіших етапів, що визначає якість зерна під час переробки і якість насіння під час висівання. Воно може надавати як позитивний вплив в результаті післязбирального достигання, так і мати негативні наслідки, призводячи, під дією різних чинників, до зниження якості зерна. Особливо важливий показник, що характеризує стан зернової маси при зберіганні, це температура зернової маси. Так, при зниженні температури зерна до 8...12 °С збільшується допустимий вміст вологи зерна, яке може безпечно зберігатися певний період. Найбільш надійним способом зберігання зерна спельти є металеві зерносховища [18, 53, 56].

Технологічні методи і механізми враховують, що зерно – це живий організм, під час дихання воно втрачає вагу в результаті процесу дисиміляції (розпаду і перетворення) органічних речовин, цукрів. Цей процес безпосередньо пов’язаний з температурою і вологістю маси зерна і, відповідно, впливає на якість і стан зернової маси при зберіганні. Відомо, що, чим вище температура, тим інтенсивніше процес дихання, особливо, в теплу пору року. Як наслідок – відбувається самозігрівання з інтенсифікацією втрати ваги і, відповідно, вартості зерна [1, 32, 49].

Сучасні технології якісного зберігання зерна передбачають повний комплекс захисту зернової маси в цілому і зерна пшениці спельти зокрема, фокусуючись на забезпеченні умов, основні з яких: температура, вологість,

термін зберігання. Сукупність внутрішніх біохімічних процесів, що відбуваються у свіжозібраному зерні називають процесом післязбирального достигання. В середньому цей процес триває 1,5–2 місяці. Суть і загальна спрямованість процесу післязбирального достигання полягає в завершенні формування високомолекулярних біохімічних сполук, утворення яких і характеризує повну фізіологічну стиглість [16, 43, 50].

В Україні не розроблено окремих умов зберігання зерна пшениці спельти. В цьому випадку використовують загальноприйняті умови зберігання зернової маси пшениці спельти (ДСТУ 3768:2019). Якість зерна будь-якої пшениці в цілому і спельти також змінюється залежно від тривалості зберігання [54].

Зміни у зерні під час зберігання залежать від якості вихідної сировини та умов зберігання. Враховуючи те, що зерно пшениці спельти має значно більший вміст протеїну (на 25%) та клейковини (до 50 %), ніж зерно традиційних сортів м’якої пшениці, необхідно для свіжозібраного врожаю створити належні умови зберігання, щоб зернова маса не змінювала якісні показники. Висока вологість, неналежна температура чи доступ повітря у зерносховищі провокують поширення мікроорганізмів, що в результаті спричинює захворювання зернової маси [29, 36, 40, 45].

Перед закладкою на зберігання, це є особливістю пшениці спельти, потрібно не тільки очистити зерно від домішок та просушити, але і провести додаткову процедуру вимолочення зернівок (позбавлення лусок) за допомогою спеціальних відцентрових машин. У разі зберігання пророслого або пошкодженого клопом-шкідливою черепашкою зерна вміст білка та клейковини зменшується [33, 52].

За умови зберігання зерна в негерметичній тарі з нерегульованою температурою вміст білка, клейковини та склоподібність не змінюються. Проте індекс деформації клейковини після 30 діб зберігання знижується, число падання та об’єм хліба зростають [51, 60].

Так, у дослідженнях науковців [4, 41, 52] число падання збільшувалось від 259 с перед закладанням на зберігання до 291 с після 12 місяців зберігання.

Вміст клейковини також збільшувався від 21,6 до 30,0–31,5 % за зберігання впродовж 1–6 місяців, а в деяких сортах не змінювався.

У процесі зберігання зерна традиційної м’якої пшениці відбувається зміцнення клейковини і, як результат, поліпшення його хлібопекарських властивостей. Процес формування якості комплексу клейковини у зерні пшениці озимої продовжується 225–270 діб. Режим зберігання зерна в цей період не має значного впливу на зміну його якості [5, 45].

Проведений огляд літератури, свідчить, що вплив тривалості зберігання на формування технологічних властивостей зерна пшениці спельти вивчений недостатньо, що визначає актуальність обраної теми.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пшениця спельта *(Triticum spelta L.)* є одним із найдавніших видів роду *Triticum* з геномом AuBD, посіви якої тривалий час домінували на полях. На основі стародавньої спельти були виведені всі сучасні високоврожайні сорти пшениці з високим потенціалом урожайності, толерантні до збудників хвороб і екстремальних погодних умов. Пшениця спельта є малодослідженим видом. Відомо, що вона є високобілковою культурою.

Вирізняється зерном з невимолочуваними плівками, ламкістю колоса, цегляно-червоним або блідим забарвленням, невибагливістю.

На відміну від інших сортів пшениці, спельта має 42 хромосоми. А полба має лише 28 хромосом.

Дослідження технологічних властивостей зерна пшениці спельти залежно від удобрення та строків зберігання проводили в лабораторії «Оцінки якості зерна та зернопродуктів» кафедри харчових технологій Уманського НУС. Для досліджень взято зерно пшениці спельти сорту Європа, вирощеного після попередника горох.

Добрива вносили у вигляді аміачної селітри, сульфату амонію, суперфосфату гранульованого та калію хлористого. Площа дослідної ділянки – 72 м^2, облікової – 40 м^2. Повторність досліду триразова, розміщення ділянок послідовне. Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджеень проводили відповідно з методичними рекомендаціями [50].

Зберігали зерно пшениці спельти без доступу повітря за нерегульованого температурного режиму в сухому стані (вологість при закладанні на зберігання 13,0–13,5 %) у герметичних поліетиленових рукавах, в умовах звичайного сховища, режим зберігання в охолодженому стані створювали в холодильній камері КХС-2-6м за відносної вологості повітря 55–60 %.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для забезпечення послідовності проведення досліджень було розроблено загальну схему досліджень, представлену на рис. 3.1.

Схема досліду з вивчення впливу удобрення живлення пшениці спельти та термінів зберігання на технологічні властивості зерна представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Схема досліду

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	+	+	+	+	+	+
$P_{60} + N_{120}$	+	+	+	+	+	+
$K_{60} + N_{120}$	+	+	+	+	+	+
$P_{60}K_{60}$ – фон	+	+	+	+	+	+
Фон + N_{120}	+	+	+	+	+	+
Фон + N_{60} + N_{60}	+	+	+	+	+	+
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	+	+	+	+	+	+

Державним стандартом України 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» не передбачено аналізування насіння пшениці спельти. Міжнародною асоціацією з контролю за якістю насіння ISTA встановлені вимоги та методика визначення посівних якостей цієї культури [6]. Зазначимо, що методика аналізу схожості та енергії проростання пшениці м’якої за ДСТУ 2240-93 [25] збігається з аналогічною методикою ISTA для пшениці спельти.



Рис. 3.1 Схема досліджень

Схожість та енергію проростання визначали у відсотках до загальної кількості взятого на пророщування насіння, як середнє між чотирма пробами. Для визначення цих показників з фракції чистого насіння відбирали підряд чотири проби по 100 насінин і пророщували їх у чашках Петрі між фільтрувальним папером. Чашки Петрі розміщували у термостатах, де

підтримували температуру близько 20°С. За проростанням насіння спостерігали щоденно протягом 7 днів. Схожість виражали відсотковим відношенням кількості насіння, що проросло, до загальної кількості висіяного. Через три дні пророщування визначали енергію проростання, а через 7 – лабораторну схожість.

У зерні пшениці спельти визначали вологість – ДСТУ 29144:2009; масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89 , натуру зерна – за ГОСТ 10840–64; вміст білка за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини та її якість – за ДСТУ ISO 21415-1:2009, вмісту клейковиноутворювальних білків (гліадин + глютенін) та вологість клейковини; кислотність – ГОСТ 26971–86.

Залежність між технологічними властивостями зерна пшениці спельти залежно від варіанту удобрення та тривалості зберігання визначали методом кореляційного (Multiple Regression, Correlation matrices) та дисперсійного (ANOVA) аналізів за допомогою програм Microsoft Office 2010 [12, 56].

Для оцінювання тісноти зв’язку між показниками, що вивчалися, використовували коефіцієнт кореляції якщо він дорівнює одиниці, то зв’язок повний; якщо становить 0,66–0,99 – зв’язок сильний; якщо він знаходиться в межах 0,33–0,66 – середній; якщо коефіцієнт кореляції менший за 0,33 – зв’язок слабкий [26].

Економічну ефективність розраховували, враховуючи витрати на зберігання та реалізаційні ціни 2024 р. Математичну обробку даних проводили, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Office 2016».

РОЗДІЛ 4
ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА СТРОКІВ ЗБЕРІГАННЯ

Показниками якості посівного матеріалу є чистота, схожість, посівна придатність, енергія проростання, маса 1000 зерен, натура зерна, вирівняність, пошкодженість шкідниками та вологість зерна [3, 29].

