

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАЗУР ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ
ГОНЧАРУК ІННА ВІКТОРІВНА
ДІДУР ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ
ПАНЦИРЕВА ГАННА ВІТАЛІЇВНА
ТЕЛЕКАЛО НАТАЛЯ ВАЛЕРІЇВНА
КУПЧУК ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ

**ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ,
ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР**

Монографія



*Видано за рахунок видатків загального фонду державного бюджету
прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення
технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив,
бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та
фізіологічноактивних речовин» (0120U102034)*

Вінниця 2021

УДК: 633.31/.37.631.56

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (Протокол №11 від 27.05.2021 р.).

Рецензенти:

Хареба Володимир Васильович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, Заслужений діяч науки і техніки України.

Чинчик Олександр Сергійович, доктор с.-г. наук, професор Подільського державного аграрно-технічного університету.

Мазур Олександр Васильович, кандидат с.-г. наук, доцент Вінницького національного аграрного університету.

Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур. Вінниця : Нілан-ЛТД. 180 с.

ISBN 978-966-924-895-4

У монографії представлені науково-експериментальні дослідження, які розкривають теоретичні та практичні питання виробництва зернобобових культур, здатних розв'язати проблему дефіциту білка й поповнити світові продовольчі та кормові ресурси. У рамках проведення спільних науково-дослідних робіт Вінницького національного аграрного університету та Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, автори монографії – Мазур В.А., Дідур І.М. та Панцирева Г.В. є виконавцями прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Вradій О.І.), номер державної реєстрації 0120U102034. Наукові дослідження колективу авторів спрямовані на вирішення актуальних завдань технологічного оновлення та розвитку агропромислового комплексу України в рамках реалізації програми «Європейського Зеленого Курсу». Наукове обґрунтування інноваційних аспектів вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур дозволяє модернізувати систему підготовки майбутніх фахівців у галузі агротехнологій та підвищити виробничу і практичну направленість такої фахової підготовки.

ПЕРЕДМОВА

Короткий зміст монографії. Серед ресурсів життєзабезпечення суспільства продовольство посідає найголовніше місце. Україна є провідним виробником продовольства у світі навіть в умовах технологічного відставання галузі. Проте подальший розвиток аграрної сфери вимагає від держави розробки й впровадження продуманої стратегії модернізації аграрного виробництва. Агропромисловий комплекс, що виробляє сільськогосподарську сировину та продукти харчування, є гарантом продовольчої безпеки країни.

Однією з нагальних потреб аграрної галузі є забезпечення зростання виробництва рослинницької продукції, у тому числі зерна зернобобових культур, та підвищення конкурентоспроможності вітчизняних аграрних підприємств, що неможливо без державного регулювання та економічної підтримки сільського господарства.

Стратегічний розвиток агротехнологій з орієнтацією на світові тенденції у підходах до вирощування та удобрення сільськогосподарських культур зумовлюють необхідність у розробці адаптованих сортових технологій вирощування, що у підсумку забезпечить формування сучасної технологічної стратегії розвитку агропромислового комплексу України та гарантуватиме її продовольчу безпеку у довгостроковій перспективі. На сьогоднішній день багато видів зернобобових культур не втратили свого значення як важливі продовольчі культури і займають чільне місце у формуванні продовольчих і білкових ресурсів багатьох країн світу.

Унікальні властивості зерна зернобобових культур відкривають надзвичайно широкий спектр у вирішенні питань рослинного білка і дозволяють використовувати в багатьох напрямках переробної галузі: різноманітні продукти для повсякденного, дієтичного та функціонального харчування, виробництво кормів, виробництво ліків, косметичні засоби.

На сучасному етапі у період глобалізації світової економіки, виробництво зернобобових культур потребує гнучкого підходу до міжнародної конкурентної

боротьби, забезпечивши вирішення проблем продовольчої та екологічної безпеки. Зернобобові культури відіграють важливе значення в зерновому та кормовому балансі агроформувань України. Стратегічно Україна має взяти курс на зменшення обсягів експорту сировинних ресурсів та створення умов для організації поглибленої переробки, що сприятиме: задоволенню потреб інтенсивного тваринництва високобілковими кормами; створенню додаткових робочих місць; збільшенню податкових надходжень; забезпеченню продовольчої та екологічної безпеки України.

Інтенсифікація виробництва зерна в т. ч. кормового повинна стати одним із стратегічних напрямків прискореного реалізації програми Європейської Комісії, яка представила свою позицію стосовно реформи Спільної сільськогосподарської політики ЄС (ССП). На національному рівні державичлени ЄС впроваджуватимуть майбутню ССП за допомогою «стратегічних планів Спільної сільськогосподарської політики». Прийняте Європейською Комісією Комюніке містить рекомендації щодо розроблення національних стратегічних планів ССП, а індивідуальні рекомендації проведених наукових досліджень підсилять впровадження цілей програми Європейського Зеленого Курсу (Зелене сільське господарство), зокрема зниження на 50% використання хімічних пестицидів, втрат поживних речовин). Для цього необхідно зосередити увагу на створенні високопродуктивних сортів з уточненням зони стабільного виробництва, оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя (світло, тепло, волога, поживні речовини), що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку. Поряд із цим, в умовах зміни клімату необхідно буде сформувати єдину аграрну політику щодо виробництва зернобобових культур.

Монографія складається з 6 розділів, де в логічній послідовності розкриваються питання особливостей реакції нових сортів зернобобових культур на дію біотичних, абіотичних та антропогенних факторів середовища;

розробки сортових технологій вирощування стабільно високих урожаїв якісної продукції на засадах енергоощадження переробки продукції й екологічної її безпеки.

Наукова новизна та актуальність монографії. Одним з головних завдань аграрного виробника є не лише вирощування, а й доведення продукції до певних кондицій та організація вчасної її доставки на пункти системи заготівель, а також забезпечення збереження якості тієї частини, яка лишається у виробника. Від цього насамперед залежать реалізація глобального завдання АПК щодо поліпшення якості сільськогосподарської продукції, зниження її втрат під час післязбиральної обробки та зберігання. Галузі, що займаються зберіганням та переробкою сільськогосподарської продукції, відіграють провідну роль у забезпеченні населення продуктами харчування, а також в організації експорту зерна зернобобових культур, традиційним виробником яких є Україна.

Проблема забезпечення та підвищення якості білкової рослинної продукції актуальна для всіх країн і підприємств. Від її вирішення в значній мірі залежить успіх і ефективність національної економіки. Це є актуальною та важливою задачею, розв'язання якої буде значним вкладом у вирішенні проблеми рослинного білка, формування власних білкових та зернових ресурсів, підвищення родючості ґрунту та зміцнення економіки України.

У науковій роботі теоретично обґрунтовано та практично розроблено конкурентоспроможну біоорганічну сортову технологію вирощування зернобобових культур, яка передбачає розробку регламентів застосування комплексу альтернативних видів біоудобрень за їх вирощування у розрізі короткострокової та довгострокової дії та базисною надбудовою факторної оцінки блоку ґрунтових умов родючості, гідротермічних умов території, ресурсного забезпечення підприємств, екологічного стану регіону. Представлено відпрацьовані ефективні регламенти застосування різних видів біодобрив по їх вегетації та біоґрунтових препаратів за класичними типами у системі агротехнологій вирощування зернобобових культур. Розроблено

комплексну стратегією переходу на біоорганічні адаптовані сортові технології вирощування зернобобових культур з огляду на ресурсозабезпечення підприємства та гідротермічне забезпечення території.

Наукові дослідження колективу авторів спрямовані на вирішення актуальних завдань технологічного оновлення та розвитку агропромислового комплексу на основі обґрунтуванню енергоефективних та ресурсощадних режимів роботи вібраційної дискової дробарки при подрібненні фуражного зерна, шляхом експериментальної оцінки процесу.

Здійснено дослідження амплітудно-частотних характеристик розробленої машини в залежності від кутової швидкості приводного вала та при різній подачі матеріалу в робочу камеру. Визначено споживану потужність електродвигуна машини в залежності від кутової швидкості ротора, подачі матеріалу та діаметра перфорації сепараційної поверхні. Встановлено залежність продуктивності розробленої машини від кутової швидкості приводного валу, діаметра перфорації сепараційної поверхні та вологовмісту оброблюваного матеріалу. Виконано оцінку дисперсності вихідного матеріалу за питомим проходом крізь контрольне сито в залежності від кутової швидкості приводного вала та діаметра перфорації сепараційної поверхні. Встановлено раціональні параметри процесу подрібнення у вібраційному полі на основі регресійного аналізу отриманих експериментальних даних.

У більшості господарств основним видом продукції, яка зберігається, є зерно та насіння різних сільськогосподарських культур. Збереженість і раціональне використання вирощеного урожаю є важливим завданням кожного товаровиробника, кожного господарства незалежно від його структури, об'єму виробництва та інших показників. Суттєва роль у вирішенні проблеми забезпечення населення повноцінними продуктами харчування належить галузі з переробки сільськогосподарської продукції. Поряд з потужними підприємствами харчової промисловості останнім часом зростає кількість агропромислових підприємств різних форм власності, середньої і малої потужності з переробки сільськогосподарської продукції. На таких

підприємствах замість «великих» технологій застосовуються технології зі скороченим виробничим циклом з використанням різноманітного обладнання.

Наукова праця виконана в руслі нового напрямку досліджень, зорієнтованого на інтеграцію парадигм наукового знання в галузі рослинництва та землеробства, механізації, технології, а також на синтез різних концепцій вітчизняної та світової практики. Це, за задумом авторів дослідження, дає змогу наблизитись до розуміння складної, багатоаспектної та цілісної оцінки технологічних прийомів вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур.

Відсутність науково обґрунтованої концепції виробництва зернобобових культур є недоліком сучасного сільського господарства. Незважаючи на те, що наявні засоби виробництва дають можливість відійти від деяких класичних позицій в структурі посівних площ цих культур, азотфіксуючі рослини залишаються потужним і незамінним фактором підтримання екологічного балансу в агросистемах. Разом з тим, актуальною проблемою для України є розвиток альтернативних систем землеробства у напрямку розробки органічних (екологічно чистих) технологій вирощування основних с.-г. культур, відповідно до напрямків загальноєвропейської стратегії розвитку біологічних систем рослинництва і тваринництва. У цьому плані важливим є пошук альтернативних біоорганічних агротехнологій, які базуються на двох ключових складових: біодинамічних та біоорганічних системах удобрення з використанням препаратів мікробіологічного та біолого-стимулюючого характеру, дозволених до використання у рамках сертифікованого органічного землеробства та систем органічного землеробства, які включають відповідні адаптивні сортові технології із залученням високо інтенсивних селекційних ідіотипів. Базова складова реалізації розробок ґрунтується на підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва при одночасному зниженні антропогенного навантаження на навколишнє середовище і природні ресурси, що можливо досягти на основі розвитку органічного виробництва як альтернативної моделі господарювання. На відміну від інших методів ведення

сільського господарства, органічне виробництво засновано на використанні ресурсоощадливих технологій, мінімізації механічної обробки ґрунту та виключає використання синтетичних речовин. Пріоритетним напрямом для органічного сільського господарства є використання матеріалів і технологій, які покращують екологічну рівновагу в природних системах та сприяють створенню стійких і збалансованих агроєкосистем.

Дослідження носять складний мультидисциплінарний та системний характер у поєднанні адаптивних систем землеробства та адаптивних систем удобрення з огляду на сучасні тенденції кліматичних змін в контексті: створення ефективних механізмів підвищення родючості ґрунтів на основі акумуляції атмосферного азоту та накопичення органічної речовини з метою посилення процесів гуміфікації; забезпечення якісно нової кормової бази для поліпшення конверсії високобілкових кормів в продукцію тваринництва. Дослідження також спрямовані на якісно оновлений підхід до використання агропотенціалу природної родючості за поєднання продуктивності культур на основі природних ресурсів ґрунту та ефективної родючості – при застосуванні біологізованих компонентів удобрення та оптимізації самого удобрення.

Розробка та імплементація досліджень ґрунтується на глобальній проблематиці програми «Цілі сталого розвитку 2020-2030» (ціль 2 Подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння сталому розвитку сільського господарства) на положеннях Проєкту Стратегії сталого розвитку України до 2030 року та Національному плані дій до 2020 року (у розділах розбудови аграрного сектору економіки), положень «Економічної стратегії України 2030» (у контексті механізмів гарантування та регулювання продовольчої безпеки та відповідей на ризики у сфері агропромислового виробництва), положеннях Закону України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 03.09.2013 р. № 425-VII, Концепції Державної цільової програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року, Концепції державної

програми розвитку органічного виробництва в Україні, концепції програми Європейського Зеленого Курсу в Україні.

У рамках проведення спільних науково-дослідних робіт Вінницького національного аграрного університету та Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, автори роботи є виконавцями прикладного дослідження, що виконується за рахунок видатків фонду державного бюджету, на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакоренових підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034. Базові напрямки досліджень по роботі направлені на збереження продуктивності сільськогосподарських угідь, підвищення їх екологічної стійкості, збереження і відтворення родючості ґрунтів та запровадження системи і механізмів раціонального та ефективного використання земель сільськогосподарського призначення, а також забезпечення виконання вимог щодо порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для фінансування заходів із захисту, відтворення та підвищення родючості ґрунтів.

Основні науково-технічні результати (обов'язково у порівнянні з кращими вітчизняними та зарубіжними аналогами). Нестабільна ситуація в цілому у вітчизняній економіці та її аграрному секторі призводять до виробництва недостатньої кількості мінеральних добрив. Зростає залежність України від їх імпорту, а після останньої девальвації гривні для вітчизняних фермерів цей товар стає все дорожчим. Водночас гостро стоїть питання збереження та відновлення родючості ґрунтів, тому що максимальну ефективність аграрного виробництва можна забезпечити лише шляхом раціонального використання навколишнього середовища, науково-обґрунтованого внесення добрив та використання побічної продукції рослинництва. У результаті здійснення сільськогосподарського виробництва порушилася структура і змінилися типові властивості українських чорноземів.

Разом з тим відмічається, що питання якості ґрунтів та їхньої родючості сьогодні постало дуже гостро, адже ресурси ці не безмежні. Інтенсивні технології землеробства, якими масово захопилися аграрії в останні десятиліття, призвели до значного зменшення родючості ґрунтів, до погіршення їхнього стану та основних властивостей. Тому настав саме той момент, коли потрібно змінювати принципи господарювання. Одна з основних задач органічного землеробства – покращення стану ґрунтів. Відмічається, що планування сівозмін на 5-7 років вперед з обов'язковим включенням 30% зернобобових культур. Планування сівозмін на такий досить тривалий період може бути непростим завданням, адже є певні потреби ринку, які аграрії хочуть відслідковувати та враховувати. Проте потрібно вчитися працювати саме з довгостроковим плануванням щоб отримувати хороші врожаї зернобобових культур а потреба в адаптованих, сучасних технологіях вирощування таких культур як горох, соя, нут, сочевиця, чина та люпин стоїть надзвичайно гостро, особливо з огляду на сучасні тенденції удобрення та альтернативних мінімізованих системах обробітку ґрунту.

Певну увагу в роботі приділено питанням зберігання сільськогосподарської сировини, а також продуктів її переробки, бо, як відомо, відсутність наукового підходу до проблеми збереження продукції, порушення техніки зберігання призводить не тільки до кількісних, але і якісних втрат. Небажані зміни природних властивостей сировини потребують регулювання технологічних параметрів окремих технологічних стадій, унаслідок чого стабільність її вихідних параметрів може знижуватися.

Сьогодні в Україні та світі розроблено перспективні конкурентоспроможні адаптивні технології вирощування зернобобових культур на основі визначення особливостей росту, розвитку й формування ними врожаю за всебічного вивчення і диференційованого поєднання в технологічному процесі основних елементів: сорту, системи удобрення, обробітку ґрунту, захисту посівів від бур'янів, шкідників і хвороб, а також вивчає біологізовані їх моделі, що передбачають внесення невисоких доз

мінеральних добрив у поєднанні з побічною (нетоварною) продукцією попередників. Ці технології дають можливість отримувати врожайність гороху – 3,5-4,0, люпину білого – 3,2-3,5, люпину жовтого – 2,0-2,2, люпину вузьколистого – 3,0-3,2, квасолі – 2,5-2,8 т/га. Проте, слабким місцем таких технологій є прив'язка до конкретних типів ґрунтів, однонаправленість застосування класичних мінеральних добрив, орієнтування на стандартний формат застосування мікродобрив, відсутність тактики супутнього контролю за змінами ґрунтових умов родючості, суперечливі дані стосовно ефективності таких технологій за зміни системи обробітку ґрунту та впливу стресових факторів. У підсумку ефективність реальна реалізації урожайного потенціалу окресленого асортименту зернобобових культур на 30-55 %, а для цілого ряду перспективних цінних зернобобових культур нут, сочевиця – до 60-68 %. Такі аспекти підтверджують актуальність, інноваційність та виробничу значущість досліджень та його національну науково-виробничу актуальність для агропромислового комплексу України та світової землеробської практики.

Основними науково-технічними результатами є: конкурентоспроможна біоорганічна сортова технологія вирощування зернобобових культур із досягненням економічного ефекту від запровадження енергозатратних ресурсів; розробка дієвих регламентів застосування різних видів біодобрив по вегетації за різноваріантними їх типами у системі агротехнологій вирощування зернобобових культур; розробка оптимізованих та адаптованих систем застосування біоорганічних агрохімікатів у системі ґрунтового використання на основі мобілізаційних агрохімічних підходів (з огляду на ґрунтовий потенціал родючості та системи мікробіологічних та хімічних перетворень в системі ґрунт-рослина); розробка та впровадження етапних моделей переходу на біоорганічні технології обробітку ґрунту в розрізі класичних, поверхневих та мінімізованих схем; реалізація виробничої перевірки відпрацьованих моделей агротехнологій, інформаційно-консультативну практику із залученням мережі агроформувань різної форми власності; патенти у форматі корисних моделей та винаходів щодо компонентів адаптованих систем біоорганічних технологій у

розрізі досліджуваних зернобобових культур; публікаційну активність за рахунок фахових наукових публікацій різного рівня в тому числі цитованих у міжнародних наукометричних базах щодо результатів досліджень, в тому числі монографічного характеру, розробка розділів у запланованих підручниках з питань біологічного удобрення та альтернативних технологій вирощування сільськогосподарських культур; обґрунтуванню енергоефективних та ресурсоощадних режимів роботи вібраційної дискової дробарки при подрібненні фуражного зерна, шляхом експериментальної оцінки процесу.

Практична значимість, обсяг впровадження досліджень, досягнутий ефект. Впровадження результатів наукової розробки дозволить підвищити привабливість ринку виробництва високобілкової продукції внаслідок здешевлення виробничих витрат за рахунок рекомендації вітчизняних сортів зернобобових культур щонайменше на 20-25 % за одночасного зниження собівартості виробництва продукції у розрахованому попередньо інтервалі на 20-33 %. Запропоновано система використання вітчизняних сортових ресурсів стимулюватиме надходження до місцевих бюджетів за рахунок додаткового розширення виробництва рекомендованих біопрепаратів регіональними підприємствами щонайменше на 8-10 %. Це в свою чергу стимулюватиме зменшення обсягів експорту сировинних ресурсів та створення умов для організації поглибленої переробки, що сприятиме: задоволенню потреб інтенсивного тваринництва високобілковими кормами; забезпечення населення продуктами харчування, створенню додаткових робочих місць; збільшенню податкових надходжень; забезпеченню продовольчої та екологічної безпеки України. Наукова розробка сприятиме ефективній євроінтеграції України та загальному підвищенні якості сільськогосподарської продукції, яка відповідатиме світовим стандартам, дозволить підвищити ефективність реалізації державної політики України у галузі органічного та біологічного землеробства, сприятиме стабілізуючому уповільненні зниження природньої родючості ґрунту, підвищенню вмісту гумусу, поліпшенню мікробіологічного і фізико-хімічного стану для послідуєчих поколінь. Для цього зосереджено

увагу на оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя (світло, тепло, волога, поживні речовини), що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку.

В Україні та світі існують проблеми з родючістю ґрунту, наслідком яких стає поступове скорочення площ ґрунтів із високим вмістом гумусу, а також фосфору і калію. Одночасно збільшуються площі ґрунтів з невисоким рівнем забезпеченості цими речовинами. За орієнтовними оцінками з початку незалежності України загальна площа збіднілих на поживні речовини ґрунтів складає сотні тисяч гектарів. На фоні цього в Україні загальна площа зернобобових культур скоротилась більше ніж у двічі. А у світовому вимірі на 25-32 %. За рахунок цього в оцінці науковців ґрунти недотримують понад третини потенційно можливого симбіотично фіксованого азоту. З цих причин гостро стоїть проблема перенасичення технічними та зерновими культурами зокрема пшеницею та кукурудзою. Це створює небезпеку інтенсивного монокультурного виробництва, що у підсумку є реальною загрозою як для України, так і для світу з питань Продовольчої безпеки.

Науково-технічні розробки направлені на розв'язання окресленого кола проблем за рахунок адаптації існуючих технологій до домінуючих світових трендів удобрення, асортименту біоорганічних препаратів, тенденцій інтенсивного формування ринку органічної продукції.

У результаті виконання досліджень досягнуто екологічний, економічний та соціальний ефект. Довгостроковий економічний ефект досягнуто за рахунок загального зростання як культури землеробських технологій, так і зростання реалізаційної частки сортового потенціалу зернобобових сільськогосподарських культур за одночасного зростання ринкової привабливості та ліквідності отриманої продукції та її переробкою, вирощеної за новими технологіями та покращення інвестиційного клімату. Короткостроковий екологічний ефект досягнуто за рахунок стабілізації

агрохімічної деградації ґрунтового покриву орних земель, значного зниження агрохімічного навантаження по технологіях за одночасної мінімізації впливу ґрунтообробної техніки. Соціальний ефект полягає у стимулюванні вітчизняного органічного виробництва, створенні додаткових робочих місць, підвищення якості життя, формування і реалізації цілей сталого розвитку, формування і пропаганди здорового харчування та здоров'я нації тощо. Економічний, екологічний та соціальний ефект, який отримано в результаті виконання досліджень, що перевищує заплановані витрати. Результатом досліджень є зручна система технологічних прийомів вирощування, що призводить до підвищення рівня реалізації врожайного сортового потенціалу основних зернобобових культур, росту рентабельності їх виробництва у комплексі із забезпеченням екологічного та соціального ефектів.

Напрацювання дозволять у цілому підвищити загальну ефективність використання орних земель України та гарантуватимуть екологічну безпечність отриманої продукції та підвищать рівень екологічної стійкості регіону, забезпечать загальне підвищення продуктивності сільськогосподарських культур щонайменше на 15 % за одночасної економії виробничих ресурсів щонайменше на 18-27 %, сприятимуть маркетинговим перевагам вітчизняних виробників органічної продукції та супутніх технологічних компонентів у галузі зернобобового виробництва.

ЗМІСТ

ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИРОЩУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР	20
1.1. Агроекологічний потенціал зернобобових культур в умовах інтенсивного землеробства України	21
1.2. Виробництво зернобобових культур в Україні та Вінницькій області	33
1.3. Показники якості зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування	43
1.4. Технологічні показники якості зерна зернобобових культур як об'єктів зберігання та переробки	47
РОЗДІЛ 2. ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	55
2.1. Характеристика кліматичних та погодних умов	57
2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки	61
2.3. Методика проведення досліджень	66
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ПІД ВПЛИВОМ ПОГОДНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ	74
3.1. Зернова продуктивність зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування в умовах зміни клімату	76
3.2. Якісні показники зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування	79
3.3. Економічна ефективність вирощування зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування	82

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ	87
4.1. Дослідження процесу зберігання зернобобових культур	88
4.2. Розробка технологічних схем та рекомендацій з післязбиральної обробки зерна зернобобових культур	90
РОЗДІЛ 5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР	92
5.1. Технологічні прийоми переробки зернобобових культур при виробництві високобілкових кормів	93
5.2. Передумови інтенсифікації технології переробки зерна сої при виробництві високобілкових кормів	104
5.3. Експериментальне обґрунтування експлуатаційних режимів роботи вібраційної дискової дробарки	107
5.3.1 Оцінка амплітудно-частотних та енергетичних параметрів	107
5.3.2 Визначення технологічних параметрів досліджуваного процесу	110
5.4 Встановлення раціональних параметрів процесу подрібнення у вібраційному полі на основі регресійного аналізу	112
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНЕ ТА АГРОТЕХНІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР	127
ПІСЛЯМОВА	131
ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	135
СЛОВНИК НАЙУЖИВАНШИХ ТЕРМІНІВ	157
АВТОРСЬКА ДОВІДКА	167

ВСТУП

Серед ресурсів життєзабезпечення суспільства продовольство посідає найголовніше місце. Україна є провідним виробником продовольства у світі навіть в умовах технологічного відставання галузі. Проте подальший розвиток аграрної сфери вимагає від держави розробки й впровадження продуманої стратегії модернізації аграрного виробництва. Агропромисловий комплекс, що виробляє сільськогосподарську сировину та продукти харчування, є гарантом продовольчої безпеки країни.

Однією з нагальних потреб аграрної галузі є забезпечення зростання виробництва рослинницької продукції, у тому числі зерна зернобобових культур, та підвищення конкурентоспроможності вітчизняних аграрних підприємств, що неможливо без державного регулювання та економічної підтримки сільського господарства.

Стратегічний розвиток агротехнологій з орієнтацією на світові тенденції у підходах до вирощування та удобрення сільськогосподарських культур зумовлюють необхідність у розробці адаптованих сортових технологій вирощування, що у підсумку забезпечить формування сучасної технологічної стратегії розвитку агропромислового комплексу України та гарантуватиме її продовольчу безпеку у довгостроковій перспективі. Ключову роль у становленні збереженні рослинних ресурсів й екосистем, захисту довкілля, подолання голоду та бідності, забезпечення рівності та справедливості в світі відіграє реалізація Європейського Зеленого Курсу в Україні. На сьогоднішній день багато видів зернобобових культур не втратили свого значення як важливі продовольчі культури і займають чільне місце у формуванні продовольчих і білкових ресурсів багатьох країн світу.

Унікальні властивості зерна зернобобових культур відкривають надзвичайно широкий спектр у вирішенні питань рослинного білка і дозволяють використовувати в багатьох напрямках переробної галузі: різноманітні продукти для повсякденного, дієтичного та функціонального харчування,

виробництво кормів, виробництво ліків, косметичні засоби.

На сьогодні у період глобалізації світової економіки, виробництво зернобобових культур потребує гнучкого підходу до міжнародної конкурентної боротьби, забезпечивши вирішення проблем продовольчої та екологічної безпеки. Зернобобові культури відіграють важливе значення в зерновому та кормовому балансі агроформувань України. Стратегічно Україна має взяти курс на зменшення обсягів експорту сировинних ресурсів та створення умов для організації поглибленої переробки, що сприятиме: задоволенню потреб інтенсивного тваринництва високобілковими кормами; створенню додаткових робочих місць; збільшенню податкових надходжень; забезпеченню продовольчої та екологічної безпеки України.

Інтенсифікація виробництва зерна в тому числі кормового повинна стати одним із стратегічних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового виробництва України до 2030 р. Для цього необхідно зосередити увагу на створенні високопродуктивних сортів з уточненням зони стабільного виробництва, оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя (світло, тепло, волога, поживні речовини), що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку. Поряд із цим, в умовах зміни клімату необхідно буде сформувати єдину аграрну політику щодо виробництва зернобобових культур.