Кількість насіння, що проросло за перші 3–4 дні, показує його енергію проростання. Насіння, яке швидко і дружно проростає, має високу енергію проростання. Насіння, що має високу енергію проростання, дає дружні сходи, які менше пригнічується бур'янами і більше стійкі проти несприятливих умов [52]. Для кожної сільськогосподарської культури встановлено стандартом час обліку енергії проростання та схожості [4, 37].

У результаті проведених досліджень встановлено, що динаміка енергії проростання зерна пшениці спельти змінювалась залежно від тривалості зберігання та удобрення (табл. 1, додаток А, рис. А 1).

Таблиця 4.1

Динаміка енергії проростання зерна пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	87	99	98	96	92	88
$P_{60} + N_{120}$	89	99	99	98	95	90
$K_{60} + N_{120}$	89	99	99	98	95	90
$P_{60}K_{60}$ – фон	87	99	99	95	92	87
Фон + N_{120}	90	99	99	98	95	90
Фон + N_{60} + N_{60}	89	98	99	98	95	90
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	89	99	99	98	96	91
$НІР_{05}$	*4,7*					

До зберігання цей показник становив 87–90 % залежно від варіанту удобрення і найбільшим був за внесення $N_{120.}$ Так, при зберіганні впродовж 30 і 90 днів енергія проростання була найбільшою і становила 98–99 %. При подальшому зберіганні цей показник зменшувався і найменшим був при внесенні $P_{60}K_{60}$ і становив 95 % при зберіганні впродовж 180 днів, 92 % – 270 днів, 87 % – 360 днів.

Схожість – найважливіший показник якості насіння, її визначають за кількістю нормальних проростків, які з'явилися через 7 діб пророщування (для пшениці спельти) [3]. Вона значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування, системи удобрення [3, 5]. Від схожості насіння залежить його посівна якість. Відповідні норми встановлені у всіх польових культур. Схожість насіння обумовлює густоту посіву і рівномірність розподілу стеблостою.

Встановлено, що схожість зерна пшениці спельти мала відмінний результат (табл. 4.2, додаток, рис.).

Таблиця 4.2

Динаміка схожості зерна пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	99	99	99	97	88	81
$P_{60} + N_{120}$	99	99	99	98	89	84
$K_{60} + N_{120}$	99	99	99	98	89	82
$P_{60}K_{60}$ – фон	99	99	99	97	89	82
Фон + N_{120}	99	99	99	98	89	83
Фон + N_{60} + N_{60}	99	99	99	98	89	82
Фон + $N_{a\,60}$ + N_{60}	99	99	99	98	89	81
$НІР_{05}$	*4,7*					

Так, до зберігання та зберігання зерна пшениці спельти впродовж 30 та 90 діб цей показник становив 99 % і не змінювався залежно від удобрення. При зберіганні зерна впродовж 180 діб схожість зерна зменшилась на 1–2 % залежно від удобрення. При зберіганні зерна впродовж 270 діб цей показник зменшився до 88 % у варіанті контроль і 89 % у решти варіантах досліду. Найменшими показниками схожості характеризувалось зберігання зерна впродовж року 81–84 % залежно від удобрення. Найбільшим цей показник був за внесення P_{60} + N_{120} і становив 84 %, а найменшим у варіанті без добрив та за внесення $N_{a\ 60}$ + N_{60}.

Динаміка маси 1000 зерен пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання представлена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Динаміка маси 1000 зерен пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, г

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	49,0	51,5	51,8	52,5	49,8	52,8
P_{60} + N_{120}	51,5	52,5	53,0	53,1	51,9	53,4
K_{60} + N_{120}	49,2	51,5	51,8	52,2	49,5	52,8
$P_{60}K_{60}$ – фон	52,5	53,8	54,0	54,1	52,8	54,2
Фон + N_{120}	53,8	54,2	54,5	55,1	53,8	55,9
Фон + N_{60} + N_{60}	53,2	53,8	54,0	54,2	53,1	54,8
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	53,8	54,2	54,5	55,0	53,7	55,9
HIP_{05}	*2,6*					

До зберігання маса 1000 зерен становила 49,0–53,8 % залежно від варіанту удбрення. Найменший цей показник у варіанті контроль та за внесення $P_{60}K_{60}$ 49,0–49,2 %, а найбільший за внесення N_{120} та N_{a60} + N_{60} – 53,8%, що на 4,8% більше порівняно з контролем. У решти варіантах удобрення маса 1000 зерен

була на рівні 51,5–53,2 %.

Зберігання зерна збільшує масу 1000 зерен пшениці спельти. Так, вподовж зберігання 30 діб цей показник становив 51,5–54,2 % залежно від удобрення. Найбільшим він був за внесення $N_{a60}+N_{60}$ – 54,2 %, а найменшим у варіанті без добрив та за внесення $P_{60}K_{60}$ 51,5 %. Ці показники перевищували масу 1000 зерен до зберігання в середньому на 1,2 %.

При зберіганні впродовж 90 діб маса 1000 зерен збільшилась до 51,8–54,5 % залежно від варіанту удобрення, при зберіганні впродовж 180 діб цей показник становив – 52,2–55,0 %; 270 – 49,5–53,8; і найвищою масою 1000 зерен характеризувалось зберігання впродовж року – 52,8–55,9 %.

Встановлено, що натура зерна пшениці спельти змінювалась залежно від варіанту удобрення та тривалості зберігання (табл. 4.4). Так, до зберігання цей показник становив 752–767 г/л залежно від варіанту досліду.

Таблиця 4.4

Динаміка натури зерна пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, г/л

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	752	754	754	756	753	757
P_{60} + N_{120}	758	760	760	764	759	765
K_{60} + N_{120}	752	754	754	756	755	755
$P_{60}K_{60}$ – фон	760	762	762	766	760	767
Фон + N_{120}	767	769	769	773	765	772
Фон + N_{60} + N_{60}	765	767	767	772	764	771
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	767	769	769	775	765	770
$НІР_{05}$	*38*					

При зберіганні зерна впродовж 30 діб натура зерна коливалась в межах 754–769 г/л, при збільшенні тривалості зберігання до 90 діб цей показник не

змінювався. Зберігання зерна впродовж 180 діб збільшувало натуру зерна в середньому на 1,3 %, порівняно із показниками до зберігання, зберігання впродовж 270 діб навпаки зменшило показник натури зерна, а зберігання впродовж року мало найвищі показники натури зерна і становило 755–772 г/л залежно від варіанту удобрення.

Встановлено, що найбільший вплив на показник натури зерна зумовлювало внесення таких добрив N_{120}, $N_{60} + N_{60}$ $N_{a\,60} + N_{60}$.

Під час проведення досліджень було помітно між натурою зерна та масою 1000 зерен високий ($R^2 = 0,96$) кореляційний зв'язок. Зі збільшенням маси 1000 зерен пшениці спельти, збільшувалась і натура зерна.

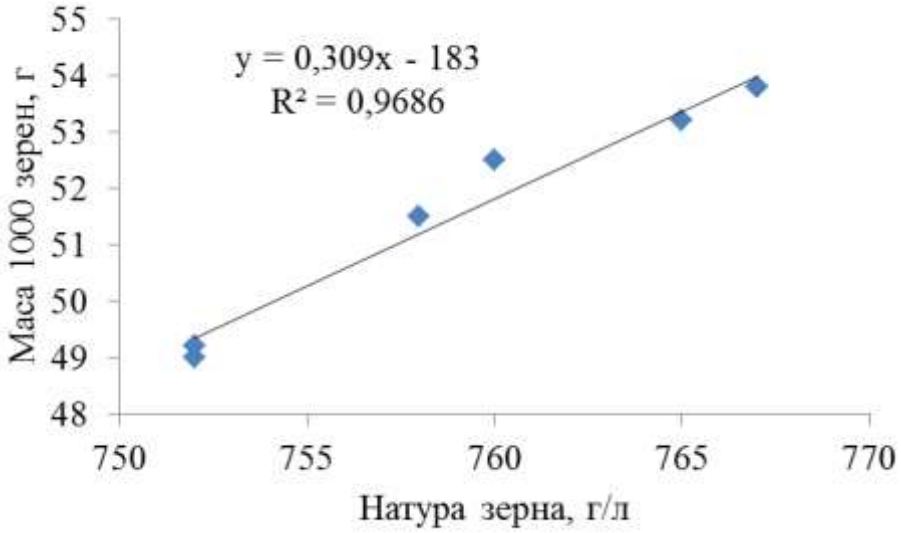


Рис. 4.1 Кореляційна залежність між масою 1000 зерен та натурою зерна пшениці спельти

В результаті проведених досліджень, встановлено, що вміст білка в зерні пшениці спельти змінювався залежно від варіанту удобрення та тривалості зберігання (табл. 4.5). Так, до зберігання найменшим цей показник був у варіанті контроль та за внесення $P_{60}K_{60}$ і становив 18,6–18,7 %. У решти варіантах досліду вміст білка збільшувався при внесенні удобрення і становив 22,4–22,9 %, що на 3,8–4,2 % більше порівняно з контролем.