Варто відзначити, що одним з головних завдань аграрного виробника є не лише вирощування, а й доведення продукції до певних кондицій та організація вчасної її доставки на пункти системи заготівель, а також забезпечення збереження якості тієї частини, яка лишається у виробника. Від цього насамперед залежать реалізація глобального завдання АПК щодо поліпшення якості сільськогосподарської продукції, зниження її втрат під час післязбиральної обробки та зберігання. Галузі, що займаються зберіганням та переробкою сільськогосподарської продукції, відіграють провідну роль у

забезпеченні населення продуктами харчування, а також в організації експорту зерна зернобобових культур, традиційним виробником яких є Україна.

Проблема забезпечення та підвищення якості білкової рослинної продукції актуальна для всіх країн і підприємств. Від її вирішення в значній мірі залежить успіх і ефективність національної економіки. Це є актуальною та важливою задачею, розв'язання якої буде значним вкладом у вирішенні проблеми рослинного білка, формування власних білкових та зернових ресурсів, підвищення родючості ґрунту та зміцнення економіки України.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИРОЩУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Завданням сучасного сільськогосподарського виробництва України є забезпечення зростання зерновиробництва, яке сприятиме формуванню запасів рослинних ресурсів, поліпшенню забезпечення галузі тваринництва високоякісними повноцінними кормами, а населення – продуктами харчування. Найважливішою складовою цього завдання є подолання дефіциту кормового і харчового білка. Сучасні технології вирощування кормових зернових бобових культур не забезпечують реального виходу кормового білку, який би наближався до генетичного потенціалу рослин. Основним джерелом рослинного білка є бобові культури, які за вмістом сирого протеїну переважають у 2,2–2,5 рази злакові культури.

У сучасних умовах для розв'язання білкової проблеми привертають до себе увагу зернобобові культури як джерело збалансованого за амінокислотним складом, найдешевшого та екологічно чистого білка. У порівнянні зі злаковими культурами зернобобові містять у насінні в 1,5–2,0, а деякі в 3 рази більше білкових речовин і забезпечують найвищий вихід перетравного протеїну і незамінних амінокислот з гектара посіву. Завдяки цьому однорічні бобові культури – горох, боби, люпин, вика та інші – можна використовувати як білкові добавки у потребах тваринництва

Створення сучасної технології вирощування зернобобових культур та розробка їх окремих технологічних прийомів для сортів, впроваджених у виробництво з метою підвищення виробництва зерна є актуальним напрямом сучасного рослинництва в вирішенні проблеми рослинного білка та покращення родючості ґрунту.

Використання інноваційних підходів до вирощування зернобобових культур та його обробки, зберігання і переробки на харчові продукти і корми, є найбільш прогресивним напрямком розвитку агропромислового виробництва.

Зернобобові культури широко застосовують у різних галузях народного господарства багатьох країн світу. Особливістю зернобобових культур є те, що в їхньому хімічному складі, порівняно з традиційними зерновими, міститься порівняно велика кількість енергетично і біологічно цінних речовин, співвідношення і склад яких формує унікальні особливості і високі споживчі властивості продуктів переробки даних рослин.

1.1. Агроекологічний потенціал зернобобових культур в умовах інтенсивного землеробства України

Сучасні польові сівозміни України, що задіяні у товарному вирощуванні сільськогосподарських культур, займають площу біля 19941900 га. З них близько 70% зазначеної площі ріллі зайняті під технології інтенсивного землеробства, що застосовуються у сільськогосподарських підприємствах, які обробляють орендовану землю.

В Україні такі технології характеризуються вирощуванням обмеженої кількості культур у сівозміні, серед яких переважають пшениця озима, що займає 31 % у структурі посівних площ, соняшник – 30 %, кукурудза – 23 % у структурі; інтенсивним застосуванням мінеральних добрив, обсяги яких за вирощування зазначених культур сягають 200 – 300 кг/га у діючій речовині основних елементів живлення азоту, фосфору і калію, що у фізичній масі мінеральних добрив сягає 1000 кг/га; багаторазовим застосуванням синтетичних пестицидів, кількість внесення яких впродовж одного вегетаційного періоду може складати до 10 разів при вирощуванні однієї культури; частим поверненням на одне і те ж поле вирощуваної культури, що може складати через один-два роки, а для кукурудзи – вирощування підряд впродовж двох-трьох років; неоптимальним чергуванням культур у сівозміні, коли для кукурудзи та пшениці озимої основним попередником виступає соняшник, а для соняшника – кукурудза.

За таких високотехнологічних умов вирощування культур в Україні, складаються несприятливі умови для росту і розвитку рослин, що вимагає

подальшого підвищення обсягів застосування засобів хімізації – мінеральних добрив і синтетичних пестицидів.

Враховуючи нестачу органічних добрив у сучасній сівозміні українського сільського господарства, коли у 2019 році удобрена площа ґрунтів гноєм склала лише 503600 га, що становить лише 2,7 % площі ріллі із розрахунковим внесенням органічних добрив на усю площу ріллі України 0,5 т/га при науково обґрунтованій нормі 18,3 т/га, які б могли частково стабілізувати стійкість таких агроєкосистем, постає важлива проблема пошуку альтернативних способів поповнення запасу органічної речовини у ґрунті, що сприятиме не тільки покращенню агроєкологічного стану ґрунтів, але й зумовить підвищення стійкості таких одноманітних агроєкосистем до впливу шкочочинних організмів – шкідників, хвороб і бур'янів, чисельність яких різко зросла.

У сучасних умовах ведення інтенсивного землеробства України альтернативним способом поповнення запасу поживних речовин і органічної речовини у ґрунті є заорювання побічної продукції найпоширеніших культур, що вирощуються у сівозміні: соломи, стебел і стерні пшениці озимої, ріпаку озимого, кукурудзи, соняшнику та інших. В Україні такий агроєкологічний захід тривалий час не застосовувався, оскільки в часи існування Радянського Союзу солома зернових культур, стебла кукурудзи і соняшнику використовувалися для тваринництва в якості корму та підстилки. Починаючи з 2000-х років різке скорочення тваринницької галузі українського сільського господарства зумовило залишення побічної продукції рослинництва у полі з послідуєм її спалюванням. Лише починаючи з 2010-х років сільськогосподарські підприємства почали подрібнювати рослинні рештки та заорювати у якості органічного добрива. Та й у таких умовах частина побічної продукції пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику, ріпаку озимого вилучається з полів для виробництва біопалива.

Проте, більш вагомим чинником збільшення обсягів накопичення поживних речовин у ґрунтах сільськогосподарських угідь України є заорювання побічної продукції зернобобових культур, яка характеризується

значно вищим вмістом поживних речовин у своєму хімічному складі, симбіотичною азотфіксацією зернобобових культур під час їх вирощування, проте агроекологічне значення зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні України недооцінене.

Традиційною зернобобовою культурою сільськогосподарських угідь України впродовж другої половини двадцятого століття був горох посівний, який займав у структурі посівних площ кожного господарства не менше 10%. У ті часи його солома використовувалася на корм тваринництву, тому не розсівалася по полях. Винос поживних речовин з ґрунту вирощуваними культурами компенсувався значними обсягами внесення органічних добрив. Агроекологічне значення гороху у ті часи визначалося його симбіотичною азотфіксацією та оптимальними характеристиками цієї культури, як парового попередника пшениці озимої.

Разом із тим, ще непоодинокі випадки, коли солома на полях після збирання врожаю просто спалюється. При цьому, безповоротно втрачається з одного гектара біля 1,5–2 т органічної речовини, а також порушується мікрофлора ґрунту. Це призводить до зниження родючості ґрунтів, що позначається і на урожайності сільськогосподарських культур. І хоча в Україні на законодавчому рівні існує заборона такого спалювання рослинних решток, все ж таки з року в рік вона багатьма підприємствами нехтується.

У 21 столітті посівні площі гороху в Україні різко скоротилися, а його агроекологічне значення суттєво зросло. Зменшення посівних площ гороху зумовлено економічно-бізнесовими чинниками та не дуже високою інтенсифікацією технології його вирощування. У той же час почали зростати посівні площі інших, часто малопоширених зернобобових культур, зокрема сої, нуту, люпину, сочевиці.

Зелена маса зернобобових культур більше, ніж інші органічні добрива, містить органічної речовини, причому дуже цінних компонентів для підвищення родючості ґрунту: целюлоза, пентозами, геміцелюлоза і лігнін, які є

вуглеводними енергетичними субстратами для ґрунтових мікроорганізмів. Це основний будівельний матеріал для гумусу ґрунту.

З однієї тонною соломи зернових та зернобобових культур у середньому у ґрунт повертається 4,2 кг азоту, 1,7 кг фосфору, 8,3 кг калію, 4,2 кг кальцію, 0,7 кг магнію, і ряд мікроелементів. Удобрення соломою підвищує доступність фосфору і калію ґрунту, за рахунок розчинюючої дії речовин кислої природи, що утворюються при її розкладанні. При заорюванні соломи в кількості 5 т/га в ґрунт щорічно повертається до 40 кг/га калію і до 66 кг/га азоту, як найбільш істотних складових мінерального живлення. Звичайно, поживні елементи, що зв'язані в органічній речовині соломи, будуть доступні для рослин тільки через 3–5 років – після розкладання соломи. Але при систематичному внесенні соломи ця проблема відпаде сама собою.

До складу соломи входять всі необхідні рослинам поживні речовини, які після мінералізації легко доступні рослинам. Широке співвідношення C : N у соломі зернових культур (70 – 80 : 1) дуже впливає на розкладання її в ґрунті. Целюлозорозкладаючі мікроорганізми відчують потребу в азоті. При дефіциті його в соломі мікроорганізми споживають мінеральний азот із ґрунту, тобто йде процес іммобілізації азоту. Установлено, що для нормального протікання процесів розкладання соломи, співвідношення C : N повинне бути 20 – 30 : 1. Тому ефективність удобрення соломою зернових культур помітно зростає при поєднанні її з додатковими джерелами мінерального азоту. В залежності від культури, що виступала попередником, доза мінерального азоту може коливатися від 3 до 11 кг д. р./т. Проте, цієї проблеми не спостерігається при заорюванні соломи зернобобових культур, у яких співвідношення C : N є оптимальним для розкладання соломи та не потребує додаткового внесення мінерального азоту.

Щорічне внесення соломи покращує агрофізичні властивості ґрунту. Зокрема на 3–4 рік підвищується у ньому кількість найцінніших водостійких агрегатів розміром понад 0,25 мм і збільшується водопроникність ґрунту. Солома позитивно впливає на мікробіологічну активність ґрунту. Внесення

соломи збільшує приблизно в 2 рази кількість целюлозолітичної мікрофлори у порівнянні з контролем, а також призводить до збільшення активності азотфіксації в ґрунті. Внесення соломи викликає посилення «дихання» ґрунту – виділення вуглекислого газу, який необхідний рослинам у процесі фотосинтезу.

У процесі деструкції соломи утворюються фізіологічно активні речовини, які в малих концентраціях здатні позитивно впливати на ріст і розвиток рослин. Вихід соломи залежить від сільськогосподарської культури та її урожайності. Співвідношення між основною продукцією і соломою коливається у межах 1:0,8 – 1:2,0. Розрахунки показують, що середньорічні обсяги виходу соломи зернових і зернобобових культур у сільському господарстві України за останні п'ять років становлять 56 млн т. Заорювання даного обсягу соломи може забезпечити повернення в ґрунт близько 280 тис. т азоту, 140 тис. т фосфору і 448 тис. т калію. Цієї кількості елементів живлення достатньо для отримання прибавки врожаю зерна пшениці озимої в обсязі 3–3,5 млн т.

Найбільшими джерелами постачання поживних решток в Україні за їх обсягами, виходячи з посівних площ, є солома пшениці – 30,3 %, стебла кукурудзи на зерно – 17,9 %, соломи ячменю – 12,0 %, стебла соняшника – 23,8 % та ріпаку – 12,6 %. Максимально застосовуючи рослинні рештки для удобрення сільськогосподарських культур, можна розраховувати на їх щорічне внесення у сприятливі роки близько 5 т/га, в несприятливі – до 3,5 т/га.

Розкладання рослинних решток у ґрунті проходить повільно і залежить від якості заорювання й погодних умов. Встановлено, що за 2,5 – 4 місяці розкладається до 46 % соломи, за півтора-два роки – до 80 %. За розкладання 1 т соломи в ґрунті вже через 3 місяці утворюється близько 50 кг гумусу, а через 2 роки – близько 90–100 кг.

Поряд із зазначеними властивостями побічної продукції зернових культур, зернобобові рослини мають ряд переваг, що може значно збільшити їх позитивний агроекологічний ефект при нижчих економічних затратах.

Зростання агроекологічного значення зернобобових культур у сівозміні визначається не лише їх накопиченням органічної речовини з побічною продукцією за більш сприятливого співвідношення між азотом та вуглецем, але й симбіотичною азотфіксацією, стрижневою кореневою системою, що добре розрихлює ґрунт, різноманітністю культур у сівозміні та покращенням їх чергування, через короткий вегетаційний період зернобобових культур – додатковим накопиченням вологи у ґрунті, очищенням агроєкосистеми від шкідників, хвороб і бур'янів. У той же час необґрунтовано мала посівна площа зернобобових культур в Україні не дозволяє повністю реалізувати їх агроекологічний потенціал.

У той же час основний агроекологічний акцент на сьогоднішній день робиться на традиційних протягом останніх років зернобобових культурах – горосі та сої, але у господарствах починають зростати посівні площі інших зернобобових культур, зокрема нуту, сочевиці, квасолі, бобів. Про їх агроекологічне значення у сівозміні відомо надзвичайно мало.

За даними Державної служби статистики в Україні у 2019 році посівні площі під зернобобовими культурами становили 566,0 тис. га, що складає близько 2,8 % від загальної посівної площі в Україні та є дуже низьким показником (рис. 1.1).

Згідно науково обґрунтованих розрахунків, мінімально необхідна посівна площа зернобобових культур у структурі посівних площ польових рослин в Україні для стабілізації агроекологічного стану агроєкосистем, має становити не менше 10 % від площі ріллі. Для цього посіви зернобобових культур в Україні необхідно довести до загальної площі 1994190 га, тобто збільшити у 3,5 рази. Від існуючої у 2019 році.

Від так, у 2015 році в Україні, за даними Державної служби статистики, посівна площа лише сої, без урахування інших зернобобових культур, становила 1999,8 тис. га, що відповідало мінімальним агроекологічним вимогам щодо стабілізації стану агроєкосистем.

Проте, в силу зміни кліматичних умов, що зумовлено з глобальним потеплінням, спостерігалось істотного зменшення урожайності сої і з того часу посівні площі цієї культури почали різко зменшуватись.



Рис. 1.1. Посівні площі основних культур у польових сівозмінах України у 2019 році

Найбільша посівна площа серед зернобобових культур, за даними Державної служби статистики в Україні у 2019 році належала гороху – 347,0 тис. га. Посівна площа сої склала 129,8 тис. га. Решта зернобобових культур мають незначну посівну площу: від 42,0 тис. га – у квасолі, до 3,2 тис. га – у бобів (табл. 1.1.).

У структурному відношенні частка гороху серед усіх зернобобових культур, що вирощуються в Україні, становить 61,3 %, частка сої – 22,9 %. Сочевиця та боби у структурі посівних площ серед зернобобових культур України займають найменшу частку – відповідно 1,4 % та 0,6 % (рис. 1.2).

Таблиця 1.1

Посівні площі та рівень урожайності зернобобових культур в Україні у 2019 році (за даними Державної служби статистики)

№	Вирощувана культура	Посівна площа, тис. га	Урожайність, т/га
1	Соя	129,8	2,29
2	Горох	347,0	2,28
3	Нут	36,0	1,40
4	Сочевиця	8,0	1,39
5	Квасоля	42,0	1,59
6	Боби	3,2	2,32
	Всього зернобобових культур	566,0	-

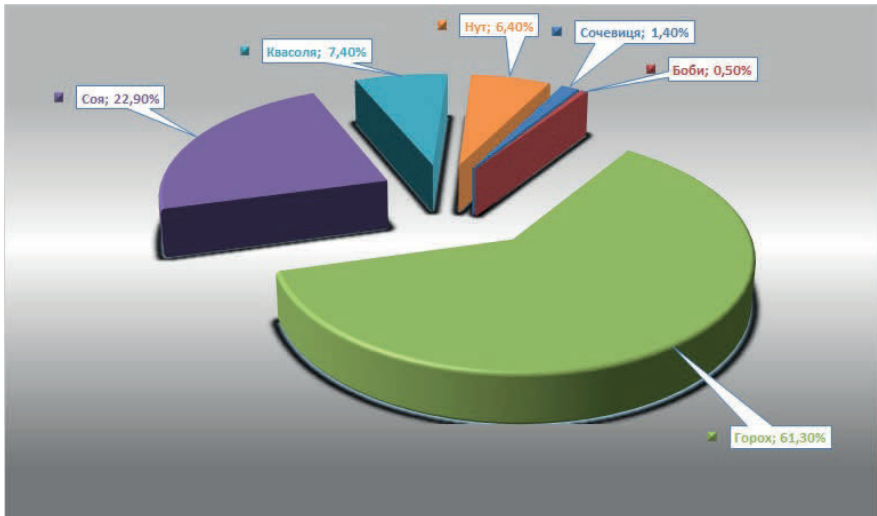


Рис. 1.2. Структура посівних площ зернобобових культур в Україні у 2019 році.

Середня урожайність зернобобових культур, за даними Державної служби статистики в Україні у 2019 році варіювала в межах 1,39 – 2,32 т/га. Найвищою вона була у бобів, сої та гороху, а найнижча – у сочевиці, нуту та квасолі. Якщо взяти за орієнтир зернову яру культуру – ячмінь ярий, то

урожайність зернобобових культур, порівняно з нею, була у 0,7 – 2,4 рази меншою.

Співвідношення зерна до побічної продукції усіх зернобобових культур є подібним і знаходиться у діапазоні 1 : (1,2-1,5). Найбільше побічної продукції від маси насіння утворюють боби, а найменше – сочевиця (табл. 1.2). За співвідношенням зерна до побічної продукції, зернобобові утворюють більше побічної продукції, ніж зернові культури і за цим показником наближаються до ріпаку озимого.

Таблиця 1.2

Обсяги утворення побічної продукції зернобобових рослин у інтенсивній сівозміні

Культура	Співвідношення зерна до побічної продукції	Середній обсяг утворення побічної продукції, т/га
Соя	1 : 1,4	3,2
Горох	1 : 1,4	3,2
Нут	1 : 1,3	1,8
Сочевиця	1 : 1,2	1,7
Квасоля	1 : 1,4	2,2
Боби	1 : 1,5	3,5

Враховуючи середній рівень урожайності зернобобових культур в Україні, нами було розраховано утворення ними вегетативної маси побічної продукції (соломи, стебел). Найбільше побічної продукції у грунт можуть повернути боби – 3,5 т/га, соя і горох – на 8,6 % менше, квасоля – на 37,1 %, а найменше – нут і сочевиця – 1,7 – 1,8 т/га. Порівняно з іншими польовими культурами інтенсивної сівозміни, повернення до ґрунту побічної продукції зернобобових культур є нижчим, ніж від таких культур як пшениця озима, кукурудза, соняшник, але така ж як при утворенні побічної продукції від ячменю ярого.

Вміст основних поживних речовин у побічній продукції усіх зернобобових культур подібний і становить: азоту – 10,0–12,0 кг/т, фосфору –

3,4–3,6 кг/т, калію – 4,6–5,0 кг/т (табл. 1.3).

Дещо вищим вмістом поживних елементів у побічній продукції характеризується соя, а решта культур мають приблизно однакові показники. За вмістом азоту зернобобові культури переважають зернові у 2,3–2,7 рази, фосфору – у 1,5–1,6 рази і поступаються за вмістом калію.

Таблиця 1.3

Вміст основних елементів у побічній продукції зернобобових культур, кг/т

Культура	N	P	K
Соя	12,0	3,6	5,0
Горох	10,0	3,5	4,6
Нут	10,6	3,5	4,7
Сочевиця	10,8	3,4	4,6
Квасоля	10,6	3,5	4,7
Боби	10,6	3,6	4,7

Із вегетативною масою побічної продукції зернобобових культур, у ґрунт від неї надійде 19,1 – 38,4 кг/га мінерального азоту. Найбільше його буде накопичено за вирощування сої та бобів, а найменше – за вирощування нуту і сочевиці (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Обсяги накопичення у ґрунті основних елементів живлення при заорюванні рослинних решток побічної продукції та симбіотична азотфіксація зернобобових культур, кг/га

Культура	Надійде у ґрунт елементів живлення з рослинними рештками			Симбіотична азотфіксація
	N	P	K	
Соя	38,4	11,5	16,0	120
Горох	32,0	11,2	14,7	100
Нут	19,1	6,3	8,5	80
Сочевиця	18,4	5,8	7,8	85
Квасоля	23,3	7,7	10,3	70
Боби	37,1	12,6	16,5	110

Заорювання побічної продукції сої забезпечує надходження у ґрунт майже у два рази більше мінерального азоту, ніж його надійде за приорювання рослинних решток пшениці озимої.

Найбільше мінерального фосфору надійде у ґрунт при вирощуванні бобів – 12,6 кг/га, а також сої та гороху – 11,2–11,5 кг/га, що у 1,1–1,3 рази більше, ніж надійде його у ґрунт з соломною пшениці озимої. Найменше мінерального фосфору надійде у ґрунт з побічною продукцією сочевиці – 5,8 кг/га.

Надходження калію у ґрунт з побічною продукцією бобів і сої буде найбільшим і складатиме 16,0–16,5 кг/га. В той же час найменше його надійде при вирощуванні сочевиці – 7,8 кг/га.

На відміну від інших сільськогосподарських рослин, зернобобові культури здатні фіксувати симбіотичний азот з допомогою бульбочкових бактерій та додатково збагачувати ним ґрунт. Найбільше його фіксує соя – 120 кг/га, боби – на 10 кг/га менше, горох – на 20 кг/га, квасоля – на 50 кг/га, нут – на 40 кг/га та сочевиця – на 35 кг/га менше.

Враховуючи комплексний вплив вирощування зернобобових культур на оптимізацію агроекологічного стану ґрунту, який включає перетворення частини органічної маси побічної продукції у гумус, накопичення з неї поживних речовин азоту, фосфору і калію, а також вироблення зернобобовими культурами біологічного азоту у симбіозі з бульбочковими бактеріями, нами було розраховано загальний позитивний вплив усіх зернобобових культур на стан ґрунту, що враховує усі перераховані чинники та представлений у відносних одиницях на рис. 1.3.

Найбільший позитивний вплив на агроекологічний стан ґрунту здійснює вирощування сої з відносним показником 2,18, а також боби – 2,11. Вирощування гороху має дещо менший показник – 1,90. Решта зернобобових культур – нут, сочевиця та квасоля мають найменший відносний показник впливу на ґрунт – 1,32 – 1,34.

Доведено, що збільшення площ зернобобових культур у інтенсивній сівозміні здійснить позитивний вплив на агроекологічний стан ґрунту. Зокрема,

вирощування бобів дозволяє отримати найвищу масу побічної продукції, що може бути заорана у ґрунт – 3,5 т/га.

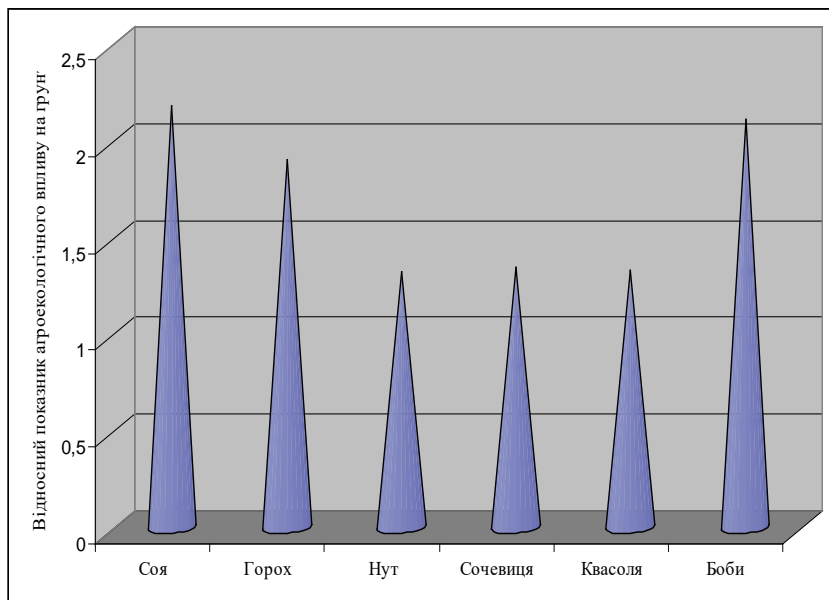


Рис. 1.3. Відносний агроекологічний ефект впливу на ґрунт вирощування зернобобових культур

Також побічна продукція бобів характеризується найвищим вмістом мінерального фосфору – 3,6 кг/т, що забезпечує надходження у ґрунт найбільше мінерального фосфору – 12,6 кг/га серед усіх зернобобових культур, а також калію – 16,5 кг/га.

Побічна продукція сої характеризується найвищим вмістом азоту – 12,0 кг/т, фосфору – 3,6 кг/т та калію – 5,0 кг/т. Це дозволяє після вирощування сої накопичити у ґрунті з побічною продукцією найбільше мінерального азоту – 38,4 кг/га. Також соя характеризується найвищою симбіотичною азотфіксуючою здатністю серед усіх зернобобових культур – 120 кг/га.

Побічна продукція зернобобових культур має вищий вміст азоту у 2,3–2,7 рази, фосфору – у 1,5–1,6 рази, порівняно з побічною продукцією зернових

культур. Також при заорюванні побічної продукції сої у ґрунт надійде мінерального азоту у 2 рази, а фосфору – у 1,1 – 1,3 рази більше, ніж при заорюванні побічної продукції пшениці озимої.

Серед усіх зернобобових культур, що вирощуються в Україні, найбільший позитивний комплексний агроекологічний вплив на ґрунт, що враховує надходження органічної маси з побічної продукції, мінерального азоту, фосфору і калію з нею і симбіотичну азотфіксацію, буде здійснювати вирощування сої та бобів.

1.2. Виробництво зернобобових культур в світі, Україні та Вінницькій області.

Агропромисловий комплекс України – потужний сегмент виробництва, що значною мірою визначає соціально-економічний розвиток та продовольчу безпеку країни, рівень життя та зайнятість населення, забезпечення переробних підприємств сировиною. Значну роль у розвитку аграрного напрямку економіки України займають зернобобові культури.

У кризових умовах сільське господарство залишається чи не єдиною галуззю економіки України що залишається стабільною та забезпечує надходження грошових коштів від експорту продукції. Цьому сприяють високі обсяги збирання основних зернобобових культур. Зернові бобові культури користуються попитом, як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках.

Актуальною проблемою для України є розвиток альтернативних систем землеробства у напрямку розробки нових органічних технологій вирощування основних с.-г. культур, відповідно до напрямків загальноєвропейської стратегії розвитку біологічних систем рослинництва і тваринництва.

На відміну від інших методів ведення сільського господарства, органічне виробництво засновано на використанні ресурсоощадливих технологій, мінімізації механічної обробки ґрунту та виключає використання синтетичних речовин.

Вінницька область є одним із найбільших регіонів – виробників зерна в Україні. Розвиток зерновиробництва значною мірою визначається розміром посівних площ, урожайністю зернових бобових культур і структурою валових зборів.

Одним з шляхів збільшення виробництва зерна бобових є застосування у технології вирощування високоякісного насіння, що забезпечує стабілізацію врожайності за умов зміни клімату. З цією метою необхідно визначити основні складові технології, за яких створюються сприятливі умови формування врожаю насіння з необхідними показниками якості. Особливо це важливо в сучасних умовах неконтрольованого ведення землеробства в більшості господарств та підвищеного надходження теплових ресурсів.

Питаннями оптимізації структури посівних площ бобових культур і їх роль в регулюванні родючості ґрунтів та підвищенні продуктивності сільськогосподарських тварин наведено у дослідженнях Черенков А.В. Розроблено моделі сівозмін з елементами біологізації при насиченні їх бобовими культурами, а також внесено пропозиції щодо комплексного розвитку галузі зерновиробництва Петриченко В.Ф. (2014), Чинчик О.С. (2019), Каленська С.М. (2015), Черенков А.В. (2016), Бахмат О.М. (2018), Панцирева Г.В. (2017), Чоловський Ю.М. (2015), Голодна А.В. (2012), Мордванюк М.О. (2018), Чорна В.М. (2015).

Дослідження ефективності використання біодобрив та біостимуляторів активно проводяться в Україні починаючи з 90-х років минулого століття. Плідно дані питання за останніх п'ять років обговорювались у дослідженнях Кохана А.В. (2016), Мазура В.А. (2019), Вінюкова О.О. (2015), Волкогона В.В. (2015), Дідура І.М. (2018), Брегинця О.В. (2015), Поліщука І.С. (2015), Найдонової О.Є. (2015), Коваленко О.А. (2015), Дубовика Д.Ю. (2016), Сокол С.В. (2016), Колтунова В.А. (2018) та ін.

Упровадженню біоорганічних прийомів вирощування присвятили свої праці Петриченко В.Ф. (2018), Мазур В.А. (2017), Патики В.П. (2015), Бабич О.А. (2017), Колісник С.І. (2015), Панцирева Г.В. (2018), Шевніков М.Я. (2019),

Коць С.Я. (2016), Камінський В.Ф. (2017), Бахмат О.М. (2018), Шерстобоева О.В. (2016), Elsheikh E.A. (2016), Tagore G.S. (2016), Mishra A.C. (2016) та ін. Проте питання щодо особливостей водоспоживання зернобобових культур залишається недостатньо вивченим та потребує відповідного наукового обґрунтування.

Невирішеними питаннями вказаних досліджень з урахуванням позитивного ефекту, встановленого переважно під час застосування системи біологічного удобрення є комплексність застосування біодобрив у варіантах обробки насіння, ґрунтове внесення, застосування у кілька етапів за вегетацією з використанням біодобрив різної природи від симбіонтів, гуматів до комплексу біокомпонентів за вегетацією у форматі позакореневого живлення.

Важливим аспектом досліджень залишилось також вивчення взаємодії біопотенціал у бобових культур у системі ґрунт-рослина з позиції потенціалу накопичення біологічного азоту, вплив на поживний та мікробіологічний режим ґрунтів та його біоту, вплив бобових культур як попередників з огляду на їх післядію тощо.

Отже, саме технологічна модернізація землеробства, залучення штучних засобів регулювання продуктивності рослин, помітних змін клімату, важливо визначити завдяки інноваційним орієнтирам в питаннях землекористування, структури посівних площ, застосування добрив і органічних решток, добору сортів та гібридів, законодавчого закріплення науково обґрунтованих позицій.

За тривалістю життєвого циклу зернобобові культури належать до однорічних (монокарпічних) рослин. До групи зернових бобових культур відносяться рослину гороху, сочевиці, квасолі, чини, сої, нуту, кормових бобів, люпину, машу, арахісу та вігні. Всі вони належать до родини бобових (*Fabaceae* L.).

У даний час горох є однією з найбільш поширених зернобобових культур. У світовому землеробстві він вирощується на всіх континентах земної кулі. Для європейських країн горох є основною зерною бобовою культурою, яка вирощується на харчові та кормові цілі на площі близько 3 млн. га. Горох

довгий період був найбільш поширеною зернобобовою культурою в зоні Лісостепу України.

Проте серед зернобобових культур особливо виділяється соя як високобілкова і високоолійна культура. В Україні в останні роки соя потіснила горох і займає більшу площу завдяки кращій пристосованості до різкого коливання погодних умов, особливо досить нерівномірного розподілу кількості опадів та нестабільного зволоження ґрунту впродовж вегетаційного періоду.

Зернобобові культури в Україні представлено трьома основними культурами: соєю, горохом та квасолею. На сьогодні широкого розповсюдження набувають рослини нуту та люпину, зокрема вузьколистий та білий (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Ботаніко-генетична характеристика зернобобових культур*

№ п.п.	Культура	Рід	Вид	Диплоїдний набір хромосом (2n)
1	Горох посівний	<i>Pisum L.</i>	<i>P. Sativum L.</i>	14
2	Люпин білий	<i>Lupinus L.</i>	<i>L. albus L.</i>	50
3	Люпин вузьколистий	<i>Lupinus L.</i>	<i>L. angustifolius L.</i>	40
4	Нут посівний	<i>Cicer L.</i>	<i>C. arietinum L.</i>	16
5	Соя	<i>Glycine Willd</i>	<i>G. hispida L.</i>	40

* Ботанічна характеристика родів представлена згідно даних ВІР

У таблиці 1.5 представлена ботаніко-генетична характеристика досліджуваних видів (із врахуванням приналежності основної маси досліджуваних сортів, без врахування диких та малопоширених форм).

Поширення зернобобових культур у світі нерівномірне та залежить від кліматичних умов зони вирощування у поєднанні із генетико-біологічними особливостями рослин (табл. 1.6).

Згідно проаналізованих даних статистичного збірника «Рослинництво України» щодо розмірів посівних і зібраних площ, валових зборів й урожайності основних сільськогосподарських культур і багаторічних насаджень встановлено, що найбільші посівні площі серед зернобобових культур займають рослини гороху посівного.

Таблиця 1.6

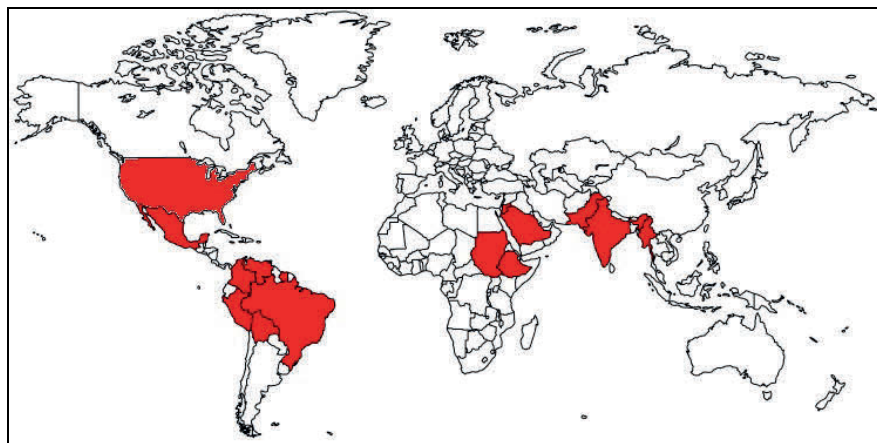
Посівні площі зернобобових культур у світі та Україні

№ п.п.	Культура	Світ	Африка	Америка	Азія	Океанія	Європа	Україна*
Посівні площі, млн. га								
Всього		159,4	23,9	60,5	66,9	2,2	5,9	1,4
1	Горох	6,7	0,5	1,0	1,8	0,3	3,0	1,0
2	Люпин	1,5	0,02	0,04	0,002	1,3	0,1	0,02
3	Нут	11,1	0,5	0,2	10,0	0,2	0,1	0,01
4	Соя	67,1	0,9	48,9	16,4	0,04	1,0	0,4

* Джерело сформовано на основі даних Державної служби статистики України станом на 2020 рік.

Дещо нижчі площі займають соя, люпин білий та вузьколистий. Найнижчі площі посіву в Україні – нуту, а у світі – люпину (рис. 1.4, а).

На сьогодні у світі під посіви зернобобових культур віднесено близько 160 млн. га. Найбільші посівні площі гороху зосереджені у Європі, сої – в Америці та Азії (рис. 1.4, б), люпину – Океанії, нуту – Азії.



а



б

Рис. 1.4. Поширення зернобобових культур у світі: а) люпин; б) сої.

Врожайність зерна визначається генетичними особливостями видів та в залежності від сорту коливається у різних діапазонах (табл. 1.7).

Середня врожайність зерна зернобобових культур у світі (т/га)

№ п. п.	Культура	Врожайність
1	Горох посівний	3,0-3,5
2	Люпин білий	2,5-3,5
3	Люпин вузьколистий	2,0-2,8
4	Нут посівний	2,0-3,0
5	Соя	3,0-4,0

** Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Перспективи вирощування досліджуваних зернобобових культур розглядаються біологічною групою та у значній кількості залежать від генетичних особливостей та технологічних прийомів вирощування.

Результати дослідження свідчать, що за останні роки у Вінницькій області площі збирання під зернобобовими культурами не зазнали істотних змін (рис. 1.8).

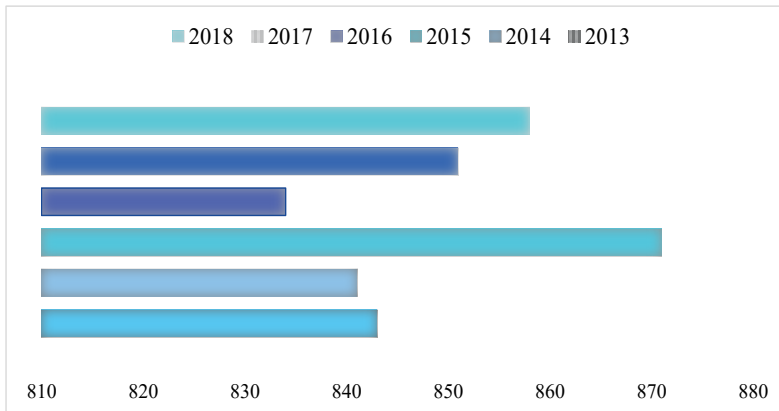


Рис. 1.8. Площі збирання основних зернобобових культур у всіх категоріях господарств Вінницької області, тис. га (за даними Державної служби статистики України)

Вітчизняна селекція сортів базується на науково-експериментальній оцінці морфо-біологічних і господарсько-цінних ознаках сортів рослин,

визначення їх придатності для використання з дотриманням агротехнологічних прийомів вирощування та прийнятих методик досліджень. Згідно даних Державного реєстру сортів України встановлено, асортимент досліджуваних зернобобових культур (рис. 1.9).

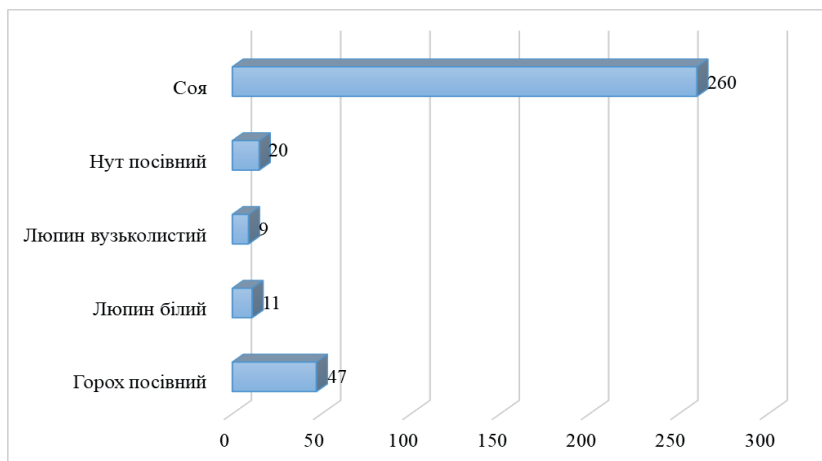


Рис. 1.9. Кількість сортів зернобобових культур, що внесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (станом на 31.12.2020 р.)

** Джерело сформовано на основі даних Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2020 році.*

Значна більшість сортів зернобобових культур належать до інтенсивного типу, стійких до шкочочинних об'єктів, несприятливих факторів навколишнього середовища та придатні до вирощування в усіх зонах України. За тривалістю проходження вегетаційного періоду всі сорти люпину білого та вузьколистого розподіляються на три групи: скоростиглі, ранньостиглі та середньостиглі. При цьому, найбільше сортів середньостиглих.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що до стратегічних та високобілкових в правобережному Лісостепу належать сорти – гороху посівного: Царевич та Улус; люпину білого – Вересневий,

Чабанський; люпину вузьколистого – Кристал, Міртан; нуту посівного – Скарб, Пегас; Сої – КиВін, Голубка.

Згідно одержаних аналітичних даних встановлено, що досліджувані сорти зернобобових культур, які вирощуються в Україні, створені для різних ґрунтово-кліматичних регіонів і відрізняються один від одного за вимогами до факторів зовнішнього середовища (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

**Сорти досліджуваних зернобобових культур, що внесені до
Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні
станом на 31.12.2020 р.**

Сорт	Рекомендована зона для вирощування	Напрямок використання	Група стиглості	Якість
Соя				
Азимут	Лісостеп	зерновий	середньостиглий	високобілковий
Голубка	Лісостеп, Степ, Полісся	зерновий	середньо-ранньостиглий	високобілковий
Горох посівний				
Царевич	Лісостеп, Полісся	зерновий	середньопізній	високобілковий
Пристань	Лісостеп	зерновий	середньо-ранньостиглий	високобілковий
Люпин білий				
Вересневий	Лісостеп, Полісся	кормовий	середньостиглий	високобілковий
Чабанський	Лісостеп, Полісся	кормовий	ранньостиглий	високобілковий
Люпин вузьколистий				
Олімп	Лісостеп	кормовий	ранньостиглий	високобілковий
Переможець	Лісостеп, Полісся	кормовий	ранньостиглий	високобілковий
Нут посівний				
Скарб	Лісостеп	зерновий	середньостиглий	високобілковий
Пегас	Лісостеп, Степ, Полісся	зерновий	середньостиглий	високобілковий

За результатами досліджень встановлено, що сорти зернобобових культур є найбільш перспективними та високобілковими в зоні Правобережного Лісостепу. За групою стиглості підбрано ранньо-, середньо та середньоранньостиглі сорти. У таблиці 1.8 представлені сорти лише вітчизняної селекції, що є придатними для поширення на території України.

Досліджувані високоврожайні сорти є одними з основних чинників інтенсифікації сільського господарства, але у процесі культивування у виробничих умовах їх сортові властивості поступово погіршуються. Основними причинами їх погіршення є: зниження імунітету, механічне засмічення, екологічна депресія сорту, природне перезапилення, розщеплення, поява мутантів і збільшення у розмірі.

Формування врожайності культури відбувається завдяки процесам росту і розвитку, які в свою чергу залежать від умов зовнішнього середовища. Відтак, основними факторами, які впливають на величину врожайності, є генетичний потенціал сорту та ґрунтово-кліматичні умови регіону.

Слід зауважити, що наукові основи сортових технологій вирощування базуються на відповідних знаннях біологічних особливостей сорту, їх пристосування до певних агрокліматичних умов регіону та застосування технологій, що спрямовані на формування високопродуктивних посівів.

За даними досліджень було проаналізовано наступні показники господарсько-цінних ознак: насінневу продуктивність, кормову продуктивність, стійкість до шкочинних об'єктів, а також технологічність. Досліджувані сорти зернобобових культур за комплексом основних господарсько-цінних ознак мають вагомі переваги серед інших рослин (табл. 1.9).

Досліджені сорти відзначаються, насамперед, скоростиглістю, високою зерною та кормовою продуктивностями та іншими господарсько-придатними ознаками. У зв'язку з цим, виникає потреба перспективності та можливості вирощування нових сортів зернобобових культур в різних ґрунтово-кліматичних умовах України.

**Характеристика комплексу основних господарсько цінних ознак
зернобобових культур в умовах НДГ «Агрономічне»**

Сорт	Висока насіннева продуктивність	Висока кормова продуктивність	Стійкість до шкочодчинних об'єктів	Технологічність
Соя				
Азимут	+	+	+	+
Голубка	+	+	-	+
Горох посівний				
Царевич	+	-	-	-
Пристань	+	-	+	
Люпин білий				
Вересневий	+	+	+	+
Чабанський	+	+	+	+
Люпин вузьколистий				
Олімп	+	+	+	
Переможець	+	+	+	
Нут посівний				
Скарб	+	-	+	+
Пегас	+	-	-	+

Так, необхідність у науковому дослідженні, обґрунтування сортових адаптивних технологічних прийомів в правобережному Лісостепу України є очевидним та невідкладним завданням сучасних науковців – аграріїв.

1.3. Показники якості зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування

Зернобобові, в тому числі всі різновиди сухих бобів і гороху, є дешевим, смачним і дуже поживним джерелом білка і життєво важливих мікроелементів, що може принести користь здоров'ю. Це основне послання ООН з нагоди старту Міжнародного року зернобобових 2016. В останні роки в Україні зростає інтерес до вирощування зернобобових культур, особливо гороху, сої, нуту, люпину та квасолі. Вони є головними зернобобовими культурами світового землеробства. Завдяки багатому й різноманітному хімічному складу вони не знають рівних собі за темпами росту виробництва. Найважливішою умовою одержання високих урожаїв зернобобових є наявність у ґрунті доступних

елементів живлення, азотфіксуючих бульбочкових бактерій, вологи і температурного режиму.

Зернобобові культури – найважливіше джерело рослинного білка, який є основою складової частини харчування людини і годівлі тварин. В умовах правобережного Лісостепу найбільше значення для сільськогосподарського виробництва мають зернобобові культури. Важливі наукові розробки технології вирощування гороху, сої, нуту, люпину білого та вузьколистого зробили відомі вітчизняні та зарубіжні вчені Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Черенков А.В., Каленська С.М., Михайлов В.Г., Бахмат М.І., Панцирева Г.В., Швеніков М.Я., Бахмат О.М., Лихочвор В.В., Овчарук О.В., Novak K., Furseth V. та ін.

Серед сільськогосподарських культур зернобобові відзначаються найвищим вмістом білка. Зерно і зелена маса бобових культур містять в 1,5-3 рази більше білка, ніж злакові, що дає можливість одержати найбільший вихід перетравного протеїну і незамінних амінокислот з гектара посіву. Важливо й те, що їх білки є повноцінними за амінокислотним складом і значно краще засвоюються організмом, ніж білки злакових культур. Зернові бобові завдяки цінному хімічному складу зерна мають велике промислово-сировинне значення. Зернобобові культури можна використовувати для запобігання дефіциту як білка, так і амінокислот, особливо лізину. Також зернобобові культури поряд із забезпеченням цінними харчовими продуктами і кормами повинні мати вирішальне значення у фітомеліорації, фітосанітарній очистці ґрунту, а також у зниженні затрат у рослинництві. Важливим джерелом зростання виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва в системі сталого землеробства є збільшення питомої маси бобових культур у структурі посівних площ, через їхню здатність до симбіотичної фіксації. Введення у науково обґрунтовані сівозміни зернобобових культур може служити важливим фактором інтенсифікації землеробства, що забезпечує раціональне використання біологічного і мінерального азоту, скорочення енергозатрат і покращення екологічного стану.

Зернобобові культури відіграють важливу роль у поліпшенні родючості ґрунтів. Вони характеризуються виключно цінною здатністю зв'язувати вільний азот повітря за допомогою бульбочкових бактерій і збагачувати ґрунт на азотні сполуки. Після збору зернобобових культур на 1 га в ґрунті залишається 20-70 ц/га корневих і пожнивних залишків, в яких міститься 45-130 кг азоту, 10-20 кг фосфору і 20-70 кг калію. Азот корневих і пожнивних залишків зернобобових культур практично не вимивається, оскільки мінералізується поступово. Вирощування бобових у сівозміні забезпечує зростання врожаю інших культур і значно покращує його якість. Разом з тим вони поліпшують біологічні процеси в ґрунті внаслідок сприятливого хімічного складу корневих та післяжнивних решток. При цьому створюються оптимальні біологічні процеси в ґрунті, що підвищують ферментативну активність та спроможність наступних культур сівозміни використовувати малорозчинні поживні речовини. Активна діяльність бульбочкових бактерій в поєднанні з біологічними процесами поліпшує азотний баланс ґрунту, що значно підвищує його родючість. Збільшення площі посіву бобових культур є складовою екологізації землеробства.

Важливу роль у вирішенні проблеми білка відводять зернобобовим культурам, чільне місце серед яких займає соя. Її використовують для годівлі всіх видів тварин і птиці. У зерні сої міститься 36-48 % білка, 17-26 % жиру і більш ніж 20 % вуглеводів. У 100 кг зерна міститься 131 к. од. і 29,2 кг перетравного протеїну. Білок сої повністю збалансований за амінокислотним складом, він легко засвоюється і за біологічною цінністю наближається до білка тваринного походження – м'яса, молока і яєць. Окрім того зерно сої містить ферменти, вітаміни, мінеральні речовини, що дозволяє використовувати її для виробництва продуктів харчування, промислових товарів та в медицині. Вивчення моделей адаптивних сортових технологій вирощування сої має особливе значення як для загальних тенденцій розвитку рослинництва, так і для одержання максимально можливого рівня врожайності зерна у конкретній ґрунтово- кліматичній зоні України.

На ринку харчових продуктів споживча вартість насіння сої визначається високим вмістом у насінні білка (30–55 %), жиру (13–26 %), вуглеводів (20–32 %). У золі багато калію, фосфору, а також вітамінів (А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР). За амінокислотним складом білок сої найбільш наближений до тваринного білка, який споживає людина. У зерні сої містяться майже всі необхідні для організмів людини й тварини поживні речовини. Високий вміст білка і надзвичайно сприятлива його збалансованість за амінокислотним складом, роблять зернобобові культури хорошими заміниками продуктів тваринного походження у харчуванні людини. Із зернобобових культур виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви та ін.

На сьогодні населення нашої планети становить 6,82 млрд людей. За прогнозами вчених, у 2050 році їх кількість зросте до 9,2 мільярда. До того часу площа продуктивних земель на душу населення скоротиться майже на третину. Людство опиниться на порозі глобальної продовольчої кризи. Один із шляхів вирішення даної проблеми – інтенсифікація вирощування бобових культур. Із 2000 року спостерігається структурна перебудова посівів зернобобових у напрямі зменшення частки гороху, кормових бобів, люпину, проте збільшення посівів сої.

Для ліквідації дефіциту кормового білку важливим важелем є вирощування зернобобових культур, зерно яких містить до 50% білку та до 25% олії. Білок зернобобових повністю збалансований за амінокислотним складом і легко засвоюється організмами людей і тварин. За біологічною цінністю він прирівнюється до білків м'яса, молока, яєць і є значно дешевшим білків інших продуктів. Введення до раціонів сільськогосподарських тварин зернобобових культур значно покращує використання грубих і соковитих кормів. Вирощування бобових на зерно дозволяє забезпечити окремі галузі народного господарства не тільки рослинним білком, але й зменшити собівартість рослинницької продукції за рахунок включення в процес виробництва атмосферного азоту, покращити фітосанітарний стан посівів

сільськогосподарських культур та значним чином збільшити продуктивність сівозміни. Більшість зернобобових є провідними та поширеними, вигідно білково-олійними культурами світового землекористування і займають чинне місце після таких культур як пшениця, рис і кукурудза.

Сучасною аграрною наукою накопичено певний інформаційний матеріал щодо впливу технологічних заходів на білковий склад зернобобових рослин. Проте питання впливу технологічних прийомів на вміст сирого протеїну в насінні на більшості типів ґрунтів є недостатньо вивченим. Особливо це актуально для зон України, в яких в останні роки спостерігається збільшення площ посіву даних рослин.

Головним підсумковим показником, що засвідчує ефективність розробки та вдосконалення елементів будь-якої технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і зернобобових є отримання максимальної їх урожайності з високою якістю. Дане питання потребує відповідного наукового обґрунтування.

1.4. Технологічні показники якості зерна зернобобових культур як об'єктів зберігання та переробки

Відродження агропромислового виробництва, стабілізація економічних умов для функціонування галузей продовольчого комплексу є основною метою державної аграрної політики в Україні. Аграрна галузь, яка займається вирощуванням сільськогосподарських рослин, більшість з яких – зернові культури, є сезонним виробництвом. У більшості господарств основним видом продукції, яка зберігається, є зерно та насіння різних сільськогосподарських культур. Збереженість і раціональне використання вирощеного урожаю є важливим завданням кожного товаровиробника, кожного господарства незалежно від його структури, об'єму виробництва та інших показників.

Суттєва роль у вирішенні проблеми забезпечення населення повноцінними продуктами харчування належить галузі з переробки сільськогосподарської продукції. Поряд з потужними підприємствами харчової

промисловості останнім часом зросла кількість агропромислових підприємств різних форм власності, середньої і малої потужності з переробки сільськогосподарської продукції. На таких підприємствах замість «великих» технологій застосовуються технології зі скороченим виробничим циклом з використанням різноманітного обладнання.

Тобто залежно від особливостей виробництва, якості сировини, яка використовується в тій чи іншій технології, окремі технологічні параметри можуть змінюватись, але зберігається принциповий підхід до переробки сільськогосподарської продукції.

Певну увагу в роботі приділено питанням зберігання сільськогосподарської сировини, а також продуктів її переробки, бо, як відомо, відсутність наукового підходу до проблеми збереження продукції, порушення техніки зберігання призводить не тільки до кількісних, але і якісних втрат. Небажані зміни природних властивостей сировини потребують регулювання технологічних параметрів окремих технологічних стадій, унаслідок чого стабільність її вихідних параметрів може знижуватися.

Значення зернобобових культур дуже велике, тому їх вирощують у всіх країнах світу. Насіння бобових рослин багате білками, вміст яких коливається в межах 20-40% і перевищує в середньому в два рази вміст білків в зерні злаків.

Середній хімічний склад насіння деяких бобових культур наведено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10

Середній хімічний склад зерна (у 100 г їстівної частини продукту)

Культура	Вода	Білки	Жири	Моно- і дисахариди	Крохмаль	Клітковина	Зола	Енергетична цінність	
								ккал	кДж
Горох	14,0	20,5	2,0	4,6	44,0	5,7	2,8	298	1247
Квасоля	14,0	21,0	2,0	3,2	43,4	3,9	3,6	292	1222
Сочевиця	14,0	24,0	1,5	2,9	39,8	3,7	2,7	284	1188
Соя	12,0	34,9	17,3	5,7	3,5	4,3	5,0	332	1389

*неїстівна частина (у %) у зерна гороху, квасолі, сочевиці – 0,5; сої – 2,0.

При оцінці якості бобових культур особливу увагу приділяють зовнішньому вигляду і кольору насіння (табл. 1.11).

Таблиця 1.11

Обмежувальні норми якості насіння заготівельних бобових культур

Показник	Горох (класи)			Квасоля	Сочевиця			Нут	Чина	Соя
	1-й	2-й	3-й		дрібно-насна тарілко	насна тарілко	ва			
Вологість, %, не більше	20	20	20	23	20	20	20	20	20	18
Сміттевий домішок, %, не більше	3	6	8	8	8	8	8	8	8	5
в тому числі пошкоджене насіння, %	0,4	2,5	*	-	-	-	-	-	-	-
Мінеральний домішок, %, не більше	1,0	1,0	*	-	-	1,0	-	-	-	-
Зерновий домішок, %	7	15	15	15	15	15	15	15	15	10
в тому числі пророслі, %	1	3	5	5	5	3	5	5	5	-
зараженість шкідниками	<i>не допускається окрім зараженості кліщем не вище II ступеню</i>									

**у межах загального вмісту сміттевої домішки*

За кольором визначають свіжість, зрілість насіння і належність до певного сорту.