При зберіганні зерна вміст білка зростав. Так, при зберіганні впродовж 30 діб цей показник становив19,1–24,2% залежно від удобрення. Найбільшим він

був при внесені $N_{а\ 60}$ + N_{60} –23,7%, а найменшим у варіанті без добрив та при внесені $P_{60}K_{60}$. При зберіганні впродовж 90 діб вміст білка збільшився до 19,4–24,2% залежно від варіанту удобрення. Подальше зберіганні впродовж 180 та 270 діб зменшувало вміст білка до 19,1–24,0%.

Проте, найменший вміст білка було отримано при зберіганні зерна пшениці спельти впродовж року, який становив 18,8–23,5% залежно від варіанту досліду.

Отже, найвищі показники вмісту білка отримано при зберіганні впродовж 90 діб та варіанту удобрення $N_{а\ 60}$ + N_{60}.

Таблиця 4.5

Динаміка вмісту білка в зерні пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	18,6	19,1	19,4	19,3	19,1	18,8
P_{60} + N_{120}	22,5	22,7	23,5	23,3	23,3	22,7
K_{60} + N_{120}	22,4	23,1	23,6	23,4	23,2	22,8
$P_{60}K_{60}$ – фон	18,7	19,2	19,6	19,2	19,3	19,0
Фон + N_{120}	22,8	23,3	23,8	23,5	23,4	23,1
Фон + N_{60} + N_{60}	22,8	23,4	23,4	23,3	23,2	22,6
Фон + $N_{а\ 60}$ + N_{60}	22,9	23,7	24,2	24,0	24,0	23,5
$НІР_{05}$	*1,1*					

Динаміка вмісту клейковини в зерні пшениці спельти залежно від тривалості зберігання представлена в таблиці 4.6. До зберігання вміст клейковини становив 41,1–50,4 % залежно від варіанту удобрення. Найменшим цей показник був у варіанті контроль та при внесенні $P_{60}K_{60}$ 41,1–41,2 %. У

решти варіантах удобрення вміст клейковини був на рівні 49,1–49,9 %, а найбільшим при внесенні N_{a60} +N_{60}–50,4%, що на 9,3% більше порівняно з контролем.

Зберігання позитивно впиває на вміст клейковини в зерні пшениці спельти, оскільки вміст суттєво збільшується. Це можна пояснити дозріванням зерна, в процесі якого змінюється білково-протеїназний комплекс за рахунок окислювальної дії, зокрема кисню повітря. Так, вподовж зберігання 30 діб цей показник становив 41,8–52,1 % залежно від удобрення. Найбільшим він був при внесені $N_{a\ 60}$+N_{60} – 52,1 %, а найменшим у варіанті без добрив та при внесені $P_{60}K_{60}$ 41,8–42,3 %. Ці показники перевищували вміст клейковини до зберігання в середньому на 1,2 %.

Таблиця 4.6

Динаміка вмісту клейковини в зерні пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	41,1	41,8	43,0	42,8	42,1	41,3
P_{60} + N_{120}	49,2	50,4	51,8	51,6	51,3	50,0
K_{60} + N_{120}	49,1	50,6	51,7	51,4	51,0	50,2
$P_{60}K_{60}$ – фон	41,2	42,3	43,1	42,8	42,5	41,7
Фон + N_{120}	49,9	51,0	52,0	51,8	51,5	50,9
Фон + N_{60} + N_{60}	49,7	50,8	51,5	51,2	51,0	49,8
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	50,4	52,1	53,3	53,0	52,8	51,7
HIP_{05}	*2,4*					

При зберіганні впродовж 90 діб вміст клейковини збільшився до 43,0–53,3 % залежно від варіанту удобрення. При подальшому зберіганні спостерігалось послідовне зменшення вмісту клейковини. Так, при зберіганні впродовж 180 діб цей показник становив – 42,8–53,0 %; 270 – 42,1–52,8; 360 – 41,3–51,7 %.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка в зерні пшениці спельти та вмістом клейковини існує тісний кореляційний зв’язок (рис. 3.1).

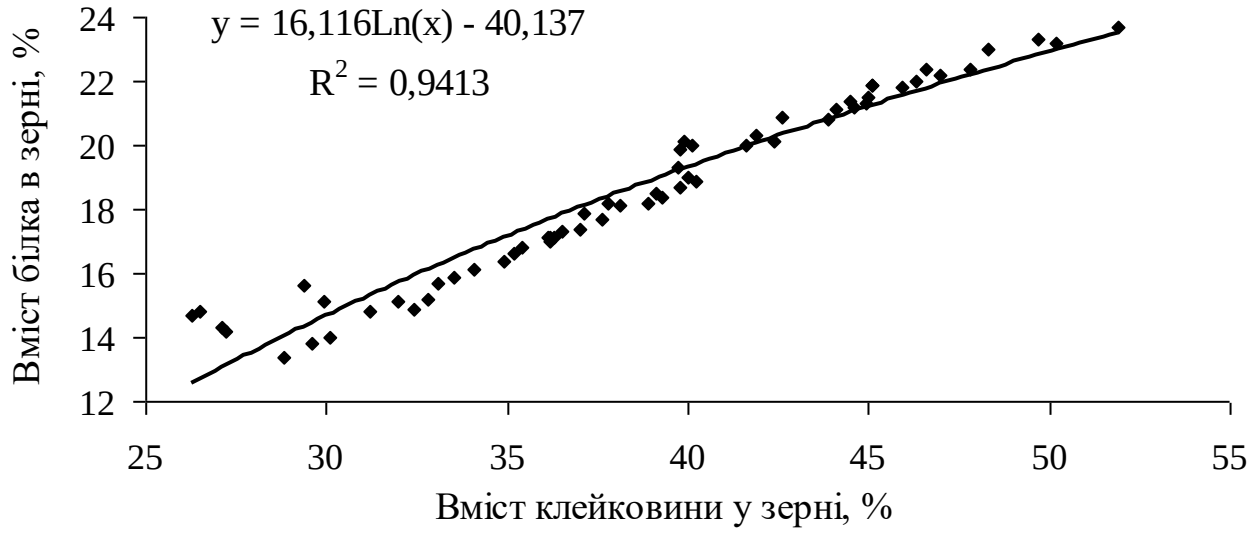


Рис. 4.2 Кореляційна залежність між вмістом білка та клейковини в зерні пшениці спельті

В результаті отримано рівняння регресії залежностей між вмістом білка та клейковини у зерні пшениці спельти:

$y = 16,116Ln(x) – 40,137,$

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

Результати регресійного аналізу вказують на дуже високий кореляційний зв'язок за шкалою Чеддока між вмістом клейковини та білка у зерні пшениці спельти ($R^2 = 0,94$).

Статистична математична обробка динаміки вмісту клейковини зерна пшениці спельти в процесі зберігання визначила статистично значущий вплив на досліджуваний показник усіх досліджуваних факторів. Найбільший вплив на зміну досліджуваний показник в процесі зберігання мав термін зберігання, особливо при удобренні $N_{a\ 60} + N_{60}$ ($F = 79,82 > Fкрит = 3,33$). Значний вплив удобрення на динаміку вмісту клейковини було виявлено при удобренні N_{120} ($F = 23,75 > Fкрит = 4,10$) та $N_{60} + N_{60}$ ($F = 14,09 > Fкрит = 4,10$).

Відомо [35, 62], що зерно пшениці спельти має слабку клейковину.

В результаті наших досліджень, встановлено, що до зберігання індекс деформації клейковини істотно не змінювався і становив 100–102 од. п. залежно від варіанту удобрення (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Динаміка показника ІДК клейковини пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, од. п.

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	101	102	102	101	103	105
$P_{60} + N_{120}$	102	103	104	103	106	108
$K_{60} + N_{120}$	101	103	104	104	105	107
$P_{60}K_{60}$ – фон	100	102	102	103	105	108
Фон + N_{120}	100	103	104	103	106	108
Фон + $N_{60} + N_{60}$	101	104	104	102	105	107
Фон + $N_{a\ 60} + N_{60}$	100	102	103	101	104	106
HIP_{05}	*5,2*					

При подальшому зберіганні цей показник становив 102–108 од. п., що відповідає ІІІ групі якості клейковини незадовільно слабка.