Краще насіння світло-забарвлене, яке, як правило, має більш тонку оболонку, добре розвивається. Колір насіння закладений в основу ділення багатьох зернобобових на типи (квасоля, сочевиця, чина) чи на підтипи (горох, квасоля, нут, боби). Насіння квасолі продовольчої і сочевиці в залежності від кольору поділяють на три типи.

Велике значення при оцінці партій бобових культур має розмір насіння. Найцінніше крупне насіння, в якому міститься менше оболонок і більше поживних речовин у порівнянні з дрібними. Якість насіння характеризується і його вирівняністю. Вирівняне насіння розварюється одночасно на відміну від

неоднорідного за розміром насіння, що підвищує засвоюваність і смакові якості готового продукту. При переробці добре вирівняного за розміром насіння отримують продукт більш високої якості.

Вологість для бобових допустима декілька більша, ніж у злакових культур. Це пов'язано з тим, що дуже сухе насіння бобових важко розварюється, при зберіганні розтріскується і розпадається на сім'ядолі (наприклад, квасоля), що різко знижує його збереженість і споживчі властивості. Для насіння сої встановлені знижені норми за вологістю, вона багата на жири.

Горох – найпоширеніша зернобобова культура, її вирощують усюди. За хімічним складом він вигідно відрізняється від інших зернових культур. Горох містить у середньому близько 28 % білків, 59 – вуглеводів, 1,7 – жирів, 3,3 – зольних речовин і 8 % клітковини.

У процесі вегетації раніше від інших дозрівають зерна нижніх стручків і в останню чергу – верхніх. Таким чином, поряд із зернами, що дозріли, на рослині є значна частина зерен, у яких процес дозрівання ще не закінчився або тільки починається. Боби гороху легко розтріскуються. Щоб не допустити втрат, горох збирають, не чекаючи повного дозрівання, коли пожовтіють нижні боби у більшості рослин. Природно, що зерна, у різних фазах дозрівання характеризуються неоднаковим хімічним складом і вологістю. Біологічні процеси в них також відбуваються з різною інтенсивністю. У недозрілих зернах продовжуються перетворення простіших хімічних речовин у складні, що обумовлює посилення процесу дихання.

Наявність органічних і мінеральних домішок у насипах гороху знижує його стійкість при зберіганні. Гігроскопічні домішки, якими є частинки рослин, а також мінеральні сприяють виникненню та розвитку небажаних процесів і до того ж перешкоджають аерації.

Характерним для зерна гороху, особливо сухого, є здатність легко розколюватись і дробитись під час обмолоту й інших операцій. Половинки, як і дрібні частинки зерна в місцях, залишених без оболонки, швидко вражаються

мікроорганізмами, пліснявіють і псується. Вони також більш доступні для шкідників. Тому наявність значної кількості половинок і дуже роздроблених частинок розглядається як серйозний недолік.

Особливості хімічного складу зерна гороху значною мірою впливають на умови його зберігання. У зв'язку з високим вмістом білків горох швидко поглинає вологу з повітря і з великою силою утримує її. Зволоження зерна та наявність великої кількості поживних речовин створюють умови для посилення життєдіяльності самого гороху і мікроорганізмів, які населяють його поверхню, а також шкідників.

Очищення – один з основних заходів, здатних покращити якість гороху. Очищення гороху від рослинних решток, половинок, дуже роздроблених частинок зерна, мінеральних домішок проводять терміново, відразу після надходження зерна. Ураховуючи велику сипкість зерна гороху, необхідно залежно від сорту і крупності, підбирати сита з отворами відповідних розмірів і зменшувати їх нахил, підкладаючи під одну сторону сепаратора дерев'яні бруски.

Зерно гороху добре зберігається з вологістю, близькою до 14 %. Способи і режими його сушіння значно відрізняються від зерна зернових. Горох сушать повітряно-сонячним способом. Крім того, добре пропускати зерно через очисні машини. Також відмінні результати дає активне вентилявання сухим теплим повітрям.

Теплове сушіння гороху проводять дуже обережно. У процесі сушіння шкірочка часто лопається і ядро розпадається на половинки, на поверхні шкірки утворюються зморшки, які забиваються пилом. Наявність оголених частинок і пил сприяють розвитку грибкових захворювань і появи шкідників зерна. Режими теплового сушіння встановлюють залежно від вологості гороху. При його вологості вище 18 % гранично допустима температура нагріву зерна становить 30 °С, а допустима температура теплоносія – 70 °С; за вологості зерна, що не перевищує 18 %, – відповідно 40 і 80 °С. За високої початкової вологості горох пропускають через сушарку двічі або тричі.

При зберіганні гороху враховують, що він має велику гігроскопічність. Створюються умови, що перешкоджають проникненню підґрунтовних вод, і встановлюються відповідні режими вентилування. Недопустиме зберігання гороху в сховищах з глинобитними і цементними підлогами. Необхідно контролювати вологість повітря в насіпах, а провітрювати, вентилувати і перемішувати горох тільки в тих випадках, якщо вологість у результаті цих операцій буде знижуватись або хоча б не змінюватиметься, але температура зерна знизиться.

Оскільки зерно сухого гороху легко розколюється при ударі, під час перелопачування, провітрювання, сортування і переміщення на транспортерах застосовують запобіжні заходи. Не слід використовувати машини ударної дії (зернопульти). Не можна підкидати горох дуже високо, ривками при перелопачуванні. В очисних машинах забезпечують рівномірний режим їх роботи і безперервне проходження зерна шаром однакової товщини. Під час переміщення на транспортерах слід пом'якшувати удари при падінні зерна. Для цього на середині його шляху створюють перепони у вигляді похилих сит із шматків брезенту і мішковини. Машини переміщують по чисто виметеній підлозі. На поверхні зернового насипукладають трапи, по яких зобов'язані ходити робітники. Висота завантаження гороху до 3 м, у теплу пору року її зменшують.

При тривалому зберіганні гороху, навіть з вологістю 11–12 % протягом декількох років, його якість помітно погіршується, він набуває темного кольору і гіркуватого присмаку, кислотне число сильно зростає. А тому час від часу партії гороху реалізують. У період зберігання із шкідників зерна гороху найшкідливіша – горохова зернівка (брухус).

Важливо відмітити, що довгоносики горох не пошкоджується. Це має велике значення для гороху в сховищі. Одним з основних заходів боротьби з зернівкою при температурі насипу, що перевищує 12 °С, є газация. Знезаражування гороху проводять лише через 1,5–2 міс. з дня збирання, оскільки до цього терміну газация призводить до зниження схожості зерна. При

цьому горох повинен мати вологість не вище 15,5 %. Визначення схожості проводять за 15 днів до і через 15 днів після знезаражування. Для насінневого гороху умови зберігання та контроль за зерновими масами суворіші. Вологість насіння не повинна перевищувати 14 %, а в районах з високою середньорічною температурою – 12–13 %. Висота штабеля в холодну пору року – вісім мішків, насипом не більше 2,5 м, а в теплу пору відповідно шість мішків і 2 м. Техніка проведення очищення й сушіння насінневого гороху така ж, як і продовольчого.

Зерно сої має такий хімічний склад: 36,5 % білків, 26 вуглеводів, 17,5 жирів, 5,5 золи і 4,5 % клітковини. За вмістом білків і жирів зерно сої значно переважає зерно інших бобових культур. Його використовують для приготування молока, сирів, кондитерських виробів, олії, борошна, різноманітних наповнювачів, для одержання білкових концентратів.

Збирання сої проводять у вересні, коли погода стає нестійкою і часто випадають дощі. Цим пояснюється її підвищена вологість. Біологічні властивості і хімічний склад сої спричиняють її нестійкість протягом зберігання. Вирішальний вплив на умови зберігання має рівень температури і вологості зерна, а також ступінь аерації зернової маси. З підвищенням вологості інтенсивність дихання зерна різко зростає. Суттєвий вплив на зберігання сої має наявність зерен, що розпалися, та дроблених зерен. Дихання вологих зерен, що розпалися, посилюється в шість разів порівняно з цілими. Це пов'язано з розвитком плісневих грибів на поверхні частинок зерен, які звільнилися від оболонки.

Сипкість сої обумовлюється вологістю. У вологому зерні шпаруватість зменшується. При зберіганні об'єм зерна зменшується внаслідок ущільнення. Всі партії зерна, незалежно від вологості, зразу ж після надходження слід ретельно очистити від домішок. Цей захід має велике значення для підвищення стійкості насипів сої, і є наслідком ліквідації осередків розмноження плісневих грибів.

Зберігання сої можливе за вологості 10–12 %. При сушінні сої використовують повітряно-сонячний спосіб та активне вентильовання сухим

теплим повітрям. Типове сушіння проводять дуже обережно. За прискороного сушіння волога випаровується з поверхні зерен і їх внутрішніх шарів з неоднаковою швидкістю. Оболонки підсушуються настільки швидко, що волога, яка є у внутрішніх шарах, не встигає перерозподілитися і переміщується до поверхні зерна. У той час як перші зберігають майже однаковий об'єм, розмір підсихаючих оболонок швидко зменшується. Це призводить до їх розривів і розпадання зерен на половинки. За прискорених режимів сушіння спостерігається також запарювання і значне зниження схожості. А тому сушіння сої проводять у 2–3 прийоми. Температура агента сушіння при цьому повинна бути 25 °С; 30–35; 50–60 °С. Підвищення температури протягом кожного процесу повинно бути тим менше, чим більша початкова вологість сої.

За таких режимів сушіння зерно підсихає досить рівномірно. У процесі сушіння уважно слідкують за температурою і станом зерна. Якщо відмічається збільшення кількості зерен з розтрісканими оболонками і зміна їх кольору, температуру знижують і одночасно посилюють вентиляцію. Підвищувати температуру агента сушіння вище 50–60 °С не слід. Зберігати зерно сої краще в добре вентильованих сухих сховищах з дерев'яними або асфальтовими підлогами. Висота насипу сухого зерна не повинна перевищувати 2 м, при короткотерміновому зберіганні вологого зерна – 0,5 м.

У процесі зберігання насіння сої повинен бути ретельний догляд, що забезпечить збереження його посівних властивостей. Висота насипу насіння в зимову пору року становить 1,5 м або штабелем вісім мішків, а в теплу пору року її зменшують на третину, відповідно 0,5 м і два мішки. Між штабелями залишають прохід шириною 0,5–0,75 м. Схожість насіння при зберіганні за несприятливих умов швидко знижується. Через 3–4 роки, як правило, насіння втрачає життєздатність і погано проростає. Тому насінневе зерно необхідно зберігати в сухих вентильованих сховищах. Насіння у міру надходження слід відразу очищати від смітних домішок, щуплих і битих зерен та висушувати при найм'якших температурних режимах до вологості 10 %.

РОЗДІЛ 2. ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

За матеріалами світової статистики встановлено, що сьогодні зміна клімату на планеті співпадає з періодом наростання продовольчого дефіциту в світовій спільноті, особливого значення набуває проблема рослинного білка. Дві нові обставини посилюють і раніше існуючу проблему із забезпеченням населення продовольством. Перша, помітне підвищення рівня платоспроможного попиту на продукти в густонаселених країнах Сходу – Китаї та Індії. Друга – розширення практики використання сільськогосподарських земель для виробництва рослинного білка. Ці дві важливі обставини в умовах скорочення світових запасів земельних угідь і невідновлюваних джерел енергії при раціональному регулюванні посівних площ гороху та люпину (які сьогодні, на жаль, недостатньо регулюються) створюють для України можливість стати одним із найбільших виробників високобілкової сільськогосподарської продукції. Це пов'язано з тим, що хоча основні площі орних земель України знаходяться в зонах нестійкого і недостатнього зволоження, зміни клімату для рослинництва, особливо вирощування зернобобових культур, цілком можливо, скоріше позитивні, чим негативні. У цих умовах важливим чинником підвищення ефективності сільського господарства України в умовах зміни клімату є науково обґрунтоване розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з врахуванням кліматичних змін, адаптація рослинництва до цих змін, що дозволить найбільш ефективно використовувати природні ресурси в нових кліматичних умовах, добитися стійкого зростання величини і якості урожаю зерна та зеленої маси, підвищити віддачу сировинних, енергетичних і трудових ресурсів.

Отже, для максимального використання природних ресурсів зони вирощування сільськогосподарських культур, а також нівелювання впливу несприятливих погодних умов при науковому плануванні розвитку та

інтенсифікації виробництва рослинницької продукції необхідно враховувати умови.

Усі ґрунтово-кліматичні умови мають вплив на ріст і розвиток рослин гороху посівного та люпину білого в більшій чи меншій мірі, проте особливого значення набувають гідротермічні чинники. Так, для формування належного врожаю зерна посівами зернобобових культур, сума активних температур за вегетаційний період повинна бути в межах від 1350 до 2800 °С. Також досліджувані рослини вимогливі до забезпечення вологою. Відтак, на 1 кг сухої речовини використовується близько 400–500 кг води. Оптимальна польова вологоємність ґрунту для отримання високого врожаю зерна становить в межах 70–80 %.

Критичними по вологозабезпеченню у вегетації є період від бутонізації до повного цвітіння. Отже, враховуючи агрокліматичні умови зони вирощування гороху посівного та люпину білого, в першу чергу необхідно враховувати забезпеченість теплом та вологою. Слід зазначити, що вплив зміни клімату на темпи розвитку та формування продуктивності досліджуваних зернобобових культур розглядався за умов сучасної агротехніки вирощування сучасних сортів та гібридів.

Отже, реалізація екологічних підходів у практиці аграрного виробництва є одним з основних принципів сучасних систем землеробства. Технології вирощування зернобобових культур за змістом є орієнтацією на екологічні та соціальні цінності, що відповідає загальносвітовим принципам побудови «зеленої» економіки, передбачає перехід на низьке споживання тваринних жирів, збільшення використання рослинного білка, зниження залежності економіки від сировинних ресурсів. Впровадження зернобобових в польові сівозміни має важливе екологічне спрямування, оскільки дозволяє зменшити частку соняшника, забезпечує попередниками озимі культури, розширює видовий склад вирощуваних культур із відповідним наслідками.

2.1. Характеристика кліматичних та погодних умов

Клімат характерний для території являє собою багаторічний режим погоди, зумовлений сонячною радіацією, її перетвореннями біля земної поверхні та пов'язаною з нею циркуляцією атмосфери та дією океанів. Це визначення ґрунтується на генетичних принципах і стосується певного регіону (регіональний клімат). Кліматоутворюючі фактори – сонячна радіація, циркуляція атмосфери і океану мають глобальний масштаб. Подальший розвиток теорії формування клімату призвів до узгодження цих масштабів через поняття глобального клімату як статистичного ансамблю стану кліматичної системи за період часу у декілька десятиріч. За такого підходу регіональний клімат є однією з просторових реалізацій глобального. У кліматичну систему об'єднують атмосферу, гідросферу, літосферу, кріосферу та біосферу.

На сьогодні спостерігається чітка тенденція кліматичних змін. У зв'язку із кліматичними змінами велику стурбованість викликає можливість втрати біорізноманіття, що знайшло відображення на конференції ООН щодо питань природного середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро (2020 р.) і на наступних світових і європейських форумах: Світова зустріч на вищому рівні зі сталого розвитку (Йоханесбург, 2020 р.), Ріо +20 – конференція ООН зі сталого розвитку (2019 р.), Конференція міністрів довкілля (Софія, 2018 р.), Міжнародний ботанічний конгрес в Австрії (Відень, 2015 р.) та інші. Вчені констатують, що відбувається скорочення і зменшення посівних площ під важливо необхідними сільськогосподарськими культурами, особливо зернобобовими, що призводить до негативних наслідків, а саме – деградації ценозів, трансформації земель, виснаження енергетичних ресурсів, порушення структури ґрунту дуже швидкими темпами. Вчені-кліматологи розробили низку сценаріїв можливих змін клімату, а завдяки екологам можна прогнозувати можливі зміни біотопів, мінімізувати збитки, забезпечити охорону оселищ видів та їх відтворення, зберегти різноманіття зернобобових культур. У цьому аспекті особливо важливими є високобілкові культури, для яких характерний

високий рівень білка, жиру, які представлені унікальним видовим різноманіттям, що водночас ускладнює можливості прогнозування їх змін. У цьому відношенні особливе місце посідають соя, горох, квасоля, нут, люпин білий, які з одного боку є важливими кормовими культурами, а з іншого – харчовими.

Кліматичні умови Лісостепової зони неоднорідні, що пов'язано із особливостями географічного розташування та геоморфологією його території. Клімат – помірно-континентальний, для нього характерні тривале, нежарке літо з достатньою кількістю вологи та порівняно короткою м'якою зимою (рис. 2.1, рис. 2.2).

Грунтово-кліматичні умови зони правобережного Лісостепу сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі і зернобобових. Відтак, в об'ємі валової продукції території України питома вага зони перевищує майже 42 %, тоді як частка сільськогосподарських угідь складає до 35 %. Зона Лісостепу територіально поділяється на підзони: західна, правобережна і лівобережна.

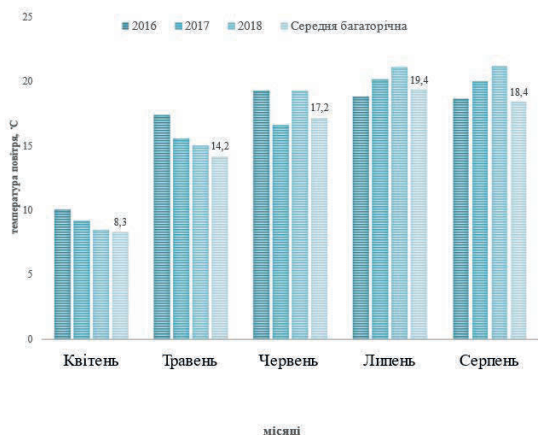


Рис. 2.1. Середньодобова температура повітря, °С.

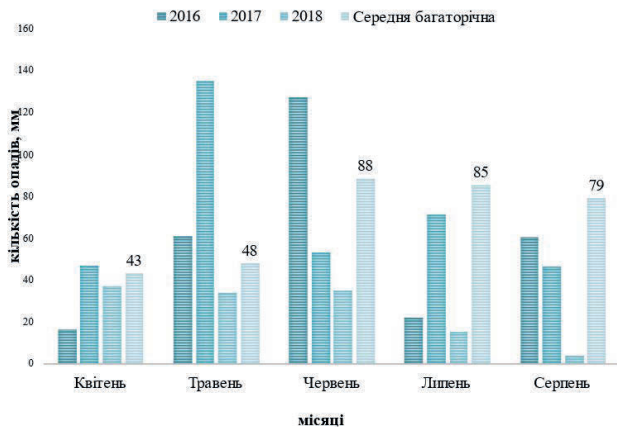


Рис. 2.2. Середня кількість опадів, мм.

Встановлено, що у напрямку із заходу на схід спостерігається підвищення континентальності, що впливає на кількість опадів і амплітуду коливань середньої добової температури. Кліматичні умови правобережної частини Лісостепу зазнають впливу повітряних мас, які формуються над Атлантичним океаном, у той час як клімат лівобережної частини – переважно тих, які формуються над Північним-Льодовитим океаном.

Середньорічна температура зони Лісостепу правобережного, до складу якої належить і Вінницька область, становить близько 7°C , середньодобова температура зимових місяців становить $-6,7^{\circ}\text{C}$, літніх відповідно $+19,2^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум складає -34°C морозу у січні–лютому, а максимум $+38^{\circ}\text{C}$ – у липні–серпні (табл. 2.1).

Перше випадання снігу в більшості років спостерігається в листопаді, а утворення стійкого снігового покриву – в третій декаді грудня, тривалість його залягання складає 87–90 днів. У зимовий період у більшості років м’яка, хмарна і лише для окремих з них характерні сильні морози у січні та лютому. Також можливі тривалі проміжки інтенсивних відлиг, під час яких підвищення

температури повітря може сягати до +10–14° С, а середня тривалість безморозного періоду дорівнює 141–147 днів.

Дату останніх весняних заморозків було відмічено 23–25 квітня, перших осінніх заморозків – 6–7 жовтня. Період активної вегетації для більшості сільськогосподарських культур триває зазвичай 199–205 днів, сума активних температур при цьому становить 1949–2059° С, сума ефективних температур – 2671–2780° С

Таблиця 2.1

Кліматичні показники центрального району Вінницької області

№ п/п	Кліматичні показники	Центральна зона
1.	Довжина безморозного періоду, днів	141–147
2.	Довжина вегетаційного періоду, днів	199–205
3.	Сума опадів за рік, мм	581–634
4.	Сума опадів за період вегетації, мм	369–425
5.	Середньорічна температура повітря, °С	6,7–7,0
6.	Абсолютний мінімум температури повітря, °С	–34
7.	Абсолютний максимум температури повітря, °С	+38
8.	Сума активних температур (більше 5 °С)	1949–2059
9.	Сума ефективних температур (більше 10 °С)	2671–2780
10.	Дата осінніх заморозків	6.10–7.10
11.	Дата останніх весняних заморозків	23.04–25.04
12.	Довжина періоду із сніговим покривом, днів	87–90
13.	Середня максимальна глибина снігового покриву, см	14–15
14.	Середня глибина промерзання ґрунту, см	56
15.	Переважаючий напрямок вітру	Північно-західний

Літо – тепле, помірно вологе, з чергуванням посушливих і вологих періодів та певними коливаннями середньодобових температур повітря.

Гідротермічний коефіцієнт перевищує одиницю і дорівнює 1,7–1,8. Загальна кількість опадів за рік коливається в межах 581–634 мм, 70 % яких припадає на теплий період року і 30 % – на холодний. Розподіл опадів протягом року носить нерівномірний характер. За вегетаційний період квітень-жовтень у середньому випадає 369–425 мм, що складає 63 % середньої річної норми. Інтенсивніше випадають опади в літні місяці – червень і липень.

Проведення досліджень в роки з різними погодними умовами дали змогу зробити об'єктивну оцінку досліджуваних агротехнічних заходів, які вивчались в дослідях технології вирощування зернобобових культур.

2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки

Розміщення сільськогосподарських культур відповідно їх біологічних вимог до ґрунтового-екологічних умов, забезпечує вищу ефективність використання природних ресурсів. Родючість є однією із найбільш узагальнюючих ґрунтового-екологічних функцій, що у взаємодії із сукупністю кліматичних та технологічних факторів впливає на формування біомаси рослин, проявляючи значну просторову мінливість. Рослини у відповідь на несприятливі зміни екологічних факторів (посуха, екстремальні температури, засолення та осолонцювання ґрунту) реагують структурними та метаболічними змінами, що відображається на їх продуктивності. Головною причиною загибелі рослин при дії абіотичних є порушення водного балансу. Зернобобові культури відносять до культур раннього та середнього висіву, тому рослини можуть піддаватися негативному впливу холоду.

Родючість ґрунтів, їх агрофізичні властивості та кліматичні умови, де проводили дослідження, є аналогічними та цілком задовільними для вирощування зернобобових культур, що дозволяє узагальнити результати і зробити правильні висновки (рис. 2.3).

Територія Лісостепу є підвищеною рівниною з добре розвиненим водноерозійним рельєфом. Поверхня розчленована глибокими ярами і балками та

гідрологічною сіткою річок Дніпра, Південного Бугу та Дністра, в результаті чого створюється складний ерозійно – небезпечний рельєф.

У зоні сконцентровано більше 37 % орних земель України, представлених родючими сірими лісовими ґрунтами, чорноземами опідзоленими, типовими, вилугуваними і реградованими, що обумовило високу розораність – 85,4 %. Зустрічаються також значні площі лучно-чорноземних ґрунтів, торф'яників, торф'яно-болотних і болотних ґрунтів.

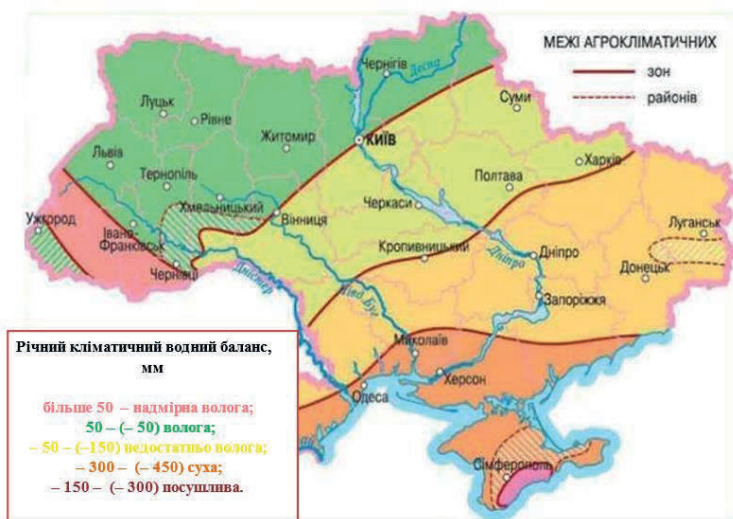


Рис. 2.3. Картографічне районування території України за річним кліматичним водним балансом

Ґрунтовий покрив території Вінницької області дуже строкатий (36 видів ґрунтів), у Лісостепу – понад 150. Це пояснюється різними умовами ґрунтоутворення в різних її районах. Еволюційно ґрунтоутворюючими породами тут є леси і лесовидні суглинки, червоно-бурі глини, балтські глинисто-піщані відклади, піски, вапняки та глинисто-галькові відклади. За статистичними даними, близько 1,274 млн. га – 76,3 % орної землі в області займають опідзолені ґрунти (ясно-сірі, сірі і темно-сірі та чорноземи опідзолені)

і реградовані (сірі й темно-сірі та чорноземи реградовані). Біля 21 % припадає на чорноземи глибокі й неглибокі малогумусні. Решта – ґрунти інших видів, які через незначні площі не мають істотного виробничого значення.

Правобережний Лісостеп є зоною помірного поясу, для якої характерне чергування лісової і степової рослинності. Ґрунти сформовані за умов несталого зволоження, при якому підзолистий процес ґрунтоутворення поєднується з дерновим.

Рослини, які ростуть на цих ґрунтах отримують високу кількість для споживання рухомого фосфору 214 мг/кг та обмінного калію 104 мг/кг (за Чириковим). Проте вміст легкогідролізованого азоту дуже низький і становить 43,5 мг/кг (за Корнфільдом). Сірі лісові ґрунти займають проміжне положення між ясно-сірими лісовими та темно-сірими опідзоленими ґрунтами. Як правило, ґрунтоутворювальними породами є леси та лесоподібні суглинки. Вони характеризуються крупнопилуватим середньосуглинковим механічним складом. Вбирний комплекс сірих лісових ґрунтів насичений Ca^{2+} , Mg^{2+} і H^{+} . Ґрунти здатні до структуроутворення, схильні до запливання, утворення кірки і плужної підшви, піддатливі ерозії, характеризуються не завжди стійким водним режимом, що в результаті знижує їх продуктивність. Сірі лісові ґрунти мають добре помітний поділ свого профілю на горизонти. Характерним для них є те, що суцільного елювіального горизонту немає, туг він замаскований гумусом і має бурувато-сіре забарвлення.

Гумусово-елювіальний горизонт знаходиться в межах 25-35 см, порохувато-грудкуватий, слабкоущільнений. Поступово він переходить в ілювіальний слабогумусований горизонт (36-60 см). Його ознаки – сіре з помітним буруватим відтінком забарвлення, середньосуглинковий, грудкувато-горіхуватий. Ілювіальний добре елювіований горизонт (61-130 см) слабогумусований, середньосуглинковий, горіхуватий. Цей горизонт змінюється ґрунтоутворюючою породою (136-150 см) – безструктурним, ущільненим лесом палевого кольору.

Польові дослідження проводили впродовж 2016-2019 рр. на базі дослідного поля Вінницького національного аграрного університету в селі Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Ґрунтовий покрив представлений сірими лісовими ґрунтами. Глибина гумусово-елювіального горизонту до 30 см, колір сірий. За даними ґрунтового обстеження Вінницького обласного державного проектно-технологічного центру охорони ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість» відмічено, що для ґрунтів дослідної ділянки характерний низький вміст гумусу – 1,97 %. Агрохімічна характеристика сірих лісових ґрунтів наведена у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

**Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки
(за матеріалами ґрунтового обстеження)**

Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу, %	pH сольовий	Гідролітична кислотність, мг.-екв. на 100 г ґрунту	Сума ввібраних основ, мг.-екв. на 100 г ґрунту	Ступінь насиченості основами, %
0 – 20	1,97	5,1	3,44	14,38	86
30 – 40	1,39	4,9	3,48	14,06	88
65 – 75	0,66	4,6	3,45	13,10	86
95 – 105	не визначено	4,4	3,32	13,63	85
125 – 135	не визначено	4,4	3,37	13,49	88

Вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 65 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 149 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чиріковим) – 90 мг/кг ґрунту. Ввібрані основи складають – 1,44 мг. – екв. на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність складає 3,44 мг.-екв./100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину 5,0-5,2 рН. Зволоження ґрунту відбувається за рахунок атмосферних опадів, так як рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині до 10-15 м.

Через незначний вміст гумусу сірі лісові ґрунти мають низьку агрономічно-цінну структуру. Тому, вони схильні до запливання і утворення кірки, яка пришвидшує випаровування вологи та затримує газообмін, і призводить до механічного пошкодження рослин при механічному обробітку ґрунту у міжряддях.

Згідно з геоморфологічним районуванням України територія дослідного поля належить до Придністровської височини і другого геоморфологічного району Жмеринської височини, що спричинило до формування на цій території сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтів (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Валовий склад сірого опідзоленого ґрунту за даними Вінницького центру «Облдержродючість»

Горизонт	Глибина, см	Вміст гумусу, %	Вміст загального, %			Вміст, % від прожареної наважки				
			азоту	фосфору	калію	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
HE	10-20	2,03	0,13	0,09	1,49	83,2	7,48	1,9	1,0	0,59
I2	33-43	0,69	0,04	0,10	1,83	81,0	9,10	2,6	1,2	0,56
h	65-75	0,43	0,01	0,11	2,05	75,9	11,6	4,0	1,4	0,84
Pi	125-135	-	-	0,09	2,07	77,1	10,9	3,8	1,3	0,97
Pк	210-220	-	-	0,02	1,74	85,5	5,9	1,8	2,5	0,40

Сірі лісові ґрунти займають майже всю підвищену частину області – 29,2% загальної площі. Ілювіальний горизонт щільний, бурого або червонуватого забарвлення, у верхній частині значна кількість крем'янкової присипки. Карбонати починаються з глибини 140–160 см. Гранулометричний склад найчастіше середньо– і важкосуглинковий.

Низький вміст гумусу, вимивання органічних і мінеральних колоїдів із орного шару не сприяє утворенню на цих ґрунтах агрономічно-цінної структури, що обумовило їх незадовільні водно-фізичні властивості: ґрунт розпилений, після оранки швидко втрачає пухкий стан, осідає, запливає і утворює кірку. Низька некапілярна пористість сірих лісових ґрунтів не

забезпечує оптимального водно-повітряного співвідношення, що негативно впливає на інтенсивність мікробіологічних процесів, як наслідок, на недостачу в ґрунті елементів мінерального живлення.

У цілому фізико-хімічні властивості ґрунту дослідної ділянки є характерними для цього виду ґрунтів, що зустрічаються на території області. Отже, ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений сірими лісовим ґрунтом, який при правильній агротехніці вирощування є цілком придатним для високих врожаїв більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і зернобобових.

2.3 Схема досліду та методика проведення досліджень

Польові досліді проводились впродовж 2016-2018 рр. на базі Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету в селі Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Проведення науково-дослідних робіт Вінницьким НАУ та Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України відзначені у завданнях прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» під керівництвом професора Мазур Віктора Анатолійовича (основні виконавці Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.).

У дослідях застосовували загальноприйняту технологію вирощування для зернобобових культур в умовах зони вирощування. Польові досліді закладали в чотириразовій повторності, методом розщеплених ділянок. Облікова площа ділянок становила 27 м². Дослідженнями передбачалось вивчення дії та взаємодії 3 факторів: А – сорт; В – передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом; С – концентрація ретарданту. До вивчення виокремлено високопродуктивні сорти зернобобових культур, а саме сої – Азимут, Голубка, гороху посівного – Царевич та Пристань; люпину білого – Вересневий,

Чабанський; люпину вузьколистого – Олімп, Переможець; нуту посівного – Скарб, Пегас. Досліджені сорти відзначаються, насамперед, скоростиглістю, високою зерною та кормовою продуктивностями та іншими господарсько-придатними ознаками.

У день сівби насіння зернобобових культур обробляли бактеріальним препаратом Ризогумін (600 г на гектарну норму насіння). У період вегетації гороху посівного, сої, люпину білого, люпину вузьколистого та нуту (фаза бутонізації) на варіантах дослідів згідно схеми застосовували ретардант – хлорекватхлорид, в.р. (750 г/л) ф. BASF CE, Німеччина, в різних концентраціях (норма робочого розчину 200 л/га), що відноситься до групи четвертинних амонієвих сполук.

Експериментальну частину роботи виконано на базі лабораторій кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету з використанням розробленого стенда (рис. 2.4).

Для реєстрації амплітудно-частотних характеристик вібродискової дробарки було розроблено датчик на основі акселерометра LIS3DH компанії ST Microelectronics (рис. 2.5), який має наступні характеристики: ультранизьке енергоспоживання – 2 мкА; споживана напруга від 1,71 – 3,6 В; регульований діапазон вимірювання прискорення: $\pm 4g$; $\pm 8g$; $\pm 16g$; інтерфейс SPI / I2C для зчитування даних; вмонтований модуль само тестування.

Принцип роботи розробленого датчика полягає у наступному: після приєднання датчика 7 до поверхні контейнера (рис. 2.4), вмикають приводний механізм, створюючи знакозмінні коливання робочого органа вібродискової дробарки, що ініціює вмикання вмонтованого акселерометра, який розпочинає реєстрацію амплітудно-частотних характеристик та через приєднаний адаптивний шнур за допомогою програмного забезпечення зчитуються АЧХ, які інтерпретуються у вигляді графічних залежностей та цифрової матриці даних на персональному комп'ютері 2. Розроблене програмне забезпечення дає

зможу аналізувати віброприскорення, віброшвидкість, вібропереміщення та частоту створюваних коливань.

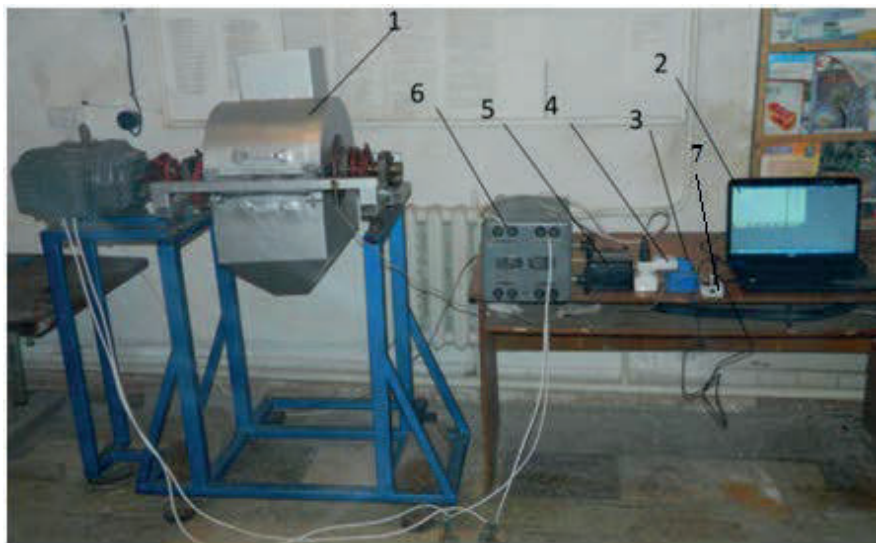
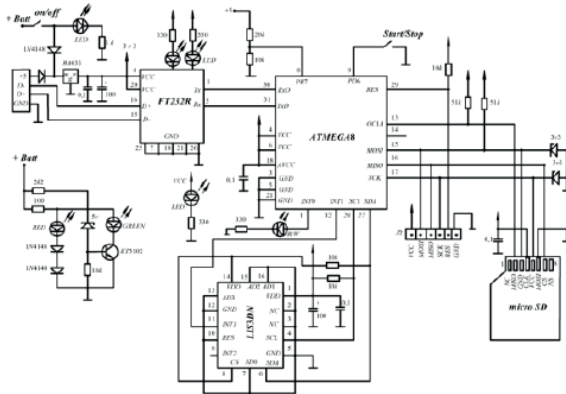


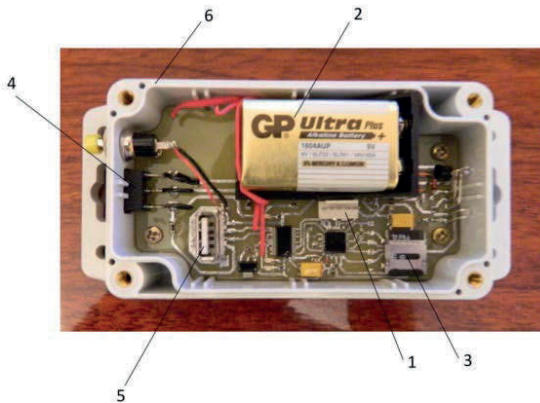
Рис. 2.4 Експериментальний стенд: 1 – експериментально-дослідний зразок вібраційної дискової дробарки; 2 – персональний комп’ютер з програмним забезпеченням; 3 – вмикач; 4 – електронний ватметр ЕМФ-1; 5 – дублюючий електромеханічний ватметр; 6 – лабораторний трансформатор АОСН-20-220-75; 7 – акселерометр.

Для реєстрації частоти обертання приводного вала було використано безпроводний тахометр UNI-T UT372 (рис. 2.6) принцип роботи та правила експлуатації якого описано в технічній документації.

Для керування та зміни частоти обертання вала електродвигуна використовувався автотрансформатор АОСН-20-220-75 (рис. 2.7), який призначений для роботи зі змінним струмом.



а)



б)

Рис. 2.5. Акселерометр: а) апаратно-електронна схема; б) загальний вигляд; 1 – мікропорт для приєднання датчика акселерометра; 2 – батареяка живлення; 3 – карта пам'яті; 4 – кнопка увімкнення живлення; 5 – адаптивний мікропорт для зчитування даних; 6 – корпус акселерометра.

Для визначення енергетичних характеристик досліджуваної машини використовувався електронний ватметр EMF-1 (рис. 2.8), який призначений для вимірювання споживаної потужності у мережі 220 В, 16А (максимум) з

підключенням через побутову розетку. За допомогою цього приладу здійснювались заміри наступних показників: напруга в мережі, частота та сила змінного струму, споживана потужність, коефіцієнт потужності (100% для активного навантаження), час роботи обладнання та сумарна спожита потужність за весь період роботи машини в кВт/год.



Рис. 2.6. Частотомір UNI-T UT372:
1 – лазерний зчитувач; 2 – цифровий індикатор; 3 – панель керування.

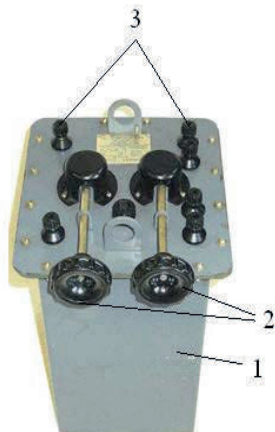


Рис. 2.7. Лабораторний автотрансформатор АОСН-20-220-75:
1 – зовнішній кожух; 2 – регулятори напруги; 3 – вхідні та вихідні клеми.

Діаметр перфорації сепараційної поверхні дробарки змінювали шляхом встановлення відповідних сит із круглими отворами розмірами: 1мм; 1,25 мм; 1,4 мм; 1,6 мм; $d=1,8$ мм; $d=2$ мм.

Для зміни подачі матеріалу використовувався мобільний вібраційний дозатор ПГ-2 (рис. 2.9), в якому завантажений в бункер 1 матеріал через вивантажувальний отвір, частково закритий шибером 2, падає на лоток 4 та під дією вимушених коливань останнього, спричинених електромагнітним

вібробуджувачом 3, переміщається по ньому та вивантажується через горловину 6.



Рис. 2.8. Електронний ватметр EMF-1: 1 – корпус ватметра; 2 – панель керування; 3 – індикаторний дисплей.

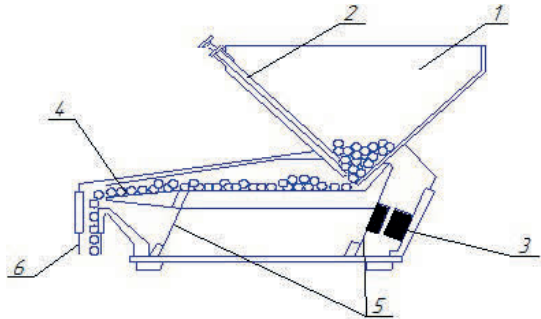


Рис. 2.9. Схема вібраційного живильника ПГ-2: 1 – завантажувальний бункер; 2 – шиберна ватметра; 3 – електромагнітний вібробуджувач; 4 – транспортувальний лоток; 5 – ресори; 6 – вивантажувальна горловина.

Для визначення вологовмісту матеріалу використовували вологомір Wile 55 (рис. 2.10), який може використовуватись для вимірювання відносної вологості різноманітних типів зерна та насіння, які заносяться в пам'ять приладу. Оцінку продуктивності виконували шляхом зважування подрібненого матеріалу, що пройшов через дробарку за інтервал часу. Для визначення маси застосовувалися електронні лабораторні технічні ваги ВТА-60/30-5-T (рис. 2.11).

Дисперсність матеріалу визначалась методом механічного розділення частин – ситовим аналізом. Матеріал завантажували на сито з отворами відомих розмірів і за допомогою коливного руху розділяли на дві частини: залишок і сепарат. Використовували сита з розміром отворів: 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 мм. Дослідний матеріал просіювали на лабораторному ситовому аналізаторі А-20 (рис. 2.12).



Рис. 2.10. Вологомір Wile-55: 1 – кришка корпусу; 2 – технічний цифровий індикатор; 3 – панель керування; 4 – ємкість для зразка.



Рис. 2.11. Електронні лабораторні ваги ВТА-60/30-5-Т: 1 – зважувальне деко; 2 – панель керування; 3 – індикаторний дисплей.

Під час забору проб методом точкового відбору для аналізу якості подрібнення використовувався лабораторний пробовідбірник (рис. 2.13).

Для якісної оцінки подрібненого матеріалу було прийнято показник вилучення або питому частку його проходу крізь контрольне сито. Під вилученням розуміють кількість частинок у продукті після подрібнення, виражену у відсотках до маси відібраної для аналізу проби.

Технологією годівлі сільськогосподарських тварин передбачена дисперсність частинок комбікормів в межах від 0,5 мм до 3,5 мм, що обумовлюється видом, віковою групою та способом утримання. Враховуючи можливість застосування вібраційної дискової дробарки для отримання частинок різної крупності, за контрольний показник якості подрібнення нами було прийнято наступні умови: готовий продукт із розміром частинок має становити не більше 1 мм; питома частка матеріалу з розміром не більше 1 мм має становити не менше ніж 85 % від загальної маси подрібненого продукту.



Рис. 2.12. Ситовий аналізатор

А-20: 1 – вібраційна платформа; 2 – пробовідбірника; 1 – зовнішній ситовий блок; 3 – фіксувальні патрубок; 2 – внутрішній патрубок; 3 – гвинти; 4 – пилозахисна поверхня; 5 – заслінка; 5 – важіль; 6 – панель керування.

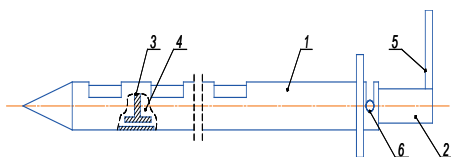


Рис. 2.13. Схема трубчастого

Схема трубчастого пробовідбірника: 1 – зовнішній ситовий блок; 2 – внутрішній патрубок; 3 – гвинти; 4 – пилозахисна поверхня; 5 – заслінка; 5 – важіль; 6 – панель керування.

Статистичний аналіз масиву експериментальних даних для отримання функціональної залежності у вигляді множинної регресії другого порядку було отримано за допомогою рототабельного центрально-композиційного планування (РЦКП) багатofакторного експерименту.

Метод РЦКП дає змогу більш точно отримати математичний опис розподілу даних за рахунок збільшення кількості експериментів у центральних точках матриці плану і спеціального вибору величини «зіркового значення» α . Обробку експериментальних даних здійснювали у статистичному середовищі STATISTICA 6.0. та Mathcad 15.

РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ПІД ВПЛИВОМ ПОГОДНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Сільське господарство є галуззю народного господарства, результати діяльності якої в значній мірі залежать від природних факторів, і зокрема погодно-кліматичних умов. Вони у різних співвідношеннях є природною основою сільськогосподарського виробництва. У накопиченні біомаси і формуванні врожаю сільськогосподарських культур приймають активну участь всі складові життєдіяльності системи «грунт-рослина-повітря» і зокрема гідрометеорологічні фактори.

При розв'язанні цих питань необхідно мати об'єктивну оцінку впливу різних факторів на рівень виробництва зерна, у тому числі і погодно-кліматичних. Це дозволить обґрунтоване визначити вклад різних показників агрометеорологічних умов в оцінку рівнів врожайності сільськогосподарських культур. Збільшення виробництва зерна бобових і підвищення його якості залишається основною проблемою сільськогосподарського виробництва України, вирішити яку можна лише на основі раціонального використання земельних ресурсів, впроваджуючи в кожному господарстві науково-обґрунтовану систему землеробства, підвищуючи родючість ґрунту і застосовуючи інтенсивні технології вирощування зернових бобових культур.

Ефективність виробництва будь-якої продукції рослинництва можна проаналізувати шляхом порівняння рівня врожайності основної продукції культури. Основне завдання селекціонерів під час створення сорту – це отримання нового генотипу з високою урожайністю. Однак фактична урожайність сорту здебільшого вдвічі нижча за потенційну. Тому основним завданням технолога є підбір необхідних елементів технології вирощування культури, за рахунок яких новий сорт максимально реалізовував свій продуктивний потенціал.

Продуктивність агрофітоценозу визначається кількісними та якісними показниками врожаю і є завершальним етапом оцінки ефективності застосування елементів технології вирощування. Чинники, які були поставлені на вивчення, в свою чергу впливали на ріст і розвиток рослин зернобобових культур, динаміку накопичення сухої речовини, формування структурних елементів рослин і в кінцевому результаті – на підвищення зернової продуктивності.

Потенційного рівня урожайності зернобобових культур можна досягти лише при ідеальних ґрунтово-кліматичних і агротехнічних умовах. Проте кожне конкретне господарство збирає реальний господарський врожай, що залежить від погодних умов, родючості ґрунту та технології, яка застосовувалась. Тому досить важливо було виявити у наших дослідженнях вплив технологічних прийомів вирощування на активізацію процесів росту і розвитку, покращення структурних елементів та формування вищої урожайності зерна бобових.

Характерною особливістю процесу зерновиробництва в Україні є різке збільшення дисперсії урожайності в останні роки. Ця тенденція може бути пояснена впливом метеорологічних чинників, які зазнають схожих змін. Саме зміна клімату в останні роки призвела до того, що зернобобові культури сильно пригнічуються посухою. Тому сільськогосподарським виробникам потрібні сорти для різних погодних умов. Одним із шляхів збільшення виробництва зерна бобових є створення і впровадження у виробництво більш продуктивних сортів, адаптованих для вирощування у конкретній кліматичній зоні. Різноманіття і мінливість природно-кліматичних, ґрунтових, економічних і технологічних чинників зумовлюють міжріччі коливання у виробництві зернобобових, які сягають 10 % загального обсягу валового внутрішнього продукту країни.

Нині як у світовій практиці, так і в Україні намітилась тенденція до зниження витрат на вирощування сільськогосподарських культур і, зокрема, зернобобових. У зв'язку з цим виникає необхідність оптимізувати

агротехнологічні заходи вирощування даної. Сучасне землеробство має орієнтуватися на високоефективні ресурсозберігаючі технології, які б забезпечили одержання стабільних та високоякісних врожаїв при відсутності шкоди для навколишнього середовища.

Саме завдяки високопродуктивним сортам виникає гостра потреба в науково обґрунтованих знаннях закономірностей процесів росту і розвитку сучасних сортів зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування, що є важливою науковою проблемою, яка потребує більш детального вивчення та наукового обґрунтування.

3.1. Зернова продуктивність зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування в умовах зміни клімату

Поширеним заходом як за інтенсивних, так і адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема зернобобових, є удосконалення технологічних аспектів вирощування, які сприяють покращенню всіх ростових процесів і збільшенню врожайності та підвищенню якості продукції. В умовах правобережного Лісостепу України в останні роки зернобобові культури поступово витісняють традиційні олійні і зернові культури і починають займати вагоме місце в структурі посівних площ сільськогосподарських культур.

Однак, рівень їх урожайності залишається невисоким та нестабільним за роками вирощування, що спонукає до вивчення і вдосконалення елементів технології вирощування. Серед заходів, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу високоврожайних сортів зернобобових культур інтенсивного типу, передусім є такі: ефективне використання біокліматичного потенціалу регіону вирощування, оптимальне, з урахуванням гідротермічних ресурсів, сортове розміщення виробництва, конкурентоспроможні технології її вирощування.

Визначальним чинником у формуванні високого врожаю насіння зернобобових, на думку вчених-аграріїв, є система удосконалення моделі

технології вирощування за рахунок використання високопродуктивних сортів та біопрепаратів.

Встановлено, що в цілому правобережний Лісостеп України за ґрунтово-кліматичними та гідротермічними умовами сприятливий для вирощування зернобобових культур та формування їх високої зернової продуктивності. Результати досліджень свідчать про значний вплив досліджуваних технологічних прийомів вирощування на рівень врожайності зернобобових культур (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Врожайність зерна зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах НДГ «Агрономічне», т/га
(середнє за 2016-2018 рр.)**

№ п.п.	Культура	Сорт	Передпосівна обробка насіння	Концентрація ретарданту, %	Врожайність, т/га	Приріст від п.о.н., т/га	Приріст від концентрації ретарданту, т/га
1	Горох посівний	Царевич	без п.о.н.	без обробки (к)	2,0	-	-
				0,75	2,1	-	0,1
			Ризогумін	без обробки	2,5	-	0,5
				0,75	2,4	-	0,4
		Пристань	без п.о.н.	без обробки	2,1	0,1	-
				0,75	2,2	0,2	0,2
			Ризогумін	без обробки	2,6	0,6	0,5
				0,75	2,5	0,5	0,4
2	Люпин білий	Версневий	без п.о.н.	без обробки (к)	2,7	-	-
				0,75	2,9	-	0,2
			Ризогумін	без обробки	3,3	-	0,6
				0,75	3,0	-	0,3
		Чабанський	без п.о.н.	без обробки	2,8	0,1	-
				0,75	3,0	0,3	0,2
			Ризогумін	без обробки	3,4	0,7	0,6
				0,75	3,2	0,5	0,4
3	Люпи	Олімп	без п.о.н.	без обробки	2,0	-	-
			0,75	2,2	-	0,2	

		Переможець	Ризогумін	без обробки	2,5	-	0,5
				0,75	2,4	-	0,4
			без п.о.н.	без обробки	2,1	0,1	-
				0,75	2,3	0,3	0,2
			Ризогумін	без обробки	2,6	0,6	0,5
				0,75	2,5	0,5	0,4
4	Нут посівний	Пегас	без п.о.н.	без обробки (к)	2,1	-	-
				0,75	2,4	-	0,3
			Ризогумін	без обробки	2,8	-	0,7
				0,75	2,7	-	0,6
		Скарб	без п.о.н.	без обробки	2,2	0,1	-
				0,75	2,6	0,5	0,4
	Ризогумін	без обробки	3,0	0,9	0,8		
			0,75	2,9	0,8	0,7	
5	Соя	Голубка	без п.о.н.	без обробки (к)	2,0	-	-
				0,75	2,2	-	0,2
			Ризогумін	без обробки	2,4	-	0,4
				0,75	2,3	-	0,3
		Азимут	без п.о.н.	без обробки	2,1	0,1	-
				0,75	2,4	0,3	0,3
			Ризогумін	без обробки	2,6	0,5	0,5
				0,75	2,5	0,4	0,4
<p>НІР_{0,5} т/га (горох посівний): А-0,07; В-0,10; С-0,08; АВ-0,14; АС-0,12; ВС-0,17; АВС-0,24 2016 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,05; С-0,04; АВ-0,07; АС-0,06; ВС-0,08; АВС-0,12 2017 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,05; В-0,06; С-0,06; АВ-0,04; АС-0,08; ВС-0,11; АВС-0,16 2018 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,06; С-0,05; АВ-0,04; АС-0,07; ВС-0,10; АВС-0,14.</p> <p>НІР_{0,5} т/га (люпин білий): А-0,05; В-0,08; С-0,06; АВ-0,12; АС-0,10; ВС-0,15; АВС-0,04 2016 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,03; В-0,04; С-0,03; АВ-0,06; АС-0,05; ВС-0,07; АВС-0,10 2017 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,07; С-0,07; АВ-0,10; АС-0,07; ВС-0,12; АВС-0,15 2018 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,05; В-0,05; С-0,04; АВ-0,07; АС-0,06; ВС-0,11; АВС-0,13.</p> <p>НІР_{0,05} т/га (люпин вузьколистий): А-0,05; В-0,08; С-0,06; АВ-0,12; АС-0,10; ВС-0,14; АВС-0,09 2016 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,03; В-0,04; С-0,03; АВ-0,05; АС-0,04; ВС-0,08; АВС-0,10 2017 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,05; С-0,05; АВ-0,06; АС-0,06; ВС-0,09; АВС-0,12 2018 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,04; В-0,06; С-0,05; АВ-0,07; АС-0,07; ВС-0,08; АВС-0,13.</p> <p>НІР_{0,05} т/га (нут посівний): А-0,04; В-0,07; С-0,08; АВ-0,06; АС-0,09; ВС-0,2 АВС-0,08 2016 р. НІР_{0,005} т/га: А-0,05; В-0,04; С-0,03; АВ-0,05; АС-0,04; ВС-0,07; АВС-0,09 2017 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,06; В-0,05; С-0,05; АВ-0,06; АС-0,08; ВС-0,08; АВС-0,10 2018 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,07; В-0,04; С-0,02; АВ-0,08; АС-0,03; ВС-0,04; АВС-0,13.</p> <p>НІР_{0,05} т/га (соя): А-0,02; В-0,03; С-0,03; АВ-0,02; АС-0,04; ВС-0,14; АВС-0,05 2016 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,02; В-0,03; С-0,03; АВ-0,02; АС-0,02; ВС-0,02; АВС-0,05 2017 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,02; В-0,01; С-0,02; АВ-0,03; АС-0,03; ВС-0,03; АВС-0,06 2018 р. НІР_{0,05} т/га: А-0,03; В-0,02; С-0,03; АВ-0,03; АС-0,02; ВС-0,02; АВС-0,03.</p>							

За роки проведених досліджень визначено максимальні показники врожайності зерна у сортів зернобобових культур. Відтак, у гороху посівного найбільш врожайним виявився сорт Пристань (2,6 т/га), люпину білого – Чабанський (3,4 т/га), люпину вузьколистого – Переможець (2,6 т/га), нуту посівного – Скарб (3,0 т/га) та у сої – Азимут (2,6 т/га). Найбільші прирости зернової продуктивності одержано за обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обприскування посівів ретардантом хлормекват-хлоридом у фазі бутонізації.