Динаміка вмісту клейковиноутворювальних білків (гліадин + глютенін) у зерні пшениці спельти змінювалась залежно від тривалості зберігання (табл. 4.8). Встановлено, що до зберігання вмісту клейковиноутворювальних білків (гліадин + глютенін) становив 15,5–20,5 % залежно від варіанту удобрення. Найменший цей показник був у варіантах без добрив (контроль) та при внесенні $P_{60}K_{60}$ і становив 15,5 %, найбільший – $N_{a\ 60} + N_{60}$ – 20,5 %. В решти варіантах вміст клейковиноутворювальних білків становив 19,6–20,2 %.

Така ж тенденція зберігалась і протягом наступного періоду зберігання. Проте, при зберіганні впродовж 30 діб вміст клейковиноутворювальних білків збільшився в середньому на 1,8 % порівняно із показниками до зберігання.

Подальше зберігання зумовлювало зменшення вмісту клейковиноутворювальних білків. Так, при зберіганні впродовж 90 діб цей показник становив 15,3–19,3 % залежно від удобрення; 180 – 14,6–18,3 %; 270 – 13,8–17,0 %; 360 – 13,2–15,6 %.

Незалежно від тривалості зберігання підвищення вмісту клейковиноутворювальних білків сприяли удобрення N_{120}, N_{60} + N_{60} та $N_{a\ 60}$ + N_{60}.

Таблиця 4.8

Динаміка вмісту клейковиноутворювальних білків (гліадин + глютенін) у зерні пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	15,5	17,3	15,3	14,6	13,8	13,2
P_{60} + N_{120}	19,7	21,4	18,8	17,8	16,5	15,1
K_{60} + N_{120}	19,6	21,5	18,7	17,7	16,4	15,2
$P_{60}K_{60}$ – фон	15,5	17,4	15,3	14,6	13,9	13,3
Фон + N_{120}	20,0	21,7	18,8	17,9	16,6	15,4
Фон + N_{60} + N_{60}	20,2	21,8	18,6	17,7	16,4	15,0
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	20,5	22,4	19,3	18,3	17,0	15,6
HIP_{05}	*0,87*					

В результаті проведених досліджень, встановлено, що на вологість клейковини істотний вплив мала тривалість зберігання, тоді як варіанту удобрення впливав не істотно (табл. 4.9). Так, до зберігання цей показник становив 59,3–62,3 % і найбільшим був у варіанті контроль та при внесенні $P_{60}K_{60}$. Під час зберігання впродовж 30 діб вологість клейковини зменшилась в середньому на 2,8%. Так, найбільшим цей показник був у варіантах без добрив (контроль) і при внесенні $P_{60}K_{60}$ – 58,5–58,8 %, а найменшим у варіантах – N_{60} +

N_{60} та $N_{a\,60} + N_{60}$ – 57,0 %.

Під час зберігання впродовж 90 діб вологість клейковини збільшувалась і становила 63,8–64,5 %, 180 – 65,5–66,0; 270 – 67,3–67,8; 360 – 68,0–69,8 %.

Таблиця 4.9

Динаміка вологості клейковини у зерні пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	62,3	58,5	64,5	66,0	67,3	68,0
$P_{60} + N_{120}$	60,0	57,5	63,8	65,5	67,8	69,8
$K_{60} + N_{120}$	60,0	57,5	63,8	65,5	67,8	69,8
$P_{60}K_{60}$ – фон	62,3	58,8	64,5	66,0	67,3	68,0
Фон + N_{120}	60,0	57,5	63,8	65,5	67,8	69,8
Фон + N_{60} + N_{60}	59,3	57,0	63,8	65,5	67,8	69,8
Фон + $N_{a\,60}$ + N_{60}	59,3	57,0	63,8	65,5	67,8	69,8
HIP_{05}	*3,2*					

Нами встановлено, що кислотність зерна пшениці спельти змінювалась залежно від варіанту удобрення та тривалості зберігання (табл. 4.10).

Так, до зберігання цей показник становив 3,0 град і не залежав від варіанту досліду. При зберіганні впродовж 30–90 діб кислотність збільшувалась і становила 3,4–3,6 град залежно від варіанту удобрення. Подальше зберігання також підвищувало цей показник. Так, при зберіганні 180 діб кислотність становила 3,6–3,7 град, 270 – 3,7–3,9; 360 – 4,0–4,1 град. Відзначимо, що варіант удобрення мав не істотний вплив на цей показник. Це можна пояснити тим, що у процесі зберігання підвищується титрована та активна кислотність зерна, що викликається розщепленням жиру з утворенням вільних жирних

кислот та розпадом фосфорганічних сполук з утворенням кислих фосфатів.

Таблиця 4.10

Динаміка кислотності зерна пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

Варіант досліду	До зберігання	Тривалість зберігання, діб				
		30	90	180	270	360
Без добрив (контроль)	3,0	3,4	3,4	3,6	3,8	4,0
$P_{60} + N_{120}$	3,0	3,6	3,6	3,7	3,9	4,1
$K_{60} + N_{120}$	3,0	3,6	3,6	3,7	3,9	4,1
$P_{60}K_{60}$ – фон	3,0	3,4	3,4	3,6	3,7	4,0
Фон + N_{120}	3,0	3,6	3,6	3,7	3,8	4,1
Фон + N_{60} + N_{60}	3,0	3,4	3,4	3,7	3,8	4,0
Фон + $N_{a\ 60}$ + N_{60}	3,0	3,4	3,4	3,7	3,8	4,0
HIP_{05}	*0,18*					

Відомо [29, 38], що титрована кислотність під час зберігання зерна зростає. Вважається, що вона зростає з подовженням терміну зберігання. При кислотності понад 4° хлібопекарські якості зерна та смак отриманих з нього виробів різко погіршуються. Ці дані співпадають з нашими дослідженнями.

У результаті регресійного аналізу побудовано математичні моделі залежностей вмісту клейковини (Y_1) та вологості клейковини (Y_2) залежно від тривалості зберігання (x_1) та удобрення (x_2). За допомогою статистичних критеріїв доведено їх адекватність. Регресійні залежності вмісту клейковини та вологості клейковини залежно від тривалості зберігання та удобрення подано на рис. 3.3–3.4. Розрахунок регресійних залежностей технологічних показників зерна пшениці спельти наведено в додатку Б, табл. Б.1–Б.2.

На основі регресійного аналізу визначено вплив критеріальних характеристик вмісту клейковини та її вологості залежно від тривалості зберігання та варіанту удобрення, який описується математичними моделями другого порядку.

$$У_1 = –3,1 – 28,5x_1 – 20,6x_1^2 + 1,2\ x_2 + 1,4\ x_1x_2 –0,05\ x_2^2$$

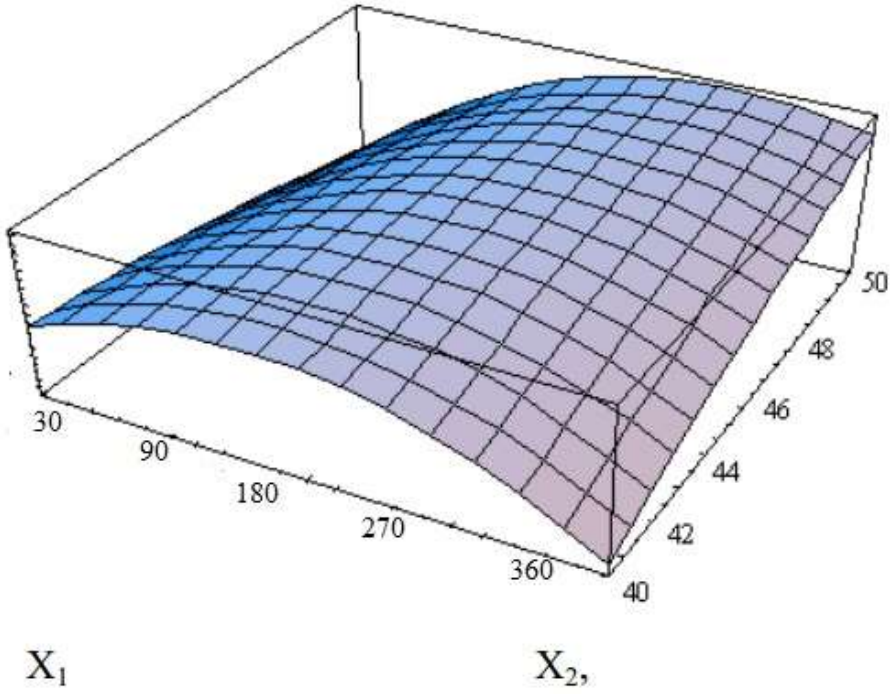


Рис. 4.3 Залежність вмісту клейковини пшениці спельти від тривалості зберігання та удобрення