3.2. Якісні показники зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування.

Актуальною проблемою сучасного сільського господарства є забезпечення населення країни повноцінними продуктами харчування тваринного походження. У зв'язку з цим, питання забезпечення тваринництва необхідною кількістю перетравного протеїну набуває особливо важливого значення. В умовах гострої боротьби за збереження галузі тваринництва товаровиробникам необхідно шукати шляхи здешевлення видів кормів, в першу чергу за рахунок включення в раціони годівлі сільськогосподарських тварин збалансованих за поживністю концентрованих кормів, що забезпечить підвищення конкурентоспроможності галузі тваринництва. У вирішенні проблеми дефіциту рослинних білків, важлива роль належить бобовим культурам, в урожаї яких вміст протеїнів в 1,3-3,0 рази вищий порівняно із злаковими культурами. Крім того, білки бобових повноцінні за амінокислотним складом, екологічно чисті, їх розчинність і засвоєння до 3 разів вища порівняно із зерновими злаками.

З усіх культур бобові містять найбільше білка. Їх зерно та зелена маса за вмістом білка перевищують зернові культури більш ніж удвічі, за амінокислотним складом їх білки набагато краще засвоюються, дають найдешевший білок, Сьогодні рослинний білок дуже цінується у харчовій та кормовій промисловості. У результаті проведених науково-експериментальних

досліджень встановлено, що із зростанням врожайності зерна вихід сирого протеїну також зростає (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вміст та вихід сирого протеїну зерна зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах НДГ «Агрономічне» (середнє за 2016-2018 рр.)

№ п.п.	Культура	Сорт	Передпосівна обробка насіння	Концентрація ретарданту, %	Сирий протеїн, %	Вихід сирого протеїну, т/га
1	Горох посівний	Царевич	без п.о.н.	без обробки (к)	19,8	0,40
				0,75	20,2	0,42
			Ризогумін	без обробки	21,3	0,53
		Пристань	без п.о.н.	без обробки	21,0	0,44
				0,75	21,5	0,47
			Ризогумін	без обробки	22,8	0,59
2	Люпин білий	Вересневий	без п.о.н.	без обробки (к)	34,6	0,93
				0,75	35,1	1,02
			Ризогумін	без обробки	36,3	1,20
		Чабанський	без п.о.н.	без обробки	36,1	1,01
				0,75	36,5	1,09
			Ризогумін	без обробки	38,2	1,30
3	Люпин вузьколистий	Олімп	без п.о.н.	без обробки	30,7	0,61
				0,75	31,1	0,68
			Ризогумін	без обробки	32,0	0,80
		Переможець	без п.о.н.	без обробки	31,7	0,67
				0,75	32,3	0,74
			Ризогумін	без обробки	33,5	0,87

				0,75	32,8	0,82
4	Нут посівний	Пегас	без п.о.н.	без обробки (к)	24,8	0,52
				0,75	25,2	0,60
			Ризогумін	без обробки	26,2	0,73
				0,75	25,7	0,69
		Скарб	без п.о.н.	без обробки	26,1	0,57
				0,75	26,4	0,67
			Ризогумін	без обробки	27,5	0,82
				0,75	27,0	0,78
5	Соя	Голубка	без п.о.н.	без обробки (к)	33,3	0,67
				0,75	34,2	0,75
			Ризогумін	без обробки	36,2	0,87
				0,75	35,4	0,81
		Азимут	без п.о.н.	без обробки	34,2	0,72
				0,75	35,6	0,85
			Ризогумін	без обробки	37,8	0,98
				0,75	36,1	0,90

За рахунок підвищення урожайності найвищий вихід сирого протеїну (0,93 – 1,19 т/га) був у рослин люпину білого. Відтак, у гороху посівного вихід сирого протеїну найбільшим був у сорту Пристань (0,59 т/га), люпину білого – Чабанський (1,19 т/га), люпину вузьколистого – Переможець (0,87 т/га), нуту посівного – Скарб (0,82 т/га) та у сої – Азимут (0,98 т/га). Найбільші прирости виходу сирого протеїну з одиниці площі одержано за обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обприскуванні посівів ретардантом хлормекват-хлоридом у фазі бутонізації.

Крім досліджуваних чинників, на величину вмісту сирого протеїну в зерні бобових впливали агрометеорологічні чинники, зокрема температурний режим повітря та рівень вологозабезпечення. Відтак, найбільш сприятливі умови для накопичення максимального вмісту сирого протеїну склались у 2018 р., який характеризувався невисокими показниками середньодобової температури та випаданням великої кількості атмосферних опадів.

3.3. Економічна ефективність вирощування зернобобових культур залежно від технологічних аспектів вирощування

Білкова економіка відіграє ключову роль в аграрному секторі економіки. Для забезпечення ефективного функціонування економічної ефективності вирощування важливо повністю забезпечити внутрішні потреби країни в зернобобових і збільшити обсяги можливого експорту. Для України збільшення виробництва зерна має стратегічне значення для покращення стану національної економіки, оскільки його успішний розвиток створює умови для ефективної роботи низки суміжних галузей. Для забезпечення ефективної роботи виробництва рослинного білка важливо повністю забезпечити внутрішні потреби країни у зерні та збільшити можливий експорт.

Фактичним та ефективним способом підвищення ефективності рослинництва найближчим часом буде використання новітніх досягнень науки в біологічній, технологічній та інформаційній галузях. У сучасних умовах сільськогосподарського виробництва пріоритетним напрямком досліджень є обґрунтування та вдосконалення сучасних агротехнологій вирощування бобових культур на основі енергозбереження та екологічної безпеки. У зв'язку з цим особливу увагу слід приділити бобовим, які мають важливе кормове, агрономічне, господарське значення.

Виробництво білка відіграє ключову роль в економіці держави. Для України, збільшення виробництва білка з бобових культур має стратегічне значення для підйому національної економіки, оскільки його успішний розвиток створює умови для ефективної роботи низки суміжних галузей. Підвищення ефективності виробництва білка – одне з найважливіших завдань, від якого залежить продовольча безпека країни. Вирішення даних питань повинно здійснюватися як на державному, так і на регіональному рівнях, де вирішується проблема забезпечення населення продуктами харчування та худоби високопоживними кормами.

Стратегічно Україна повинна взяти курс на зменшення обсягів експорту сировини та створити умови для організації поглибленої переробки, що

сприятиме: задоволенню потреб інтенсивного тваринництва у високобілкових кормах; створення нових робочих місць; збільшення податків; забезпечення продовольчої та екологічної безпеки України.

Інтенсифікація виробництва зернобобових культур повинна стати одним із стратегічних напрямків прискороного розвитку всього агропромислового виробництва України на найближчі 10 років. Для цього необхідно зосередитись на розробці економічно ефективних технологій, а саме на створенні високопродуктивних сортів бобових різних груп стиглості з уточненням стабільної зони виробництва, оптимізацією посівних площ провідних культур, розвитком та впровадження наукомістких технологій, заснованих на економії ресурсів.

Виробництво зерна має вирішальне значення для піднесення всіх галузей сільського господарства і підвищення матеріального рівня життя людей. Найважливішим завданням по вирощуванню зернових колосових культур є значне підвищення їх врожайності, насамперед шляхом впровадження у виробництво високопродуктивних сортів, диференційованої зональної агротехніки з урахуванням біологічних особливостей окремих культур та врахування впливу погодних умов на їх продуктивність.

Крім того, в контексті зміни клімату необхідно буде сформувати єдину аграрну політику з ЄС щодо виробництва високобілкових кормів. Це нагальне і важливе завдання, яке здійснить вагомий внесок у вирішення проблеми рослинного білка, формування власних білкових ресурсів, підвищення родючості ґрунтів та зміцнення економіки України.

Таким чином, виробництво зернобобових культур займає особливе місце серед інших галузей рослинництва, оскільки зерно є не тільки основою харчування людини, а й є джерелом виробництва продукції тваринництва, експортним продуктом, що визначає зовнішньоекономічне становище держави.

Незважаючи на те, що в нашій країні є хороші кліматичні умови та родючі чорноземи для вирощування бобових культур, в останні роки виробництво кормів не є стабільним. Тому головним завданням виробників

білкових культур є підвищення родючості та економічної ефективності виробництва бобових культур. Більшу увагу слід приділяти досягненню високоефективного управління, покращенню якості сільськогосподарської продукції. Підвищення економічної ефективності сільського господарства передбачає збільшення виробництва та поліпшення якості сільськогосподарської продукції при одночасному зменшенні витрат на оплату праці та матеріальних ресурсів на одиницю продукції. Вирішення цієї проблеми нерозривно пов'язане з подальшою всебічною інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, в процесі якої збільшується урожайність та продуктивність. У сучасних умовах сільське господарство розвивається переважно на основі інтенсифікації, що є основним джерелом підвищення його економічної ефективності.

Складність розрахунків економічної ефективності полягає у нестабільності цінової політики на промислову та сільськогосподарську продукцію. У розрахунках економічної ефективності враховували показники урожайності зерна, вартість урожаю зерна, матеріальні затрати на його вирощування, оплату праці, амортизацію, ремонт та інші витрати.

У сучасних умовах сільського господарства важливою вимогою до елементів технології, які розробляються та впроваджуються у виробництво, є зменшення собівартості одиниці продукції, зменшення енергетичних витрат, і як результат – збільшення прибутку. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур слід розробляти на принципах економії ресурсів, матеріальних та енергетичних витрат. Крім того, вони повинні бути конкурентоспроможними на ринку технологій.

Встановлено, що вивчені елементи технології вирощування суттєво вплинули на показники економічної ефективності вирощування зернових бобових культур (табл. 3.3).

За роки експериментальних досліджень визначено максимальні показники продуктивності зерна та кормів у сортах досліджуваних зернобобових культур.

Таблиця 3.3

**Економічна ефективність вирощування зернобобових культур
(середнє за 2016-2018 рр.)**

№ п.п.	Культура	Сорт	Передпосівна обробка насіння	Концентрація ретарданту, %	Собівартість, грн/га	Умовна чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
1	Горох посівний	Царевич	без п.о.н.	без обробки (к)	2106	5201	72
				0,75	2000	5700	78
			Ризогумін	без обробки	2012	6000	82
		0,75		1898	6656	91	
		Пристань	без п.о.н.	без обробки	2105	5232	72
				0,75	2001	5702	78
Ризогумін	без обробки		2002	6000	82		
			0,75	1922	6593	91	
2	Люпин білий	Вересневий	без п.о.н.	без обробки (к)	3889	11263	101
				0,75	3740	12290	107
			Ризогумін	без обробки	3886	13660	106
		0,75		3746	12770	108	
		Чабанський	без п.о.н.	без обробки	3952	12819	102
				0,75	3886	13660	106
Ризогумін	без обробки		3821	14000	109		
			0,75	4157	15624	119	
3	Люпин вузьколистий	Олімп	без п.о.н.	без обробки (к)	4096	10038	90
				0,75	4057	10518	92
			Ризогумін	без обробки	4264	9124	83
		0,75		4106	9714	90	
		Переможець	без п.о.н.	без обробки	4192	10498	86
				0,75	4150	10978	88
Ризогумін	без обробки		4389	9862	83		
			0,75	4249	9694	84	
4	Нут посівний	Пегас	без п.о.н.	без обробки (к)	4109	16300	111
				0,75	4178	18700	125
			Ризогумін	без обробки	4231	17700	116

				0,75	4267	18100	119	
		Скарб	без п.о.н.	без обробки	5352	16636	87	
				0,75	4649	19027	115	
		Ризогумін		без обробки	3310	18607	123	
				0,75	4182	19349	139	
5	Соя	Голубка	без п.о.н.	без обробки (к)	5253	13677	113	
				0,75	5109	14682	119	
		Ризогумін		без обробки	4875	17095	129	
				0,75	4749	16317	135	
		Азимут	без п.о.н.	без обробки	4820	18651	132	
				0,75	4499	18762	148	
			Ризогумін		без обробки	4629	17873	142
					0,75	4407	19429	154

Найкращі показники економічної ефективності, а саме рівень рентабельності – 154 %, спостерігався за технологією вирощування сої сорту Азимут, де використовувався бактеріальний препарат Ризогумін при передпосівній обробці насіння у поєднанні з обробкою ретардантом (0,75 %). Собівартість та прибуток становили 4407 грн / га та 19429 грн / га відповідно.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ

Найскладнішою задачею післязбиральної обробки зерна залишається зберігання його до переробки. Вирішити її можна тільки завдяки глибокому вивченню процесів, що відбуваються в зерні, цілеспрямованому використуванні його фізіологічних властивостей при обробці та зберіганні. На сьогодні залишаються не достатньо вивченими та визначеними технологічні прийоми зберігання і переробки зернобобових культур залежно від показників якості.

Зернобобові культури входять до складу найбільш перспективних сільськогосподарських культур України, в хімічному складі яких, в порівнянні з традиційно культивованими і вирощуваними зерновими, входить досить велика кількість енергетично і біологічно цінних речовин, співвідношення і склад яких формує унікальні особливості і високі споживчі властивості продуктів їх переробки.

Незважаючи на велику кількість публікацій присвячених дослідженню хімічних властивостей, позитивному впливу на організм людини та тварин, а також агротехнології вирощування та використання зерна бобових у харчовій та фармацевтичній промисловостях та зеленої маси при годівлі сільськогосподарських тварин, на сьогодні є недостатньо вивченими фізико-механічні, аеродинамічні і гігроскопічні властивості, розмірні і теплофізичні характеристики, інтенсивність дихання зерна, не встановлено їх залежність від вологості та температури зерна.

Тому розробка рекомендацій з науково обґрунтованими режимами очищення, сушіння та зберігання зерна бобових, які будуть сприяти зниженню енергоємності післязбиральної обробки та гарантованого зберігання зерна цієї культури. Все зазначене вище підтверджує актуальність роботи, визначає мету та завдання досліджень.

4.1. Дослідження процесу зберігання зернобобових культур

Вивчення властивостей зернових мас і вплив на них умов навколишнього середовища показали, що інтенсивність усіх фізіологічних процесів залежить від одних і тих самих факторів, найважливішими серед яких є: вологість зернової маси і навколишнього середовища; температура зернової маси та оточуючих її об'єктів; доступ повітря до зернової маси.

На регулюванні параметрів цих факторів і ґрунтуються три режими зберігання зернових мас: у сухому стані, тобто з вологістю, близькою до критичної; в охолодженому стані, тобто за таких умов, коли температура їх знижена до таких меж, які значно гальмують життєві функції компонентів зернової маси; без доступу повітря. Перспективу має також хімічне консервування зернових мас обробкою їх деякими органічними кислотами, від яких гинуть усі живі компоненти зернової маси і таким чином захищають її від біологічного псування.

Вибір режиму зберігання визначається рядом умов, серед яких треба враховувати кліматичні умови місцевості, де розташоване господарство, типи зерносховищ і їхню місткість, технічні можливості, які має господарство для приведення партій зерна до стійкого для зберігання стану, цільове призначення партій зерна, якість партій зерна, економічну доцільність застосування того або іншого режиму.

Найкращі результати бувають при комплексному використанні режимів, наприклад зберігання сухої зернової маси при низьких температурах з використанням для охолодження холодного сухого повітря під час природних перепадів температур. Встановлено, що якість зерна більшості зернобобових культур, навіть при вологості 11-12%, протягом кількох років зберігання при температурі вище 20 °С погіршується, воно темніє і набуває гіркого смаку. У сховищах висота насипу зерна бобових середньої сухості (14-16 %) допускається до 3 м, а вологого (16-18 %) – не більше 2 м. У теплий період року висоту насипу зменшують. Сире зерно зберігати не можна.

Найсприятливішими для зернобобових є умови при температурі 10 °С, вологості зерна до 14 % і відносній вологості повітря до 70 %. При вологості

зерна 16 % утворюється вільна волога, яка зумовлює розвиток плісняви. Зберігання протягом трьох років і 10 місяців при температурі 4-7 °С і вологості 13-15 % не призводило до зниження харчових та кормових якостей, сприяло сповільненню біохімічних процесів.

За вологості 16 % і температури 24-25 °С вже через 3 місяці зберігання помітно змінюються вже смакові якості і розвиваються плісняві гриби, насамперед у тріщинках насіння.

Зерно бобових легко розтріскується при ударах (вологе і сире менше, сухе – більше). Тому при проведенні оздоровчих заходів не можна застосовувати машини ударної дії (зернопульти та ін.), а створювати умови для пом'якшення ударів при очищенні та переміщенні зернових бобових культур.

Посівні якості насіння з підвищеною вологістю під час зберігання погіршуються або втрачаються внаслідок дії низьких температур. Чим більший вміст у насінні вільної води, тим помітніший вплив температури нижче 0 °С. Якщо насіння всіх культур вологістю нижче критичної витримує при зберіганні протягом тривалого часу температуру мінус 20-25 °С, то з підвищенням вологості його стійкість різко зменшується. Багато насінин, маючи вологість 20-22 %, втрачає схожість при температурі мінус 5-10 °С протягом короткого часу зберігання. Із продовженням строку зберігання схожість зерна поступово знижується. Відтак, при тривалому зберіганні схожість насіння зернобобових культур зберігається до 1,5-2,5 року.

Отже, забезпечити необхідну якість зерна без погіршення поживних та насінневих властивостей – є доволі непростим завданням, з яким стикаються виробники зернобобових, оскільки останнім часом спостерігається тенденція організації зберігання зерна безпосередньо у господарствах. Ефективність організації процесу зберігання зерна ґрунтується на знанні фізіологічних та біохімічних властивостей зернової маси, а також на розробці рекомендацій з післязбиральної обробки.

Боротьбу з втратами і зниженням поживних властивостей зерна і зернових продуктів можливо здійснити тільки на основі глибоких знань їхнього хімічного складу і складних біологічних і хімічних процесів, які протікають у

продуктах, інтенсивність яких залежить від особливостей об'єкта та умов зберігання.

4.2. Розробка технологічних схем та рекомендацій з післязбиральної обробки зерна зернобобових культур

Післязбиральна обробка більшості зернобобових є найбільш складною в справі виробництва даних культур. У зв'язку з великим вмістом білка, жиру і вразливістю оболонки до пошкоджень, бобові при несприятливих умовах (наявність органічних домішок, підвищена вологість) швидко псуються. Дуже важливо, щоб на зберігання зерно надходило ретельно очищеним від битих і подрібнених частин, від бобів, зіпсованих шкідниками, сміття, яке дає додаткову вологу, а також від насіння рицини.

Перед розміщенням на зберігання з метою запобігання погіршенню якості вологе та сире зерно зернобобових необхідно очистити від домішок та просушити. Для надійного зберігання зерно бобових має відповідати наступним вимогам: вологість – не більше 14-16 %; засміченість – не більше 4 %.

Зерно зернобобових культур доцільно очищати на безрешітних (аеродинамічних) сепараторах типу САД, АЛМАЗ, «ТОР» ИСН або зерноочисних комплексах на їх основі (мобільних ЗАВ типу СОК та ін.). Аеросепаратори дозволяють проводити очищення зерна від домішок та розділяти його на кілька фракцій за аеродинамічними властивостями. Продуктивність сепараторів типу САД складає від 4 до 150 т/год. Технологічна схема аеросепаратора наведена на рис.4.1.

У камері сепарації відбувається розшарування та поділ зерна за питомою вагою за рахунок дії на нього повітряних потоків, що утворюються вентилятором високого тиску, підготовлених струменевим генератором. Після сепарації зерно розводиться за фракціями та направляється у приймальні бункери або фасується у мішки. Для вловлювання пилу, легких домішок та дрібнодисперсних частинок, які надходять разом з зерновою масою на сепарацію, призначено циклон, вбудований у сепаратор. Очищення зерна зернобобових культур можна проводити також на існуючих в галузі ситоповітряних

сепараторах та зерноочисних стаціонарних комплексах ЗАВ.

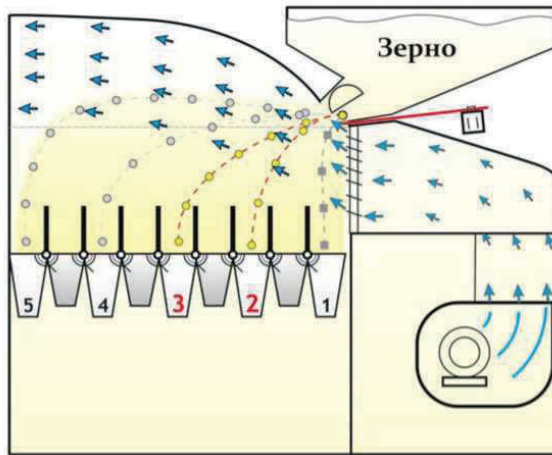


Рис. 4.1. Технологічна схема аеродинамічного сепаратора: 1 – крупні домішки; 2, 3 – очищене зерно; 4,5 – легкі домішки, щупле та бите зерно.

При надходженні зерна бобових на елеватори та у пункти зберігання необхідно забезпечити своєчасне приймання, формування партій та необхідну його обробку – очищення, сушіння і активне вентилявання, тобто доведення зерна до встановлених промислових норм якості та посівних, експортних або спеціальних кондицій.

Всі операції, що виконуються з зерном, пов'язані з необхідністю транспортування (внутрішнього переміщення) зерна, для чого використовують безперервно діючі машини (конвеєри, норії) і самопливні труби. Обробляють же зерно на безперервно діючому обладнанні (зерноочисних машинах, зерносушарках). Взаємозв'язок технологічного обладнання, а також ємностей (бункерів, силосів), з'єднаних транспортуючим обладнанням, являє собою технологічний процес обробки зерна на зернозаготівельних підприємствах.

Таким чином, для кожної операції характерна певна послідовність переміщення зерна через силоси, бункери та обладнання, яка багато в чому залежить від принципової схеми елеватора.

РОЗДІЛ 5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Сучасний розвиток будь-якого підприємства, галузі, країни неможливий без впровадження та використання інновацій та техніко-технологічних рішень, оскільки рівень активізації останніх визначають загальний рівень конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках. Адже всеохоплююче впровадження інновацій сприяє підвищенню продуктивності праці, економії різних видів ресурсів, скороченню витрат та зниженню собівартості агропродовольчої продукції, нарощуванню обсягів і підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва, що впливає на залучення інвестицій.

Нині основним викликом світових інноваційно-технологічних процесів є розвиток сільського господарства, який спрямований на динамічність агровиробництва за рахунок використання передових технологій, безпечність деяких з них досі не досліджена детально.

Тому зазначені процеси можуть супроводжуватися виникненням різних ризиків, наприклад: негативний вплив на здоров'я населення країни як через продукти споживання, так і на територіях, де вирощується продукція; занедбаня природних ресурсів, особливо, ґрунтів та підземних вод через інтенсифікацію сільськогосподарської, агропродовольчої діяльності та неконтрольоване використання у процесі виробництва недостатньо перевірених інноваційних технологій. Це, у свою чергу, впливатиме на економічну стабільність держави, рівень доходів підприємств, зниження попиту населення на продукцію у зв'язку зі включенням до її собівартості додаткових витрат тощо. Відтак важливо розробити нормативи впровадження та ефективний механізм використання інноваційних технологій з метою отримання економічного та соціального ефекту.

5.1 Технологічні прийоми переробки зернобобових культур при виробництві високобілкових кормів

У сучасних технологіях кормовиробництва, серед всіх видів зернобобових культур, що поширені на території України, пріоритет надається сої, яка характеризується високою поживною цінністю та містить низку вітамінів і мікроелементів, що життєвонеобхідні для повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин.

Поряд із цим, як показують дослідження Калетніка Г.М., Кулика М.Ф., Овсієнко С.М., зерно сої містить антипоживні речовини такі, як інгібітори, таніни, глюкозида (табл. 5.1), які в свою чергу в значній мірі знижують протеїнову цінність та впливають на погіршення засвоєння білка. Тому застосування сої в раціонах сільськогосподарських тварин потребує попередньої підготовки корму, яка полягає у знищенні інгібіторів і підвищенні доступності протеїну до засвоєння із врахуванням особливостей будови систем травлення, виду та вікової групи тварин.

Таблиця 5.1

Біохімічний склад деяких зернобобових і злакових культур

Показники, %	Зерно сої	Зерно гороху	Просо	Сорго
Вміст поживних речовин				
Білок	36	27,8	16,0	9,8
жири	25,0	2,2	4,0	3,4
клітковина	5,7	5,1	9,7	3,0
цукор	-	3,5	1,1	1,8
БЕР	25,8	55,0	60,3	62,2
вітамін Е, мг/кг с. р.	124,0	110,0	60,3	185,5
Вміст антипоживних речовин				
Інгібітор трипсину, г/кг	42,2	14,7	4,8	3,7
Таніни, %	0,45	0,64	1,20	3,60

Наприклад, при підготовці корму птиці та свиням потрібно збільшити доступ до амінокислот, а для жуйних тварин необхідно захистити білок від

зайвої деградації в рубці та при цьому надати розширений доступ амінокислот, до цілого білка в тонкому кишечнику.

Серед всіх антипоживних речовин, що міститься в бобових культурах, найбільш суттєво, на перетравність корму впливає інгібітор трипсину, механізм дії якого базується на блокуванні вироблення ферментів, відповідальних за розщеплення білків. Таким чином відбувається збільшенні часу відділення метеоніна від молекули білка, що в підсумку призводить до зниження загальної кількості амінокислот (іншими словами обмін речовин сповільнюється) та біологічної цінності протеїну.

Тому використання зерна сої, для кормових цілей, потребує його спеціальної обробки, наприклад, теплової, з метою руйнування раніше перерахованих антипоживних речовин (рис. 5.1).

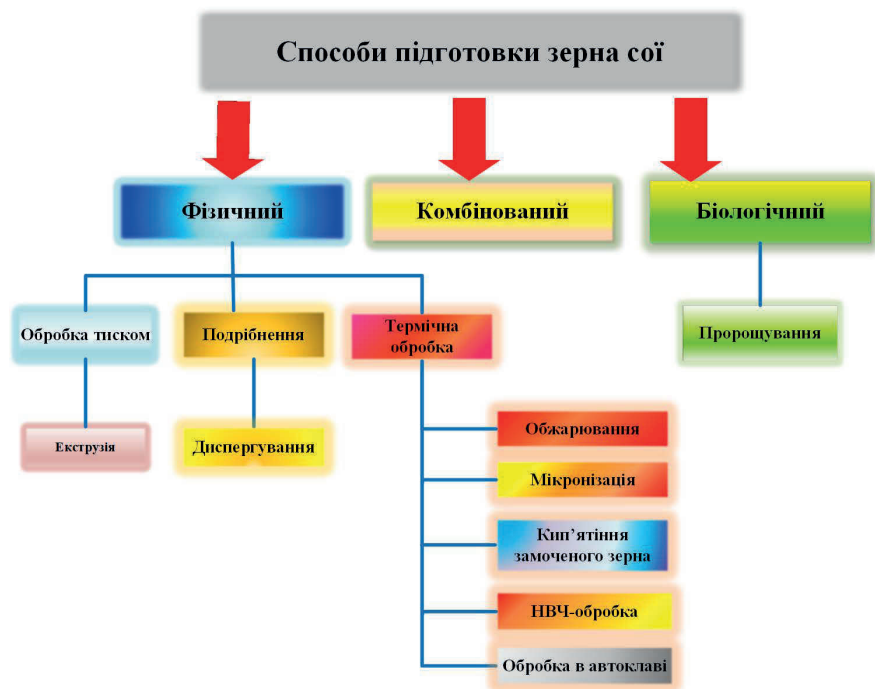


Рис. 5.1. Класифікація способів обробки зерна сої

У свій час, італійськими вченими R. Aguirre та A.E. Garay, було проведено низку експериментальних досліджень із застосуванням фізичних методів підготовки бобів сої до згодовування тваринам, метою яких було підвищення загальної біологічної цінності корму та зниження вмісту антипоживних речовин, суть яких полягала в високотемпературному обжарюванні зерна сої та його подальшій екструзії. Як результат, кількість інгібітору трипсину знизилась на 2,5 мг/г, уреазу на 0,15 рН, а екструзія зерна дозволила скоротити час засвоєння протеїну без втрат жирів.

Американський вчений D.M. Thomason, стверджує, що при гранулюванні соєвої муки найкраще проводити обробку парою з невисоким тиском (0,5 атм.) та температурі пари 126–148 °С, при цьому тривалість контакту пари з соєвим борошном не повинна перевищувати 10–15 с. Саме при дотриманні цих факторів спостерігається найвищий ступінь перетравності протеїну, при відносно незначних втратах лізину.

На даний час, в Україні найбільш доступним та популярним методом теплової обробки зерна сої вважається обжарювання при температурі 240 °С, впродовж 5-10 хв. Застосування такої форми інактивації, супроводжується майже повним зникненням антипоживних речовин та сприяє поліпшенню органолептичних властивостей готового продукту. Для такої обробки застосовують обладнання типу А9-КЖА, газові плити або парові сушарки ВС-10-49. При досягненні температури понад 130 °С спостерігається практично повне руйнування уреазу, проте спостерігається підгоряння зерна, з утворенням золи, зменшується кількість жиру в зерні, та, як наслідок – енергетична цінність зерна. Термін зберігання соєвого борошна, що оброблене таким способом, не перевищує 6 місяців.

Таким чином, соя використовується в годівлі всіх видів сільськогосподарських тварин у вигляді борошна, макухи, шроту, білкових концентратів та соєвого молока (рис. 5.2).

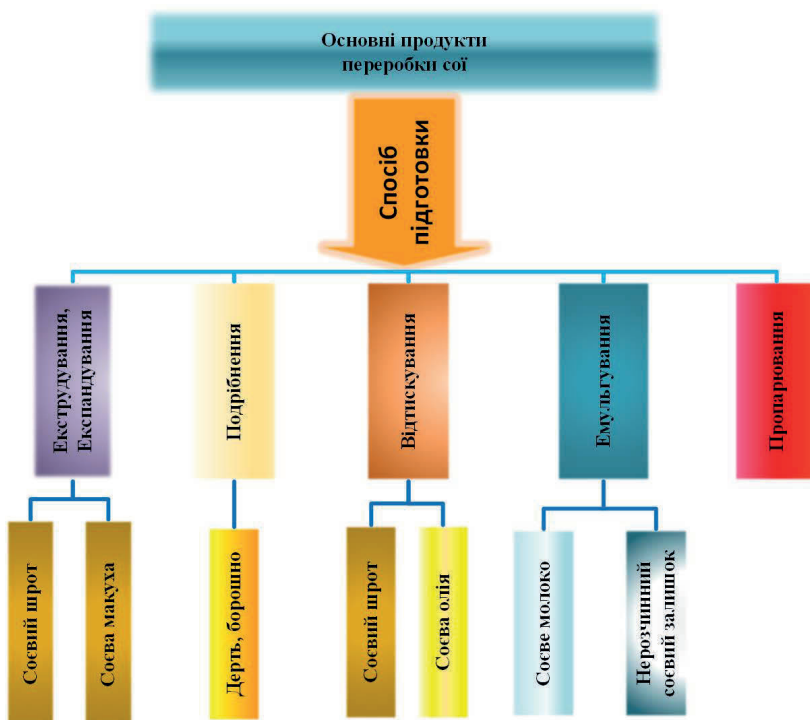


Рис. 5.2. Основні варіанти використання сої в технології годівлі сільськогосподарських тварин

Соевий шрот – застосовують в якості білкової основи для приготування різного за складом комбікормів та характеризується високим вмістом рослинних білків та жиру. Протеїн соєвого шроту легко засвоюється організмом тварини. Крім того, соєвий шрот в порівнянні зі шротами інших культур має більшу поживну цінність.

Соева макуха – це спресоване насіння сої після виділення з них жиру, який зазвичай використовується для приготування соєвої олії. Соева макуха має високий вміст білків та характеризується значною біологічною цінністю і засвоюваністю, що робить її незамінним елементом раціону. Крім високоякісних білків в соєвій макусі містяться мікроелементи – кальцій, залізо, фосфор, марганець і цинк. Фахівці пропонують додавати до щоденного раціону

тварин до 20% соєвої макухи.

Соєве борошно – продукт, отриманий з перероблених насіння сої (соєвих бобів), макухи і шроту. Соєве борошно за якістю амінокислотного комплексу білків і за своїм хімічним складом не поступається сухому знежиреному молоку, маючи лише менший вміст вуглеводів, метіоніну і лізину.

На думку науковців, одним із найперспективніших напрямків підготовки зерна сої до згодовування сільськогосподарським тваринам є приготування рідкої білкової суспензії, тобто соєвого молока, яке за своєю біологічною цінністю не поступається коров'ячому молоку.

Зазначений продукт переробки зерна сої, застосовують для молочної худоби, з метою збільшення надою і жирності молока, а також при випоюванні молодняку телят і поросят в якості замітника дорогого молозивного молока, що в кінцевому результаті дозволяє зменшити витрати виробництва продукції тваринництва.

За біохімічним складом, соєве молоко має дещо вищі показники, порівняно із знежиреним молоком, та характеризується високою енергетичною цінністю (близько 1,73 МДж/дм³), містить 28 г/дм³ засвоюваного протеїну, до того ж, даний продукт містить сиру клітковину в обсязі 0,42 %, що сприяє нормальній роботі травної системи. Амінокислотний склад схожий зі складом знежиреного цільного молока, причому в деяких позиціях навіть перевищує його, а саме: по аргініну в 2,7 рази, по гліцину – в 2,75 рази, лізину – на 13,9 %, треоніну – на 43,5 %, аланіну – 55,1 %.

Телят, привчають до споживання соєвого молока поступово, протягом 7-10 днів збільшуючи дозування, починаючи з, приблизно, 0,250 кг на добу. Це дозволяє швидко адаптувати систему травлення тварин при переході з тваринного білка (коров'ячого молока) на рослинний протеїн. У результаті адаптації системи травлення телят, відбувається підвищення виділення ферментів, які відповідають за травлення та, як наслідок, раннє включення в систему травлення підшлункової залози. При використанні соєвого молока в раціонах телят, контролюють вміст кальцію і фосфору, що обумовлено

зниженою доступністю цих елементів в бобах сої, а у разі потреби – компенсують використанням крейди.

Результати досліджень, що, у різний час, були проведені Бабичем А.О., Глушком Я.Т., Калетніком Г.М., Куликом М.Ф., Макаренком П.С., Овсієнко С.М., свідчать про економічну обґрунтованість використання соєвого молока в раціоні дійних корів, в якості білкової добавки, що сприяє підвищенню надоїв.

У сучасному світі використовують багато методів приготування соєвого молока із зерна сої, зокрема, серед яких досить поширеним є, так званий, «Китайський» спосіб приготування соєвого молока із зерна сої, що передбачає заливання водою зерна сої (1 частина сої: 3-4 частини води) з обов'язковим попереднім його промиванням і подальшою витримкою у водному середовищі впродовж 12-14 годин при температурі води 16-17°C.

Після набухання від вологи, зерна знову промивають чистою водою, розмелюють з додаванням питної води (0,5 л/кг). Далі, до одержаної пасти додають питну воду (6 води: 1 пасти) температурою 20°C та здійснюють безперервне перемішування утвореної маси впродовж 30 хв. Потім використовуючи сепараційну поверхню діаметром перфорації 0,2 мм отримують молочну суспензію та фільтрат, який повторно заливається водою в пропорції 1:2 та знову фільтрується через те ж саме сито. Далі перша і друга порції відфільтрованого розчину змішуються до утворення однорідного за жирністю соєвого молока. За цією схемою, вихід кінцевого продукту становить 8-8,5 л. на 1 кг соєвих бобів.

Крім описаного вище способу, також досить широко застосовують й інші технологічні схеми отримання соєвого молока із бобів сої, зокрема, метод Іллінойсу та Тайванський метод, що представлені на рис. 5.3 та рис. 5.4.

В Україні для більшості підприємств, що займаються виробництвом соєвого молока характерним є спосіб, в основі якого лежить представлена на рис. 5.5. машинно-апаратна лінія.

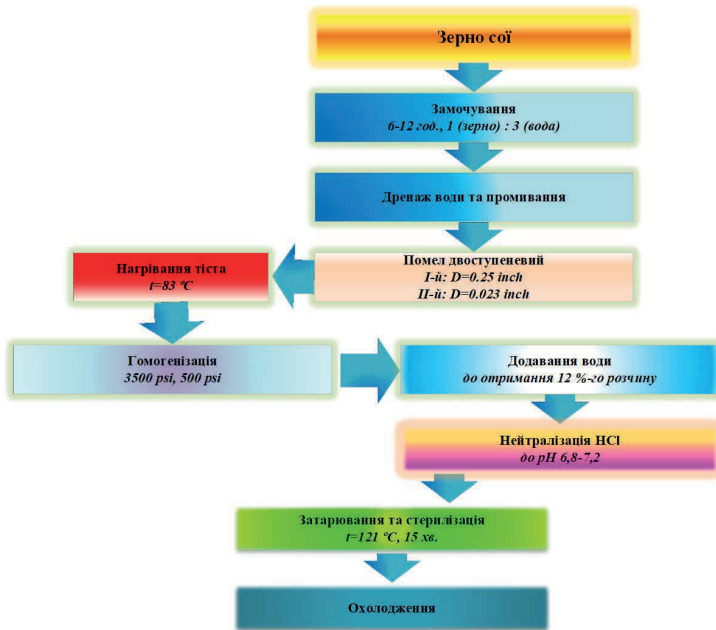


Рис. 5.3. Метод Іллінойсу

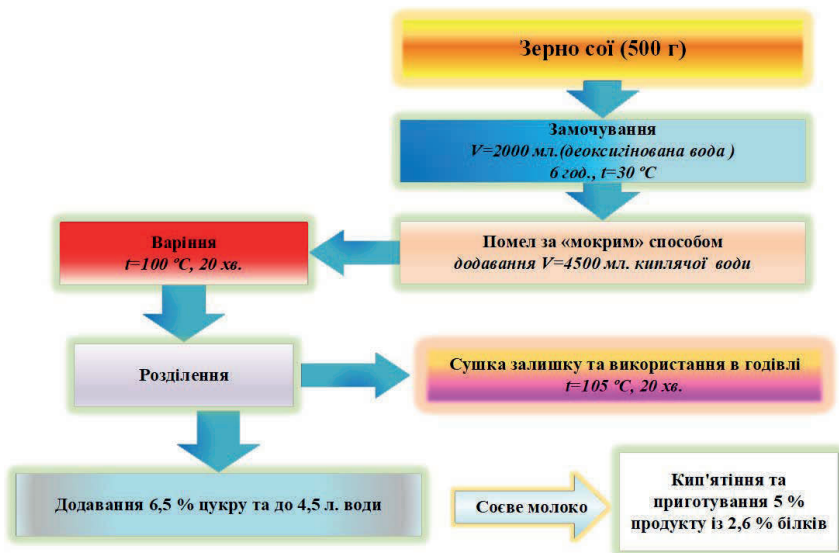


Рис. 5.4. Тайванський метод

Технологічний процес реалізовано наступним чином: заздалегідь підготовлене і промите фуражне зерно сої замочується у воді в пропорції 1 до 3, впродовж 16-17 год, при використанні скляної ємності, що обладнана шнеком з електроприводом для рівномірного і безперервного перемішування. Далі, як видно з рис. 5.5, замочене зерно без надлишкової води надходить в інший бункер 4, звідки після ферментативної обробки надходить на стирання.

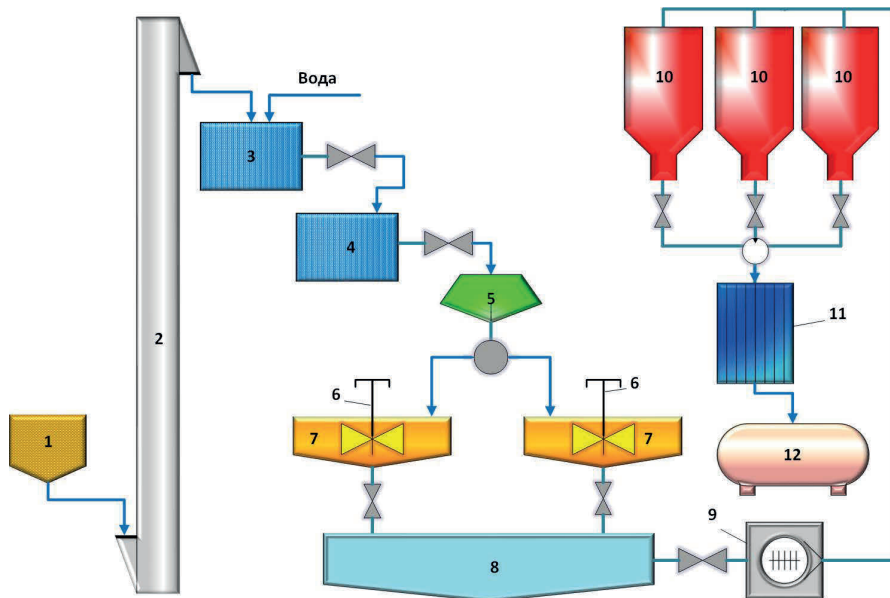


Рис. 5.5. Машинно-апаратурна лінія традиційного для України способу отримання соєвого молока: 1 – резервуар-дозатор; 2 – НЦГ-10; 3,4 – скляна тара; 5 – емульсор, 6 – мішалка; 7 – харчова ванна; 8 – ванна; 9 – електронасос; 10 – котел-нагрівач; 11 – танкер-охолоджувач; 12 – ємність для зберігання.

Із використанням обладнання типу «Емульсор-ПМСМ-6-12.5» зерно сої подрібнюється у водному середовищі до однорідної пастоподібної маси. При цьому вода, що використовується у ролі екстрагенту, вбирає в себе жири, білки та вітаміни.

Далі соєвий екстрагент потрапляє до харчових ванн 7 де впродовж 1,5 год переміщується лопатовими мішалками 6, після чого надходить до ванни 8 та за допомогою насоса 9 білкова каша транспортується до приймального резервуара котла-нагрівача 10 для теплової обробки. В ємність для подальшого зберігання 12, соєве молоко потрапляє після досягнення кондиційного стану в танкері-охолоджувачі 11.

Додатково соєве молоко насичується амінокислотами та мінералами з доданого до нього цукру та кісткового жиру. Після перемішування та утворення однорідної маси «багате» соєве молоко йде на корм тваринам і птиці. Вихід соєвого молока за цим методом становить близько 10-16 літрів з 1 кг соєвого зерна.

Наукові дослідження показали, що при застосуванні цього способу в 1 літрі отриманого соєвого молока міститься приблизно 2,5% жиру, з мінеральних компонентів: кальцію – 0,4 г; фосфору – майже 0,8 г; лізину – 1,25 г; метіоніну – 1,44 г; ізолейцину – 1,61; цукру – до 1%. Крім того, отриманий продукт перевищує більш ніж в два рази, за якісним складом засвоюваного протеїну, цільне молоко при жирності від 3% до 5%.

Ще одним варіантом переробки зернобобових, що зазвичай використовується в господарській діяльності потужних сільськогосподарських підприємств є застосування технологічної лінії приготування соєвого молока продуктивністю 16-18 т за добу (рис. 5.6).

Технологія приготування соєвого молока полягає в наступному: спочатку зерно сої замочують у воді протягом 16 годин в резервуарах 2 ємністю по 3 м³. кожний, що призводить до насичення сої вологою та збільшення геометричних розмірів окремих зернин майже в три рази. Після витримання, перенасичене вологою зерно сої подрібнюється із використанням дробарки 5 типу КДУ-2 до вигляду білкової каші, яка накопичується в резервуарі 6. Далі, з метою видалення антипоживних речовин, матеріал із резервуара 6 перенаправляється до камери для обробки парою від установки КВ-300, після чого чиста білкова маса надходить на охолодження та сепарацію.

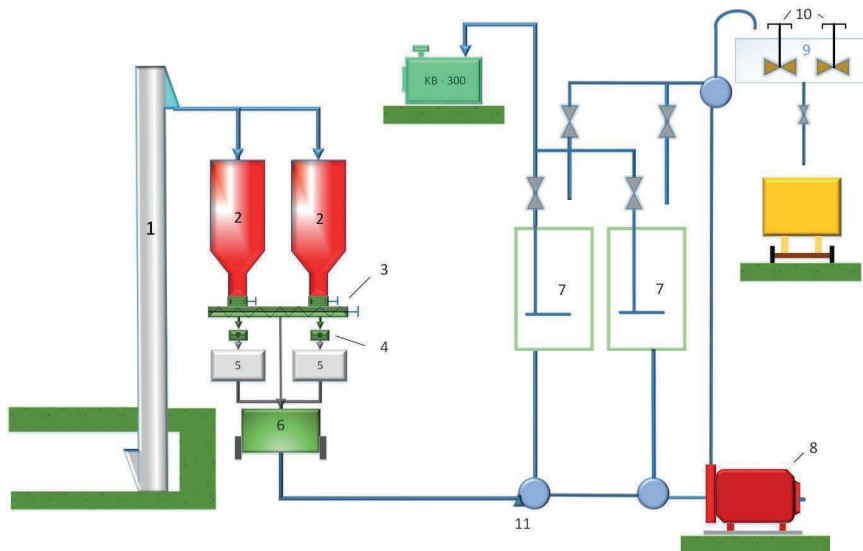


Рис. 5.6. Схема лінії по отриманню соєвого молока (16-18 т/добу): 1 – норія НЦГ-10; 2 – резервуар з водою для замочування зерна; 3 – мішалка; 4 – дозатори; 5 – КДУ-2; 6 – резервуар для прийому білкової каші; 7 – резервуар інактиватор; 8 – насос; 9 – резервуар для молока; 10 – мішалки; 11 – зливний кран.

З метою інтенсифікації процесу виробництва соєвого молока, авторами розроблено машинно-апаратну лінію, яка дозволяє досягти зниження часу екстракції соєвого білка з 18-20 до 1,5-2 год та, як наслідок за рахунок звільнення ємностей, зниження питомої металоємності на одиницю готової продукції (рис. 5.7).

Суть способу полягає в тому, що підготовлене заздалегідь фуражне зерно сої з резервуара 1 надходить на подрібнення 2. За допомогою дозатора 3 отримане після подрібнення соєве борошно подається в резервуар для змішування 4 з водою в пропорції 1 до 10 де впродовж 1,5 год. безперервного

механічного перемішування, при температурі близькій до 60°C (підігрів здійснюється електричним нагрівачем 5), відбувається процес екстракції.

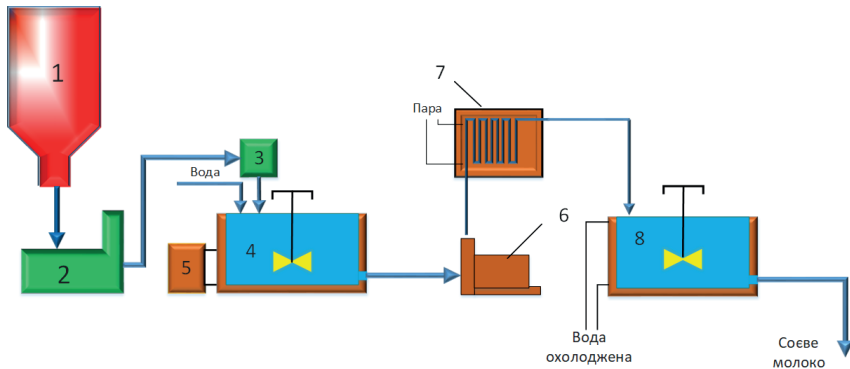


Рис. 5.7. Лінія приготування соєвого молока: 1 – резервуар із зерном сої; 2 – КДУ-2; 3 – дозатор; 4 – резервуар для змішування; 5 – електричний нагрівач; 6 – насос подачі; 7 – парогенератор; 8 – охолоджувач.

Далі соєве молоко знезаражують в пастеризаторі при температурі 90°C, після чого відправляють в охолоджувач та зберігання.

Таким чином, проведений аналіз основних етапів виробництва та технологічних режимів характерних для сучасних технологій отримання соєвого молока, дозволяє зробити висновок про те, що в їх основі лежить застосування одного із варіантів організації процесу:

- витримування протягом тривалого часу зерна сої в воді, далі отримання дрібнодисперсної фракції зерна шляхом тонкого помелу, змішування з водою, поділ на рідку і тверду фракції, теплова обробка, охолодження і зберігання;

- подрібнення зерна сої, змішування отриманого соєвого борошна з водою, термічна обробка отриманого екстрагента, охолодження;

- отримання дрібнодисперсної фракції зерна шляхом тонкого помелу, змішування з водою, теплова обробка, поділ на рідку і тверду фракції, охолодження, зберігання.

Підводячи підсумок та узагальнюючи результати аналізу, можна стверджувати, що перелічені способи приготування соєвого молока відрізняються між собою лише послідовністю здійснення базових технологічних операцій, таких як: отримання дрібнодисперсного помелу, змішування з водою з метою екстрагування білка, фільтрування отриманої каші, теплова обробка, охолодження та зберігання, а експлуатаційні витрати виробництва визначаються енергоефективністю обладнання для виконання цих операцій.

5.2 Передумови інтенсифікації технології переробки зерна сої при виробництві високобілкових кормів

В результаті енергоаудиту основних складових виробничого циклу переробки зернової маси було встановлено, що частка енерговитрат на подрібнення може досягати 40-65 %, в залежності від вологовмісту матеріалу, що піддається обробці та дисперсності готового продукту.

У першу чергу, це зумовлено тим, що на тваринницьких фермах і комбикормових виробництвах для подрібнення зерна, зазвичай, використовують молоткові дробарки. Технологічний цикл роботи такого обладнання полягає у руйнуванні матеріалу в результаті послідовного перебігу наступних стадій: прикладання розподіленого навантаження плоскою гранню шарнірно-підвішеного молотка, виникнення в тілі різного роду деформацій та зростання напружень, досягнення граничних значень напружень та деформацій, розрив зв'язків атомів і молекул між собою.

Як відомо із результатів експериментальних досліджень перебігу процесу подрібнення, проведених Kosse V. та Mathew J., у процесі дроблення відбуваються в основному крихке і пластичне руйнування. Для крихкого руйнування характерна незначна деформація матеріалу, причому після

руйнування залишкові деформації майже відсутні. Прикладена енергія витрачається на подолання сил взаємного зчеплення частинок тіла, тобто на утворення нової поверхні. Під час руйнування пластичних матеріалів енергія витрачається як на розрив структурних зв'язків, так і на значні пластичні деформації. Причому енергія, що витрачається на деформацію, перетворюється в тепло.

Kosse V. було виявлено, що межа міцності матеріалу та гранична його деформація обумовлюється структурно-механічними характеристиками зерна та залежить від сорту, розмірів, густини, вологовмісту, температури тощо. При збільшенні вологовмісту відбувається зменшення крихкості та межі міцності із одночасним зростанням пластичності та абсолютної деформації, яку зерно може сприймати перед початком руйнування.

Подрібнення крихких матеріалів потребує значно менших витрат енергії порівняно з пластичними. Оскільки, як було вже зазначено, крихкість і пластичність ряду матеріалів визначаються їхнім фізичним станом, з енергетичного погляду доцільно подрібнювати матеріал у крихкому стані, що суперечить технологічному регламенту виробництва соєвого молока, відповідно до якого подрібненню передують довготривале вологонасичення зерна.

Таким чином, при подрібненні зерна сої із показником вологовмісту значно вище базисної кондиції спостерігається низька ефективність способу подрібнення ударом, що зумовлено підвищеною пластичністю матеріалу та збільшенням значення граничної деформації, яку зерно може сприймати до руйнування. Також суттєвою проблемою є несвоєчасне виведення готового матеріалу із зони подрібнення внаслідок його налипання на ситі, що призводить до зменшення пропускнуої здатності дробарки.

З метою вирішення зазначених проблем, на базі лабораторії кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету Паламарчуком І.П., Яновичем В.П. та Купчуком І.М., було розроблено вібраційну дискову дробарку (рис. 5.8), в якій при включенні електродвигуна 5 крутний момент

через муфту 6, передається на кінематичний вал 7 з противагами 8, обертання якого призводить до створення комбінованого силового та моментного дисбалансу розміщеного на ньому ротора 9 з осями та дисковидними білами 10.

Оброблювальний матеріал безперервно надходить через завантажувальну горловину 2 і подрібнюється внаслідок обертового та коливного руху дисковидних бил 10. Зі зменшенням розмірів частинок подрібнений матеріал під впливом відцентрових сил та знакозмінних навантажень через ситову поверхню зазнає інтенсивної класифікації: частинки рівні або менші діаметру отворів сита 4 вивантажуються через горловину 3, решта – на повторне подрібнення.

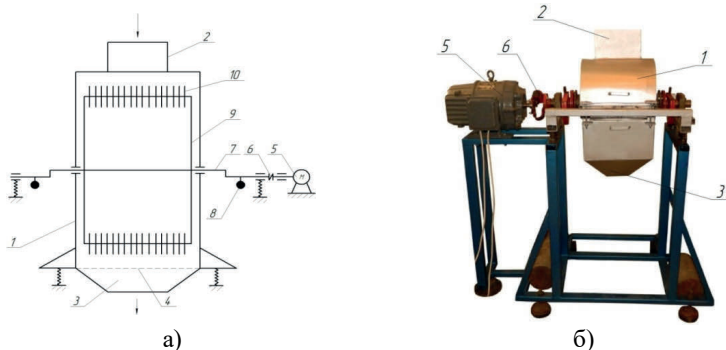


Рис. 5.8. Вібраційна дискова дробарка: а) – принципова схема; б) – загальний вигляд; 1 – корпус; 2, 3 – завантажувальна та розвантажувальна горловина; 4 – сито; 5 – електродвигун; 6 – муфта еластична; 7 – вал кінематичний; 8 – противаги; 9 – ротор; 10 – біла дискового-типу.

Поєднання способів подрібнення (удару і різання) надає змогу здійснювати обробку сировини із високим показником вологовмісту при зменшенні енерговитрат на дану технологічну операцію, що було підтверджено результатами пошукових експериментальних досліджень. Проте, для досягнення високих показників енергоефективності технології переробки сої

для кормових потреб, необхідно обґрунтувати раціональні режими роботи запропонованого обладнання.

5.3. Експериментальне обґрунтування експлуатаційних режимів роботи вібраційної дискової дробарки

5.3.1. Оцінка амплітудно-частотних та енергетичних параметрів

На рис. 5.9, а показано експериментальні залежності амплітуди коливань від кутової швидкості ротора та величини подачі матеріалу, звідки видно, що на холостому ході (без подачі матеріалу) зі зростанням величини кутової швидкості ω графічні криві амплітуди коливань контейнера A поділяються на три зони: дорезонансну, у якій поступово відбувається зростання амплітуди $A=4$ мм у діапазоні значень кутової швидкості $\omega=0-45$ рад/с; резонансну, де спостерігається максимальне значення амплітуди $A=4,6$ мм при $\omega=45-100$ рад/с; зарезонансну, де відбувається стабілізація амплітуди коливань у межах $A=3,35-3,4$ мм.