$$У_2 = 34,7 – 154,6x_1 – 27,7x_1^2 – 10,5\ x^2 + 0,6x_1x_2 –0,002\ x_2^2$$

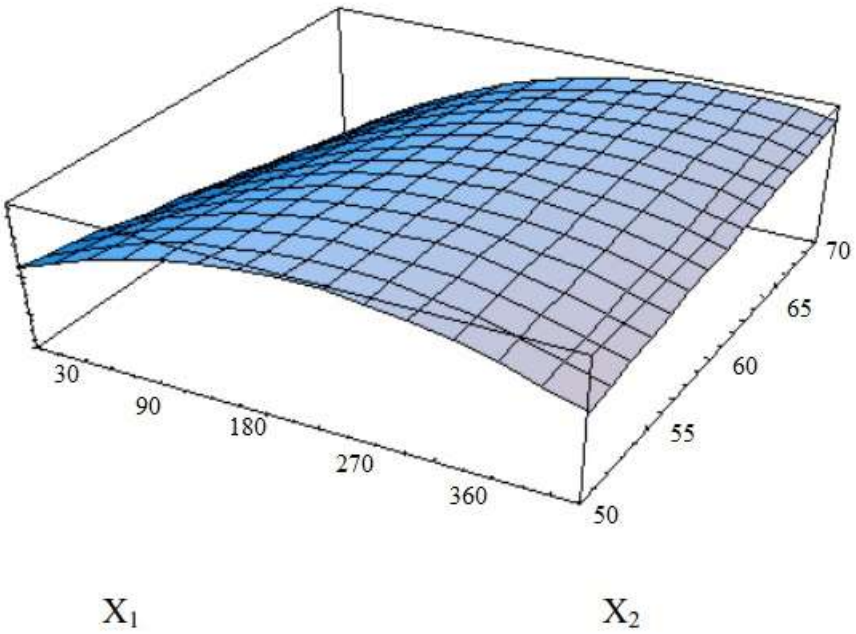


Рис. 4.4 Залежність вологості клейковини пшениці спельти від тривалості зберігання та удобрення

Отримані моделі підтверджують існування чіткої закономірності зміни вмісту клейковини та вологості клейковини залежно від тривалості зберігання та варіанту удобрення.

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що удобрення та тривалість зберігання мають істотний вплив на технологічні властивості зерна пшениці спельти.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Від стану ринку зерна залежить економічний розвиток не лише аграрного, а й усіх секторів економіки країни. Нестабільність об'ємів виробництва зерна призводить до зменшення цін його реалізації, з відповідними втратами в роботі підприємств борошномельної, хлібопекарної, комбікормової промисловості та роздрібної торгівлі. Тому забезпечення надходження зерна та продуктів його переробки на ринок протягом року є важливим завданням галузі зберігання зерна [30, 58].

До закладання на зберігання зерно пшениці спельти сорту Європа реалізовувалось за ціною 28500 грн/т.

Для розрахунку економічної ефективності зберігання зерна пшениці спельти використовували розцінки 2024 маркетингового року та використовували нормативні та довідкові дані, щодо витрат на зберігання зерна у виробничих умовах.

Економічну ефективність зберігання зерна проводили залежно від зберігання зерна впродовж 30, 90, 180, 270, 360 діб.

Після трьох місяців зберігання завершується процес післязбирального дозрівання та стабілізації якості зерна. Після 180, 270, та 360 діб зберігання зерно має, найвищу вартість, оскільки його пропозиції на такий час вже незначні.

Показник рентабельності визначали шляхом ділення умовно чистого прибутку на загальну суму витрат при зберігання зерна.

Розрахунок економічної ефективності зберігання зерна пшениці спельти показав прибутковість зберігання зерна впродовж року. При збільшенні тривалості зберігання зерна рівень рентабельності зменшувався, проте залишався високим 25–66 %.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність зберігання зерна пшениці спельти залежно від терміну зберігання (розрахунок на 1 т зерна)

	Термін зберігання зерна, діб				
	30	90	180	270	360
Вартість зерна при закладанні на зберігання, (з витратами на удобрення) грн/т	28500	28500	28500	28500	28500
Витрати на зберігання, грн/т	300	600	1200	2000	2400
Ціна зерна після зберігання, грн/т	28800	29100	29700	30500	30900
Собівартість зерна після зберігання, грн/т	29000	29400	30100	30900	31300
Умовно чистий прибуток, грн/т	200	300	400	400	400
Рівень рентабельності, %	66	66	50	33	25

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Організація умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек

Проблеми створення безпечних і нешкідливих умов праці існували та існують на сьогоднішній день. Проте, в умовах науково-технічного прогресу вони набувають особливого значення, тому що зросла ціна кожного нещасного випадку. Важливою вимогою до нових технологій і сучасних механічних засобів є забезпечення високої надійності та повної безпеки експлуатації. Етапи розроблення та подальшого вдосконалення системи управлінні охорони праці наведено в Додатку В, табл. В.1 [3, 26].

Приміщення лабораторії з оцінки якості зерна та зернопродуктів знаходиться на 1 поверсі. Приміщення лабораторії виходячи з норм на окремі робочі місця, відповідає вимогам ДНАОП 0.00-1.31-99.

Одним з основних завдань захисту працівників на робочому місці є вентиляція, яка останнім часом набуває рис як колективного, так і індивідуального захисту. В лабораторії для системи кондиціонування повітря та загальнообмінної вентиляції передбачено 2 припливні та 2 витяжні вентилятори, що відповідають вимогам «Державних санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6.042-99) [30].

Рівень шуму в лабораторії не перевищує 60 дБА, що відповідає вимогам «Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (ДСН 3.3.6.037-99).

Приміщення лабораторії відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення», оскільки обладнане природним і штучним освітленням. При природному освітленні приміщення освітлюються: а) боковим світлом – через вікна в зовнішніх стінах; б) верхнім світлом – через ліхтарі у перекриттях; в) комбінованим світлом – через вікна і ліхтарі у перекриттях. Штучне

освітлення приміщень здійснюється газорозрядними лампами і лампами розжарювання [26, 31].

Обладнання для визначення показників якості зерна та зернопродуктів відповідає вимогам та регулярно проходить технічний контроль. Електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту відповідають класу зони. Всі вони мають захист від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

За вимогами до пожежної безпеки, приміщення лабораторії, згідно СНіП 2.09.05-85, відноситься до категорії В – пожежонебезпечна (додаток В, табл. В 2). Оскільки в приміщенні знаходяться тверді горючі і важко горючі речовини і матеріали, які при взаємодії з киснем повітря здатні горіти. За ступенем вогнестійкості дане приміщення належить до 1-го ступеня вогнестійкості за СНиП 2.01.02-85 [11].

Всі студенти, викладачі та лаборанти регулярно проходять обов’язковий протипожежний інструктаж та перевірку знань з питань пожежної безпеки. Після закінчення роботи в лабораторії усі пожежно- та вибухонебезпечні речовини прибирають у спеціально виділені та обладнанні приміщення [35, 60].

Для ефективної профілактики виробничого травматизму вирішальне значення має визначення ймовірних причин нещасних випадків та вибір адекватних способів реагування на них шляхом запровадження відповідних заходів і засобів з охорони праці. Очевидна на перший погляд схема попередження виробничих травм при детальному аналізі переростає в одну з основних проблем безпеки праці – проблему визначення зв’язків між ризиками (загрозами, небезпеками) травмування та заходами, що можуть його зменшити або нейтралізувати повністю. Для оптимізації профілактичної діяльності у сфері охорони праці, необхідні кількісні характеристики та оцінки ризиків за видами, джерелами небезпек і причинами нещасних випадків на виробництві та заходів з їх мінімізації або нейтралізації [11, 35].

При роботі в лабораторії можливе виникнення небезпечних ситуацій. Під час відмивання клейковини на автоматичному пристрої може бути не міцно

закріплені вінчики для відмивання (НУ), під час ввімкнення апарату при інтенсивному руху вони можуть вискочити (НД), і потрапити в працівника (НС) і виникне травма (Т).

НУ→НД→НС→Т

Рис. 6.1 Модель виникнення небезпечної ситуації під час роботи з пристроєм для відмивання клейковини

Отже, умови праці в лабораторії відповідають вимогам, проте необхідно постійно та вчасно проводити обслуговування лабораторного обладнання; контролювати, перевіряти знання правил техніки безпеки та проводити інструктажі з охорони праці.

6.2 Охорона навколишнього природнього середовища

На сучасному етапі охорона навколишнього середовища стала однією з самих гострих актуальних проблем сучасності. Засоби хімізації забезпечують інтенсивний розвиток сільського господарства, сприяють росту врожайності, поліпшенню якості рослинної продукції й окультуренню угідь з низьким рівнем родючості ґрунтів, що негативно впливають на навколишнє середовище. Водночас хімічні засоби можуть виступати як забруднювачі, що погано впливають на природу та людину.

Найбільшу небезпеку для здоров’я людей і тварин представляє наявність у воді нітратного азоту. За нормами, прийнятими Всесвітньою організацією охорони здоров’я допустима кількість нітратного азоту у воді повинна бути у межах 11,3-22,6 мг/л, тому внесення мінеральних добрив, особливо в нітратній формі, у великих дозах представляє велику небезпеку для водного джерела. Звідси задача господарства полягає у підвищенні коефіцієнту засвоєння азоту рослинами, у запобіганні його втрат за рахунок вимивання.

Встановлено, що азот при безмірному його використанні може накопичуватися рослинами в нітратній формі. У продукції, що отримана в

господарстві з інтенсивним використанням азотних добрив, часто виявляється дуже високий вміст нітратів. Для зниження цього азотні добрива слід вносити не за один, а за три прийоми.

Одним з найгрізніших забруднювачів питної води є нітрати. Шкідливі для здоров'я не самі нітрати, а нітрити, які утворюються з них в органах травлення людини і тварин, а також при тривалому зберіганні продукції рослинництва. Нітрозаміни і нітрозаміди, крім канцерогенних, виявляють мутагенні й ембіотоксичні властивості. Вміст нітратів у зібраній продукції залежить не лише від дози азотних добрив, але й від строків їх внесення, часу висівання, тривалості дня й умов освітлення.

При розрахунках доз добрив, вибирати правильні строки і способи їх внесення, враховувати як біологію рослин і розміри запланованого врожаю, так і грунтово-кліматичні умови. Боротьба за екологічну безпеку повинна розглядатись як одне з найвідповідальніших завдань спеціалістів усіх галузей народного господарства [74, 75].

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень встановлено, що

1. Енергія проростання зерна пшениці спельти до зберігання становить 87–90 % залежно від варіанту удобрення. При зберіганні впродовж 30 і 90 днів показник енергії проростання найбільший і становить 98–99 %. При подальшому зберіганні цей показник зменшується. Найбільший вплив мають удобрення $N_{120.}$ та $P_{60} + N_{120}$.

2. Найвища схожість зерна до зберігання та зберігання зерна пшениці спельти впродовж 30 та 90 діб – в 99 % і не змінюється залежно від варіанту удобрення. При подальшому зберіганні зерна цей показник зменшується.

3. До зберігання маса 1000 зерен становить 49,0–53,8 % залежно від варіанту удобрення.

4. Вміст білка в зерні пшениці спельти збільшується при внесенні добрив та при зберігання впродовж 30 діб (19,1–24,2 %) та 90 діб (19,4–24,2 %). Подальше зберіганні зменшує вміст білка до 18,8–23,5%. Найвищі показники вмісту білка було отримано при зберіганні впродовж 90 діб та варіанту удобрення $N_{a\,60} + N_{60}$.

5. До зберігання вміст клейковини становив 41,1–50,4 % залежно від варіанту удобрення. Найменшим цей поканик був у варіанті контроль та при внесенні $P_{60}K_{60}$ 41,1–41,2 %. У решти варіантах удобрення вміст клейковини був на рівні 49,1–49,9 %, а найбільшим при внесенні N_{a60} +N_{60}–50,4%, що на 9,3% більше порівняно з контролем.

6. Зберігання позитивно впиває на вміст клейковини в зерні пшениці спельти, оскільки вміст її суттєво збільшується.

7. При зберіганні впродовж 90 діб вміст клейковини збільшився до 43,0–53,3 % залежно від варіанту удобрення. При подальшому зберіганні спостерігалось послідовне зменшення вмісту клейковини. Так, при зберіганні впродовж 180 діб цей показник становив – 42,8–53,0 %; 270 – 42,1–52,8; 360 – 41,3–51,7 %.

8. Результати регресійного аналізу вказують на дуже високий кореляційний зв’язок за шкалою Чеддока між вмістом клейковини та білка у зерні пшениці спельти ($R^2 = 0,94$).

9. До зберігання індекс деформації клейковини істотно не змінювався і становив 100–102 од. п. залежно від варіанту удобрення. При подальшому зберіганні цей показник становив 102–108 од. п., що відповідає ІІІ групі якості клейковини незадовільно слабка.

10. До зберігання кислотність зерна становить 3,0 град і не змінюється залежно від варіанту удобрення. В процесі зберігання кислотність зерна збільшується і становить: 30–90 діб – 3,4–3,6 град, 180 – 3,6–3,7 град, 270 – 3,7–3,9; 360 – 4,0–4,1 град.

11. Розрахунок економічної ефективності зберігання зерна пшениці спельти показав прибутковість зберігання зерна впродовж року. При збільшенні тривалості зберігання зерна рівень рентабельності зменшувався, проте залишався високим 25–66 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бордюжа Н.П. Вплив норм добрив позакореневого внесення на врожайність та якість зерна пшениці озимої на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. Умань. 2008. С. 102–104.

2. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. для проф.-техн. навч. закладів. 2-ге вид., допов., перероб. К.: Вікторія, 2001. 192 с

3. Возіян В. В. Лінійні розміри зерна спельти залежно від сорту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». Умань. 2016. С. 68–69.

4. Возіян В. В., Авсейцев Р. В., Любич В. В. Характеристика зерна пшениці спельти за вмістом амінокислот. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки». Умань. 2016. С. 156–157.

5. Гасанова І. Максимум для пшениці. Рослинництво. 2013. № 5. С. 46–51.

6. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення. Вісник Уманського національного університету садівництва. №1. 2015. С. 11–15.

7. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Збірник наукових праць «Агробіологія». №2 (121). 2015. С. 57–61.

8. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посіб. Київ: Знання., 2007. 376 с.

9. Городній М.М., Макаренко М.В. Прогнозування врожаю зерна озимої пшениці за вмістом мінерального азоту в лучно-чорноземному

карбонатному ґрунті північного Лісостеп України. Аграрна наука і освіта. 2003. Т. 4. № 3–4. С. 54–57.

10. Гунько С. М. Зміна якості зерна пшениці озимої та виготовленого з нього борошна за тривалого зберігання. Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ. 2011. Частина 2. (162). С. 213–217.

11. Давидова Д.Є. Хіміко-біологічні засоби для підвищення використання рослинами озимої пшениці фосфору з гліцерофосфату кальцію. Физиология и биохимия культ. растений. 2011. Т. 43. № 1. С. 47–56.

12. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос. 2002. 365 с.

13. Дробот В. І., Михонік Л. А., Семенова А. Б. Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти. 2014. № 4. С. 37–39.

14. ДСТУ ГОСТ 29144:2009. Зерно і зернопродукти. Визначення вологості (базовий контрольний метод) Київ. 2009. 11 с.

15. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Київ. 2007. 7 с.

16. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.

17. ДСТУ ISO 21415–1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирої клейковини ручним способом. Київ. 2011. 12 с.

18. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Державний стандарт. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 17 с.

19. Євтушенко О. В., Сірик А. О. Система управління охороною праці у закладах вищої освіти на основі інформаційних технологій. Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій : наукові

праці Другої міжнародної науково-практичної конференції, 19 грудня 2019 р. Київ : НУХТ, 2019. С. 136–139.

20. Захарова В.О., Гераська Т.В., Іванченко О.А. Вплив деяких елементів технології вирощування на посівні якості озимої пшениці. Вісник ДДАУ. № 38. 2016. С. 33–41.

21. Зигун, В. О., Сірик А. О. Автоматизація систем вентиляції як засіб захисту працівників на робочому місці. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 85-ї Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Київ: НУХТ. 2019. Ч. 1. С. 456.

22. Кирпа М. Я. Зберігання зерна в металевих сховищах. Вісн. Дніпропетровського держ. аграр. ун-ту. Дніпропетровськ. 2008. № 1. С. 23–26.

23. Кирпа М. Я. Зберігання зерна – стан і перспектива розвитку в зв’язку зі збільшенням обсягів виробництва зерна в Україні. Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва НААН України. Дніпропетровськ. 2011. № 1. С. 9–14.

24. Любич В. В., Возіян В. В. Вміст та якість клейковини в зерні спельти. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Розвиток аграрної науки у XXI сторіччі». Миколаїв. 2016. С. 2.

25. Любич В. В., Возіян В. В. Натура зерна спельти. Матеріали IV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур». с. Центральне. 2016. С. 72.

26. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив умов мінерального живлення на вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти. Всеукраїнська науково-практична конференція «Рослинний світ України: теоретичні і прикладні аспекти вивчення і освоєння у виробництві основних і малопоширених виді (сільськогосподарські і біологічні науки)» Крути. 2016. С. 94–99.

27. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту. Корми і кормовиробництво. № 81.

2015. С. 116–120.

28. Непочатов М.І., Циганенко В.А. Урожайність і якість зерна пшениці озимої на різних агрофонах живлення в залежності від сорту та строків сівби в умовах Північносхідного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. 2006. № 44. С. 75–80.

29. Нінієва А.К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарськими ознаками в умовах східної частини Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2012. Вип. 101. С. 156–167.

30. Насінництво й насіннєзнавство польових культур / [за ред М. М. Гаврилюка]. Харків. 2007. 214 с.

31. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунту і ефективність добрив. К.: Урожай. 1990. 244 с.

32. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. та інш. Борошномельні показники якості зерна спельти залежно від сорту. Вісник ЖНАЕУ. №2 (50). т.1. 2015. С. 296–305.

33. Осокіна Н. М., Возіян В. В. Врожайність та технологічні властивості зерна спельти. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. №1 (87). 2015. С. 149–157.

34. Осокіна Н. М. Любич В. В., Возіян В. В. Геометрична характеристика зерна спельти залежно від сорту. Наукові праці національного університету харчових технологій. № 1 (22). 2016. С. 201–209.

35. Парій Ф.М., Сухомуд О.Г., Любич В.В. Оцінка господарськи ціних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України, // Насінництво. 2013. № 5. С. 5–6.

36. Стахів М.П. Фізіологічні особливості фосфорного живлення короткостеблових сортів озимої пшениці: автореф. дис. …канд. с.-г. наук: 03.00.12. К., 2008. 24 с.

37. Твердохліб О.В. Спельта і полба в органічному землеробстві // Посібник українського хлібороба. 2013. С. 154–155.

38. Шемавньов В. І., Ковалевська Н. І., Мороз В. В Насінництво

польових культур. Дніпропетровськ. 2004. 230 с.

39. Шишков А. В. Персонал-орієнтований підхід – основа безпеки працівників. Енергозбереження та промислова безпека: виклики та перспективи: матеріали науково-практичної конференції. Київ, 2020. С. 197–206.

40. Avdeeva V.N. Disinfection of winter wheat grain by ozone and corona discharge field. Engineering for Rural Development. 2017. P. 323–327.

41. Avdeeva V.N. Influence of ozone on germination and germinating energy of winter wheat seeds. Engineering for Rural Development series 17: proceedings 17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 2018. P. 543–546.

42. Aldoshin N., Didmanidze O., Lylin N. Work improvement of air-and-screen cleaner of combine harvester. Engineering for Rural Development: Proceedings of 18th International Scientific Conference (Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Engineering). 2019. Vol. 18. P. 100–104.

43. Arufe S., Chiron H., Doré J., Savary-Auzeloux I. Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends. Food Research International. 2017. № 97. P. 123–132.

44. Bakare A. H., Osundahunsi O. F., Olusanya J. O. Rheological, baking, and sensory properties of composite bread dough with breadfruit (Artocarpus communisForst) and wheat flours. Food Science & Nutrition. 2015. 4 (4). P. 573–587.

45. Gammon R., Kereluk K. Gaseous sterilization of food. American Institute of chemical engineers Sump. 2003. №132. P. 91–99.

46. Gievsky A.M., Orobinsky V.I., Tarasenko A.P. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. P. 42–53.

47. International Seed Testing Assosiation (ISTA). International Rules for Seed Testing, Edition 2011. ISTA – Bassersdorf, Switzerland, 2011.

48. Jolans, J.l. Fertilizers in UK farming. University of Reading. Centre for Agricultural Strategy. 2015. № 9. 215 p.

49. Lozinska T. Formation of elements of productivity of new varieties of soft wheat under the conditions of the forest-steppe. Agrobiology. 2013. № 10. P. 22–25.

50. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety. 5th International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology». 2016. Krakow. p. 72.

51. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo–kulturalne. Nr 30. tom II. 2016. P. 111–122.

52. Mahar A. R., Hollington P. A., Virk D. S., Witcombe J. R. Selection of early heading and sault-tolerance in bread wheat. Cer. Res. Com. 2003. № 1. P. 81–88.

53. Medvedeva L.M., Doronina O.M., Makhmutki V.A. Safe treatment technology for seeds of grain crops. Socio-economic and environmental problems agricultural sector: international scientific and practical conference. Belgrade: Research Development Center-FBEE, 2018. P. 317–323.

54. Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Gievsky A.M. Improving the Mechanization of High-Quality Seed Production. Advances in Engineering Research: International Conference on Smart Solutions for Agriculture (Agro-Smart 2018). 2018. Vol. 151. P. 849–852.

55. Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Baskakov I.V. Seed refinement in the harvesting and post-harvesting process. Advances in engineering research: international conference on smart for agriculture. 2018. Vol. 151. P. 870–874.

56. 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 Sciense. № 1 (3). 2015. P. 23–32.

57. Onishi I., Hongo A., Sasakuma T. Variation and Segregation for Rachis

Fragility in *Spelt Wheat, Triticum Spelta L.* Genetic Resources and Crop Evolution. 2006. 53 (5), 985–992.

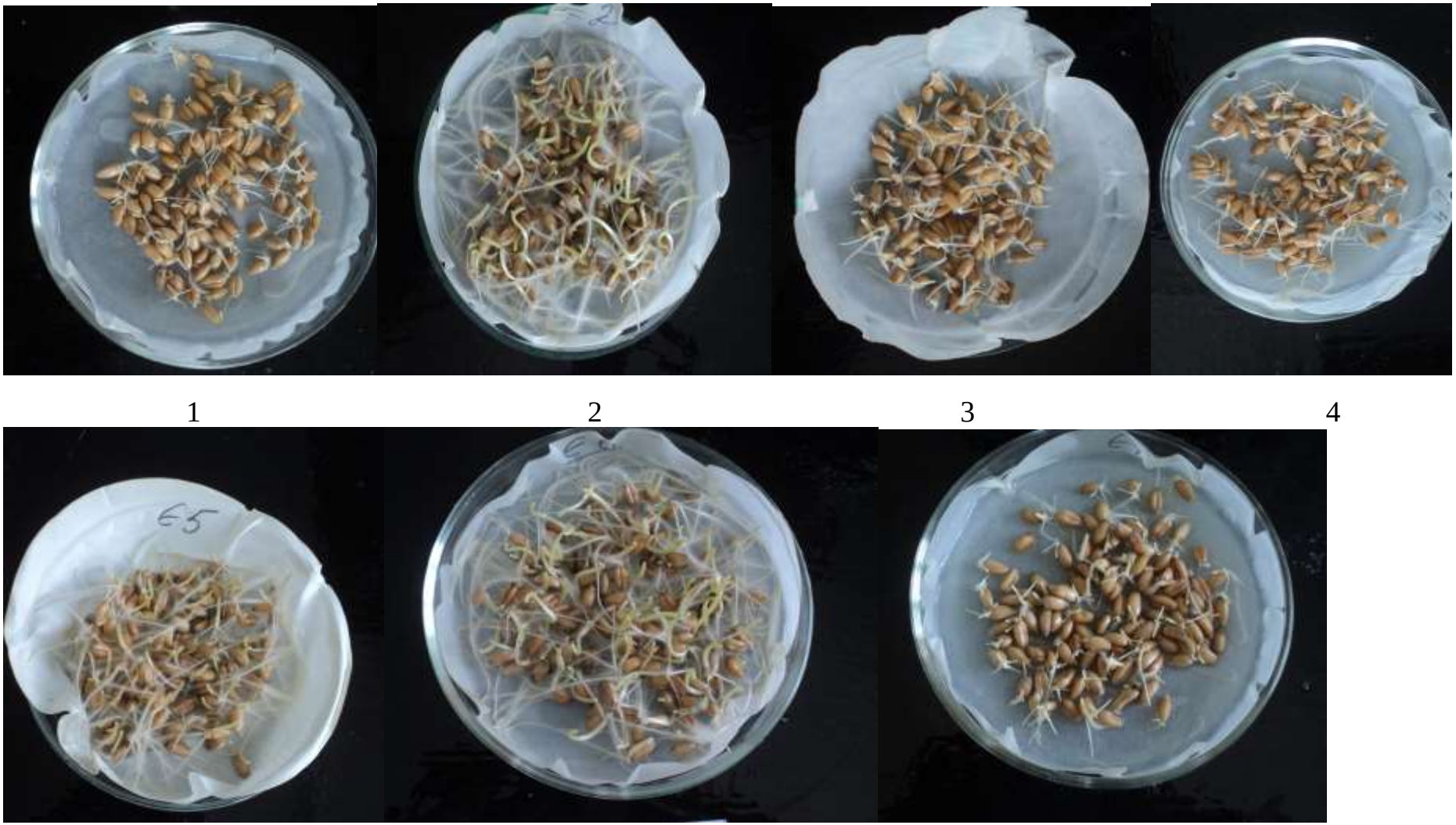
58. Petrenko V., Osipova, T., Lyubich V., Homenko, L. Relation between Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems. Ratarstvo i Povrtarstvo. 2015. 52 (3), 120–124.

59. Ramya, P., Chaubal, A., Kulkarni, K., et. al. QTL mapping of 1000-kernel weight, kernel length, and kernel width in bread wheat (*Triticum aestivum L.*). Journal of Applied Genetics. 2010. 51 (4). P. 421–429.

60. Skrabanja V., Kovac B., Golob T. Effect of Spelt Wheat Flour and Kernel on Bread Composition and Nutritional Characteristics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2001. 49 (1). P. 497–500.

ДОДАТКИ

Додаток А



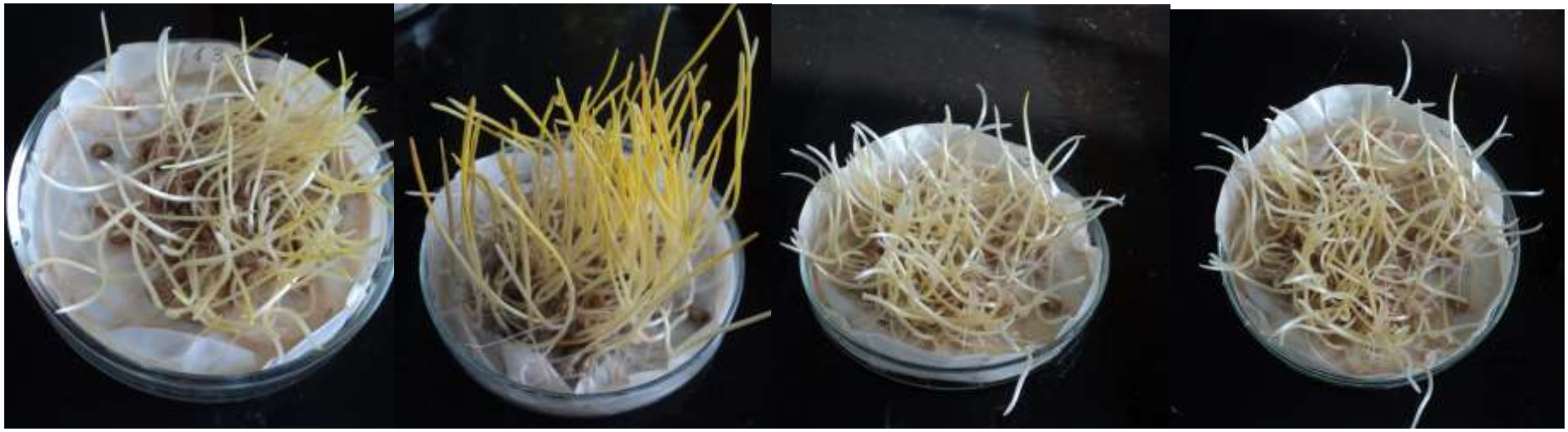
1 2 3 4

5 6 7

Рис. А1. Енергія проростання зерна пшениці спельти залежно від удобрення



1 2 3



4 5 6 7

Рис. А2. Схожість зерна пшениці спельти залежно від удобрення

Додаток Б

Таблиця Б.1

Матриця зміни вмісту клейковини в зерні пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

	$У_1$	$У_2$	$У_3$	$У_4$	$У_5$	$У_6$	$У_{сер.}$
$Х_1$	41,1	41,8	43,0	42,8	42,1	41,3	42,1
$Х_2$	49,2	50,4	51,8	51,6	51,3	50,0	50,7
$Х_3$	49,1	50,6	51,7	51,4	51,0	50,2	50,6
$Х_4$	41,2	42,3	43,1	42,8	42,5	41,7	42,2
$Х_5$	49,9	51,0	52,0	51,8	51,5	50,9	51,1
$Х_6$	49,7	50,8	51,5	51,2	51,0	49,8	50,6
$Х_7$	50,4	52,1	53,3	53,0	52,8	51,7	52,2

Таблиця Б.2

Матриця зміни вологості клейковини в зерні пшениці спельти залежно від удобрення та тривалості зберігання, %

	$У_1$	$У_2$	$У_3$	$У_4$	$У_5$	$У_6$	$У_{сер.}$
$Х_1$	62,3	58,5	64,5	66,0	67,3	68,0	64,4
$Х_2$	60,0	57,5	63,8	65,5	67,8	69,8	64,0
$Х_3$	60,0	57,5	63,8	65,5	67,8	69,8	64,1
$Х_4$	62,3	58,8	64,5	66,0	67,3	68,0	64,4
$Х_5$	60,0	57,5	63,8	65,5	67,8	69,8	64,1
$Х_6$	59,3	57,0	63,8	65,5	67,8	69,8	63,8
$Х_7$	59,3	57,0	63,8	65,5	67,8	69,8	63,8

Додаток В

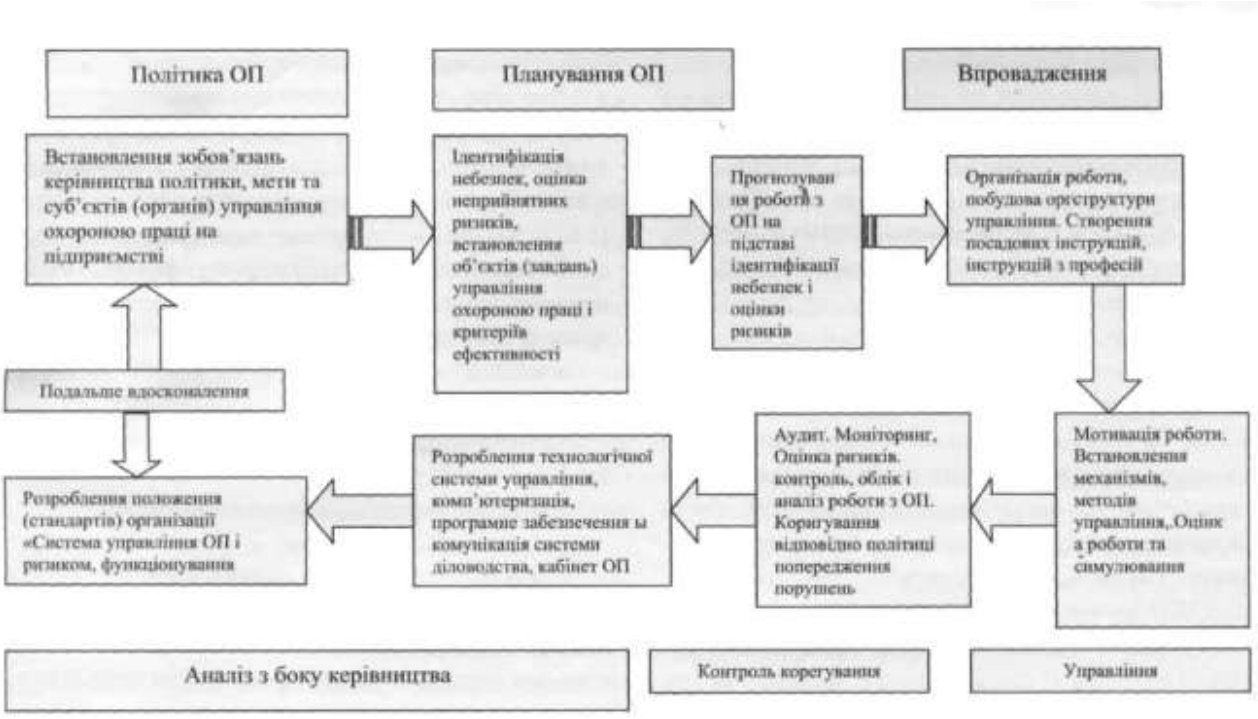


Рис. В 1 Етапи розроблення та подальшого вдосконалення системи управління охорони праці

Таблиця В.1

Категорії приміщень і будинків по пожежній і вибуховій небезпеці

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що перебувають (обертаються) у приміщенні
А (вибухопожежна)	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28° С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини й матеріали, здатні вибухати й горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.
Б (вибухопожеженебезпечна)	Горючі пили або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28° С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.
В1 - В4 (поженебезпечна)	Горючі й важкоспалимі рідини, тверді горючі й важкоспалимі речовини й матеріали (у тому числі пилу й волокна), речовини й матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним тільки горіти за умови, що приміщення, у якому вони перебувають або обертаються, не належить до категорій А або Б.
Г	Горючі речовини й матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистої теплоти, іскор полум'я; горючі гази, рідини й тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.
Д	Негорючі речовини й матеріали в холодному стані.