Із надходженням матеріалу в робочу камеру дробарки (при $\omega=100$ рад/с) внаслідок збільшення коливних мас, спостерігається зростання амплітуди коливань в діапазоні $3,2-3,5$ мм (обернено-пропорційно масі, що завантажується), а зона зарезонансу зміщується вправо по вісі абсцис та настає при кутовій швидкості $\omega=120-125$ рад/с. Зі збільшенням подачі матеріалу значення амплітуди коливань в зарезонансному періоді зменшуються внаслідок зростання дисипативних сил технологічного середовища та становить $A=2,8-3,3$ мм.

Аналіз експериментальної залежності віброшвидкості v виконавчого органа дробарки від кутової швидкості ротора (рис. 5.9, б) та величини подачі матеріалу показав значення 270 мм/с у зоні резонансу при 65 рад/с, після чого залежність набуває лінійного характеру зростання із значенням $340-360$ мм/с за експлуатаційного режиму роботи.

Також було визначено експериментальну залежність віброприскорення a та інтенсивності коливань I виконавчого органа дробарки (рис. 5.9, в,

рис. 5.9, г), на яких чітко відображено, що після проходження зони резонансу (при $\omega=45\text{--}100$ рад/с) залежності набувають лінійного характеру зростання, а їх значення за експлуатаційного режиму роботи при 120–125 рад/с, становлять відповідно $a=40\text{--}46$ м/с² та $I=18\text{--}21$ м²/с³.

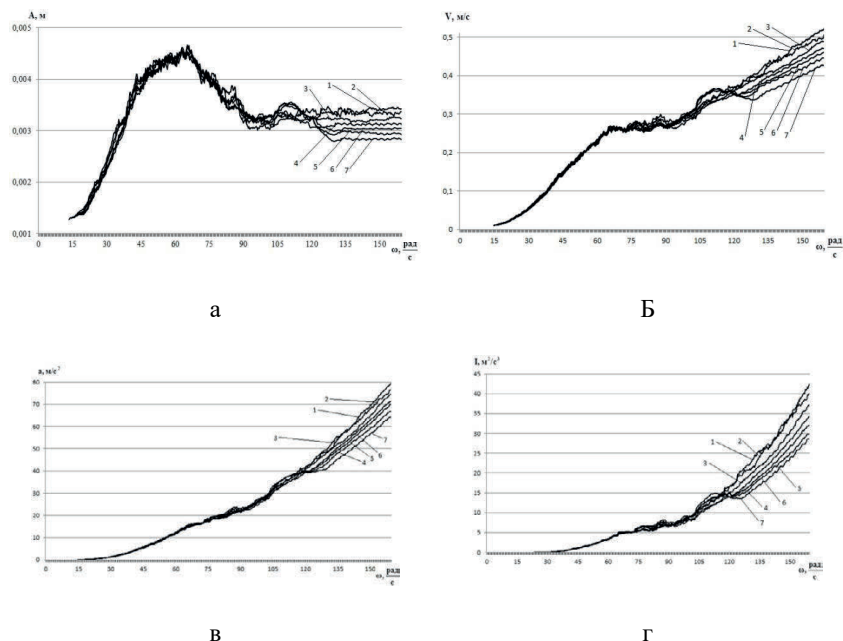


Рис. 5.9. Амплітудно-частотні характеристики вібраційної дискової дробарки: а) амплітуда; б) віброшвидкість; в) віброприскорення; г) інтенсивність коливань; 1 – без подачі матеріалу; 2 – при подачі 100 кг/год; 3 – при подачі 200 кг/год; 4 – при подачі 300 кг/год; 5 – при подачі 400 кг/год; 6 – при подачі 500 кг/год; 7 – при подачі 600 кг/год.

У загальному випадку до основних енергетичних параметрів вібрації можна віднести роботу змушуючих сил або моментів та внутрішніх сил опору коливальної системи. Робота зовнішніх сил створюється незрівноваженими масами та витрачається на здолаття сил опору системи та забезпечення коливного руху виконавчих органів вібраційної технологічної машини із

заданими параметрами. Внутрішні сили опору коливної системи становлять сили реактивного та дисипативного опору.

На рис. 5.10 представлено експериментальну залежність споживаних енерговитрат на привод дробарки від кутової швидкості приводного валу та подачі матеріалу при діаметрі отворів сепарувальної поверхні $d=2$ мм.

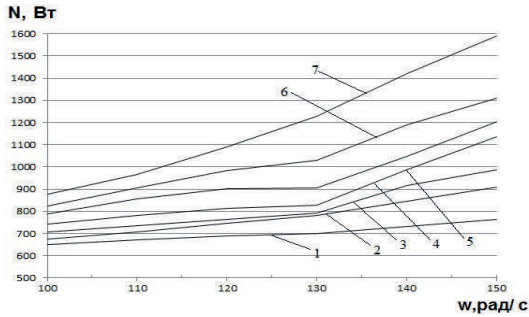


Рис. 5.10. Залежність споживаної потужності електродвигуна від кутової швидкості приводного валу: 1 – при відсутності подачі матеріалу; 2 – при 100 кг/год; 3 – при 200 кг/год; 4 – при 300 кг/год; 5 – при 400 кг/год; 6 – при 500 кг/год; 7 – при 600 кг/год.

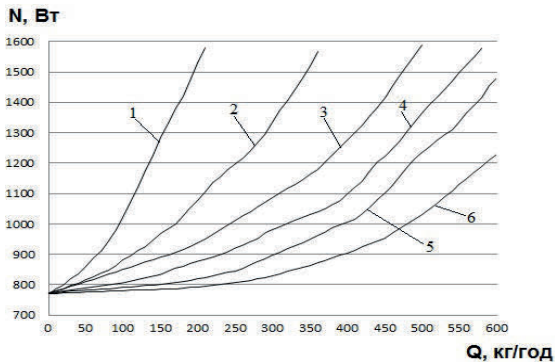


Рис. 5.11. Залежність споживаної потужності електродвигуна від подачі матеріалу: 1 – при $d=1$ мм; 2 – при $d=1,25$ мм; 3 – при $d=1,4$ мм; 4 – при $d=1,6$ мм; 5 – при $d=1,8$ мм; 6 – при $d=2$ мм.

З поданої залежності видно, що при роботі машини без подачі матеріалу зі зростанням частоти ω споживана потужність N збільшується практично пропорційно. Коли відбувається підвищення ступеня завантаженості робочої камери (збільшується подача матеріалу), амплітуда коливань контейнера зменшується, а витрати потужності зростають, разом з цим, при перевищенні частоти $\omega=128\dots130$ рад/с, спостерігається майже квадратичне зростання N , що свідчить про збільшення реактивного та дисипативного опору матеріалу внаслідок його рециркуляції та несвоєчасного виведення із робочої зони. При робочій частоті машини $\omega=120-125$ рад/с споживана потужність електродвигуна, при подачі матеріалу $Q=100-600$ кг/год, становить: $N=740-1160$ Вт.

При цьому, як видно з рис. 5.11, зростання подачі матеріалу при сталій кутовій частоті $\omega=130$ рад/с супроводжується майже квадратичним зростанням потужності N , яку споживає електропривод з мережі, що спричинено розсіюванням енергії в оброблюваному середовищі.

Разом з тим, спостерігається пряма залежність між збільшенням діаметру отворів сепараційної поверхні та радіусом кривизни вітки параболі $N(Q)$, що свідчить про зростання втрат енергії на подолання опору матеріалу, який затримується в робочій камері дробарки внаслідок зниження пропускної здатності сита при зменшенні діаметра його отворів.

5.3.2. Визначення технологічних параметрів досліджуваного процесу

На рис. 5.12 показано зміну продуктивності машини залежно від кутової швидкості приводного вала та діаметра отворів сепараційної поверхні.

Аналізуючи отриману залежність, можна дійти висновку, що продуктивність P зростає зі збільшенням кутової швидкості ротора ω , проте, при досягненні кутової швидкості $\omega=125-135$ рад/с і більше, спостерігається зменшення приросту продуктивності, що свідчить про надмірну рециркуляцію вже подрібненого матеріалу.

Результати експериментальних досліджень продуктивності обладнання P в залежності від кутової швидкості приводного валу ω та вологовмісту W , відображені на рис. 5.13, звідки можна зробити висновок, що значною мірою на продуктивність впливає вологість матеріалу, зокрема при рівній кутовій швидкості ротора ($\omega=130$ рад/с) продуктивність зменшилась більш як на 25 %, а саме із 450 кг/год. до 325 кг/год при подрібненні матеріалу із вологовмістом 13-14 % та 25-26 % відповідно.

Для визначення впливу кутової швидкості приводного валу дробарки та діаметра отворів сепараційної поверхні на питомий прохід крізь контрольне сито було здійснено ряд експериментів, на основі даних яких побудовано графічні залежності рис. 5.14.

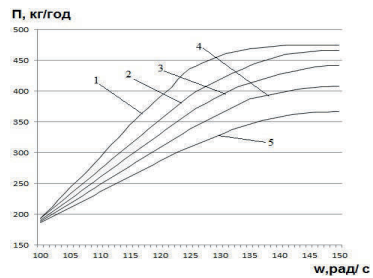
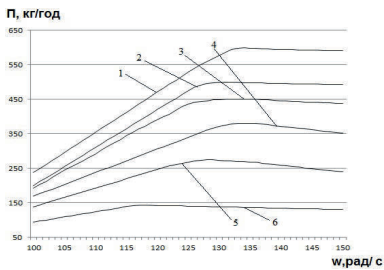


Рис. 5.12. Залежність продуктивності від кутової швидкості приводного валу: 1 – при $d=2$ мм; 2 – при $d=1,8$ мм; 3 – при $d=1,6$ мм; 4 – при $d=1,4$ мм; 5 – при $d=1,25$ мм; 6 – при $d=1$ мм.

Рис. 5.13. Залежність продуктивності від кутової швидкості приводного валу: 1 – при $W=13-14$ %; 2 – при $W=16-17$ %; 3 – при $W=19-20$ %; 4 – при $W=22-23$ %; 5 – при $W=25-26$ %.

З даних залежностей видно, що криві, які характеризують питому частку матеріалу при різних діаметрах отворів встановлених сит, змінюються в дві фази, залежно від кутової швидкості ротора. На першій фазі спостерігається

приріст «проходу» крізь контрольне сито пропорційно кутовій швидкості, на другій – крива вирівнюється, а приріст прямує до нуля.

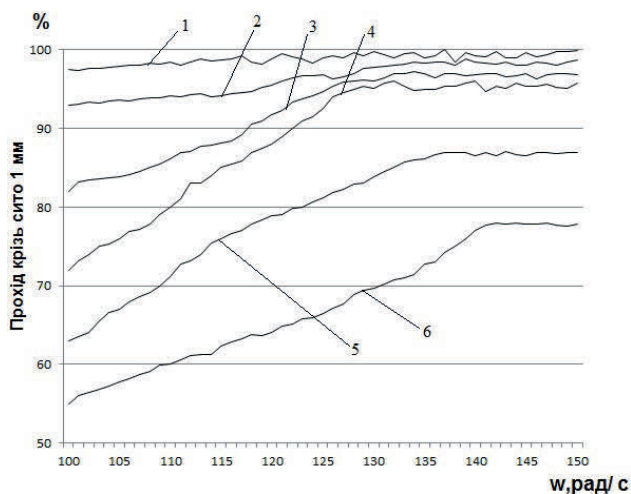


Рис. 5.14. Питома частка матеріалу в залежності від кутової швидкості приводного вала: 1 – при $d=1$ мм; 2 – при $d=1,25$ мм; 3 – при $d=1,4$ мм; 4 – при $d=1,6$ мм; 5 – при $d=1,8$ мм; 6 – при $d=2$ мм.

Крім того, як видно із графіків, при діаметрі отворів сепараційної поверхні $d=2$ мм, питома частка матеріалу, що пройшла крізь контрольне сито становить 78-79% за кутової швидкості ротора від $\omega=140$ рад/с, що не задовольняє умови описані вище.

5.4. Встановлення раціональних параметрів процесу подрібнення у вібраційному полі на основі регресійного аналізу

Грунтуючись на результатах попередніх експериментальних даних досліджуваного процесу подрібнення за використання розробленої вібраційної дискової дробарки роторного типу, здійснено статистичний аналіз якісних та енергетичних параметрів процесу (табл. 5.2).

Якісними та енергетичними параметрами оптимізації досліджуваних процесів визначено: продуктивність Π , кг/год; питомий прохід крізь контрольне сито K , %; N – споживані енерговитрати, Вт.

$$\Pi = f(a, Q, W, d), \quad (5.1)$$

$$K = f(a, Q, W, d), \quad (5.2)$$

$$N = f(a, Q, W, d), \quad (5.3)$$

де a – віброприскорення, m/c^2 ; d – діаметр отворів сепараційної поверхні, мм; Q – величина подачі матеріалу, кг/год; w – відносна вологість матеріалу, %.

Дослідження впливу перерахованих вище факторів на якісні та енергетичні параметри досліджуваного процесу під час здійснення однофакторних експериментів пов'язане зі значними труднощами та об'ємами робіт. Тому доцільно здійснити статистичний аналіз для отримання функціональної залежності у вигляді множинної регресії другого порядку за допомогою рототабельного центрально-композиційного планування (РЦКП) багатфакторного експерименту.

Метод РЦКП дає змогу більш точно отримати математичний опис розподілу даних за рахунок збільшення кількості експериментів у центральних точках матриці плану і спеціального вибору величини «зіркового значення» α .

Кількість факторів (РЦКП) становить:

$$k = k_y + 2n + k_0, \quad (5.4)$$

де k_y – кількість факторів у ядрі плану; n – кількість факторів; $2n$ – кількість досліджень у зіркових точках; k_0 – кількість факторів у центрі плану з координатами $(0, 0 \dots 0)$. Рототабельність композиційного плану набувається за умови, що величина зіркового плеча α вибирається з інтервала $\alpha = 2^{\frac{n}{4}}$ при $n \leq 5$, тобто для чотирифакторного експерименту, $\alpha = 2$.

Аналіз статистичних характеристик отриманих даних показав, що коефіцієнти їх асиметрії прямують до нуля, тобто розподіл експериментальних даних є симетричним та апроксимується за нормальним законом.

За негативного значення асиметрії несиметричність вибірки за зміщенням центру розподіляється праворуч, у протилежному разі – навпаки. Негативний коефіцієнт ексцесу свідчить про закругленість піка досліджуваного розподілу, додатний – про загостреність вершин.

Таблиця 5.2

Статистична характеристика якісних та енергетичних параметрів досліджуваного процесу

Показник	Значення параметрів		
	<i>П</i> , кг/год	<i>К</i> , %	<i>N</i> , Вт
Кількість факторів, шт.	26	26	26
Мінімальне значення	230	66,7	793
Максимальне значення	455	95,6	1595
Середнє значення	322,4	84,6	1102
Верхня величина довірчого інтервала	345,6	88,6	1206
Нижня величина довірчого інтервала	299,1	80,7	997
Геометричне середнє	317,6	84	1075
Гармонічне середнє	312,9	83,4	1050
Медіана	305,5	86,2	1034
Мода	299	85,3	1595
Частота моди	2	2	2
Нижній кватиль	281	80,9	910
Верхній кватиль	376	93,2	1276
Розмах	225	28,9	802
Кватиль розмаху	95	12,3	366
Асиметрія	0,493	-0,724	0,739
Коефіцієнт ексцесу (куртозису)	-0,462	-0,883	-0,629

Також було встановлено інтервали групування вихідних зразків отриманої суміші за якісними характеристиками досліджуваних процесів (табл. 5.3).

Графічна інтерпретація даних таблиці 5.3 виражена на рис. 5.15. Вибір діапазонів варіювання факторів функцій (5.1), (5.2), (5.3) провадився таким чином, щоб будь-яка їх сукупність, передбачена планом експерименту, могла бути реалізована в даних інтервалах і не призводила до протиріч.

Таблиця 5.3

Інтервали групування вихідних зразків якісних параметрів досліджуваних процесів

Межі групування	Експериментальні дані		Очікуваний нормальний розподіл	
	Частота	%	Частота	%
Продуктивність				
200<x<=250	2	7,7	2,7	10,4
250<x<=300	13	42	9	24
300<x<=350	19	23	17,8	33,5
350<x<=400	25	23	23,7	23
400<x<=450	25	0	23,7	7
450<x<=500	26	3,8	26	1
Питомий прохід крізь контрольне сито				
60<x<=65	0	0	0,58	2,2
65<x<=70	0	26	0,2	21
70<x<=75	6	11,6	4,2	9,5
75<x<=80	6	0	8,3	15,6
80<x<=85	11	19	13,4	19,7
85<x<=90	14	11	18,5	19,3
90<x<=95	25	42	22,3	32,6
95<x<=100	26	3,8	24,5	4,2
Споживані енерговитрати				
600<x<=800	1	3,8	2,1	12,1
800<x<=1000	13	46,2	10,2	22,5
1000<x<=1200	18	19,2	16,8	30,2
1200<x<=1400	22	15,4	22,8	22,8
1400<x<=1600	26	15,4	25,3	9,7

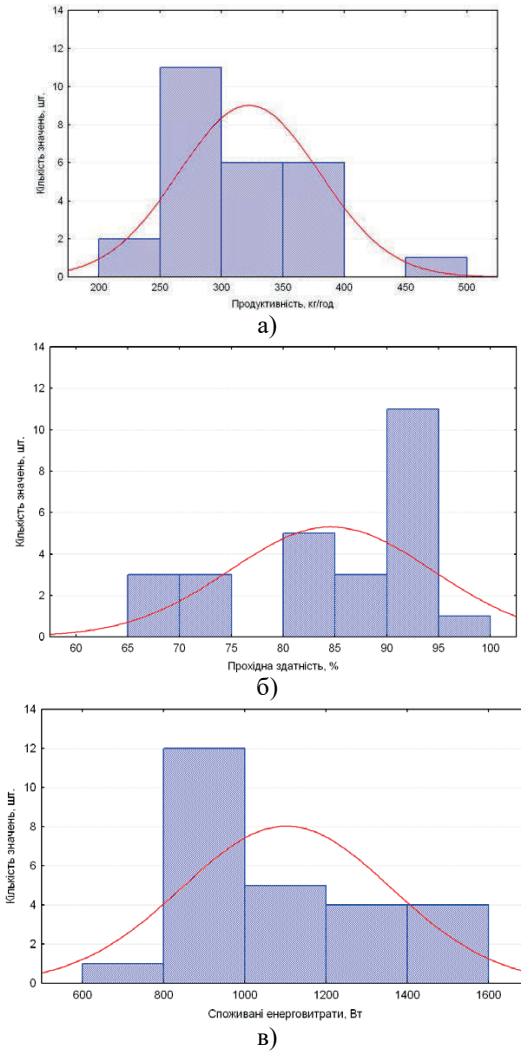


Рис. 5.15. Гістограма розподілу отриманих даних якісних та енергетичних параметрів досліджуваного процесу: а) – продуктивність; б) – питомий прохід крізь контрольне сито; в) – споживані енерговитрати.

Для цього було здійснено пошукові експерименти для визначення областей, у яких необхідні сполучення рівнів факторів були б стійко

реалізовані. Усі фактори, які входять у функції (5.1), (5.2), (5.3), є величинами, що мають різну розмірність, а значення цих величин факторів мають різні порядки. Тому, для отримання поверхні відгуку цих функцій було здійснено операцію кодування факторів, що являє собою лінійне перетворення факторного простору.

Таблиця 5.4

Рівні факторів та інтервали варіювання параметрів оптимізації

Фактори	Рівні факторів					Інтервал варіювання
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$	
x_1 – віброприскорення, m/c^2	30	35	40	45	50	5
x_2 – подача матеріалу, кг/год	200	300	400	500	600	100
x_3 – вологість матеріалу, с	14	17	20	23	26	3
x_4 – діаметр отвору сит, мм	1,2	1,4	1,6	1,8	2	0,2

Встановлено такі значення рівнів факторів в умовному масштабі: мінімальний -1 , середній 0 , максимальний $+1$ та зіркові значення $-\alpha$; $+\alpha$. Істинні значення факторів матриці РЦКП встановлені на основі здійснення пошукових експериментів і наведені в табл.5.4. Для проведення РЦКП повнофакторного експерименту було складено матрицю планування експериментів, які подані в таблиці 5.5. Заплановано отримати рівняння множинної регресії 2-го порядку:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{ij} x_i^2 + \sum_{i=1}^n b_{ij} x_{ij} x_{ij}, \quad (5.5)$$

де y – одна з якісних функцій Π, K, N ; b_0, b_i, b_{ij} – коефіцієнти регресії, отримані методом найменших квадратів.

Для оцінки адекватності отриманих регресійних рівнянь використаємо аналітичні та графічні методи аналізу. Гіпотезу про відтворюваність дослідів перевіряємо за допомогою критерію Кохрена, який показує, що на 95% рівні

довірчої ймовірності дисперсії однорідні, тому що розрахункове значення критерію менше за табличне.

Перевірку значущості коефіцієнтів регресії здійснюємо за t-критерієм Стюдента. Оцінку адекватності отриманих математичних моделей провадимо за критерієм Фішера, який показав, що розрахункові значення значно нижчі від критичних, відповідно отримані регресійні моделі адекватно описують поверхні відгуку, та їх можна використовувати в цілях оптимізації досліджуваних процесів. Розрахункові значення критеріальної оцінки відображені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Значення розрахованих критеріїв до отриманих регресійних моделей

Критерій оцінки	Позначення критерію	Функція відгуку		
		<i>Π</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
Коефіцієнт детермінації	R^2	0,89	0,81	0,95
Дисперсія адекватності	$S_{ад}$	82882	2387	1667389
Дисперсія відтворюваності	$S_{відг}$	774,4	40	7852
Критерій Фішера	F	1,6	2,17	1,28
Критичне значення критерію Фішера	$F_{\alpha, f1, f2}$	5,8 _{0,05;4;26}		

Графічний метод полягає в аналізі залишків на нормальній площині ймовірності, який показав достатньо близьке їх розташування до прямої, що відповідає нормальному закону розподілу (рис. 5.16 а, в, д). Тому, гіпотезу про нормальний розподіл помилок вважаємо адекватною.

Також аналіз графічної залежності (рис 5.16 б, г, е) розподілу вихідних залишків від прогнозованих значень показав, що вони мають хаотичний характер розташування на площині і в їх поведінці не спостерігається будь-якої закономірності. Ґрунтуючись на згаданих спостереженнях, можна зробити висновок, що залишки не мають кореляційних зв'язків між собою, тобто регресійна модель достатньою мірою описує взаємозв'язок експериментальних величин та є адекватною. Як видно із таблиці 5.5, всі рівняння регресії виявились адекватними.

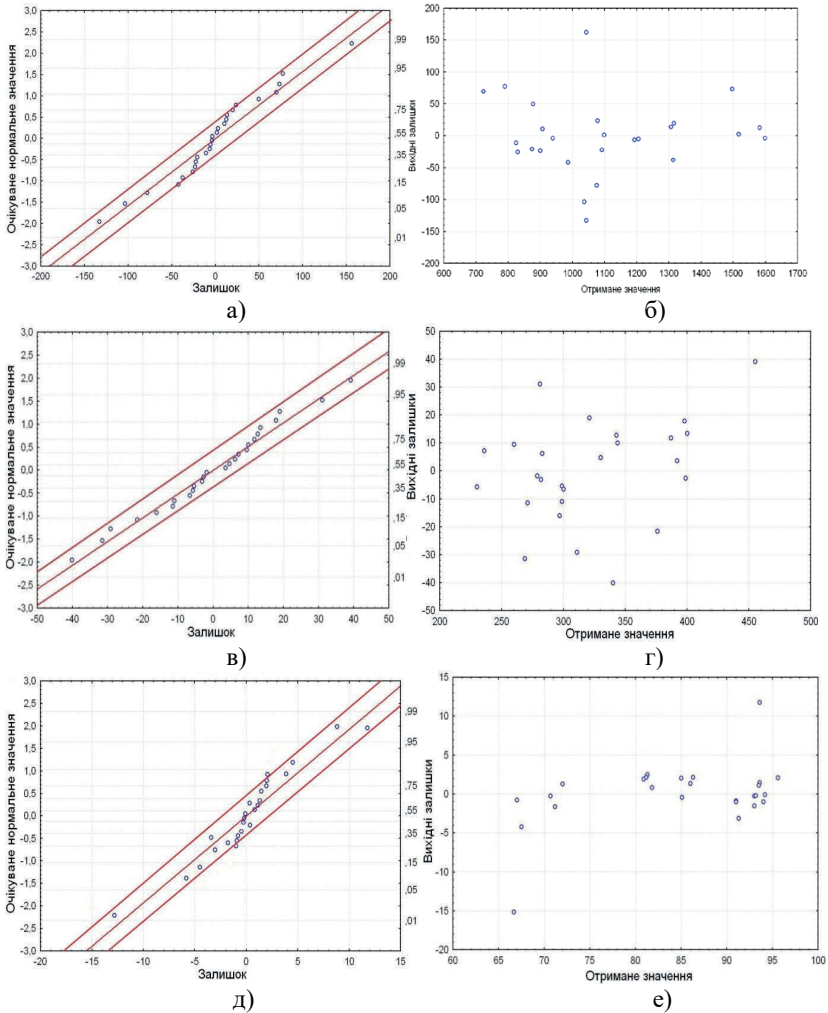


Рис. 5.16. Графічна інтерпретація розподілу ймовірнісних залишків відносно отриманих значень:

а, в, д – нормальний розподіл ймовірнісних залишків відповідно для споживаних енерговитрат, продуктивності, питомого проходу крізь контрольне сито; б, г, е – розподіл вихідних залишків від прогнозованих значень відповідно для споживаних енерговитрат, продуктивності, питомого проходу крізь контрольне сито.

Після обробки експериментальних даних у статистичному середовищі STATISTICA 6.0 було отримано коефіцієнти комплексних рівнянь множинної регресії 2-го порядку та побудовано такі залежності:

- продуктивності від віброприскорення, подачі, вологості матеріалу та діаметра перфорації (5.6):

$$P = 380 - 11,5a - 0,4Q + 7W - 24,8d + 0,24a^2 - 0,5W^2 - 11,3d^2 + 0,02aQ - 0,06aW - 5,3ad - 0,05QW + 0,16Qd + 16,7Wd \quad (5.6)$$

- прохідної здатності від віброприскорення, подачі, вологості матеріалу та діаметра перфорації (5.7):

$$K = 81,83 - 1,3a + 0,07Q + 1,48W + 12,62d + 0,03a^2 - 0,05W^2 - 3,2d^2 + 0,04aW - 0,25ad - 1,7Wd \quad (5.7)$$

- споживаних енерговитрат від віброприскорення, подачі, вологості матеріалу та діаметра перфорації (5.8).

$$N = 1042,7 - 19,7a - 1,5Q - 11,2W - 78d + 0,42a^2 - 1,05W^2 - 178d^2 + 0,096aQ + 0,74aW - 18,2ad - 0,2QW - 0,8Qd + 13,62Wd \quad (5.8)$$

За результатами проведених експериментів досліджень та випробувань розробленої вібраційної дробарки роторного типу для здрібнення зернової маси на основі побудованих поверхонь відгуку досліджуваного процесу (рис. 5.17-5.22) визначено раціональні технологічні параметри її роботи (табл. 5.6), компромісне значення яких отримано методом Крамера в математичному середовищі «Mathcad 15».

Таблиця 5.6

**Раціональні режимні параметри досліджуваного процесу
подрібнення зерна сої**

Технологічний параметр	Раціональне значення
Віброприскорення, м/с ²	32-38
Подача матеріалу, кг/год	342-480
Відносна вологість матеріалу, %	17-18
Діаметр отворів сепараційної поверхні, мм	1,6-1,8

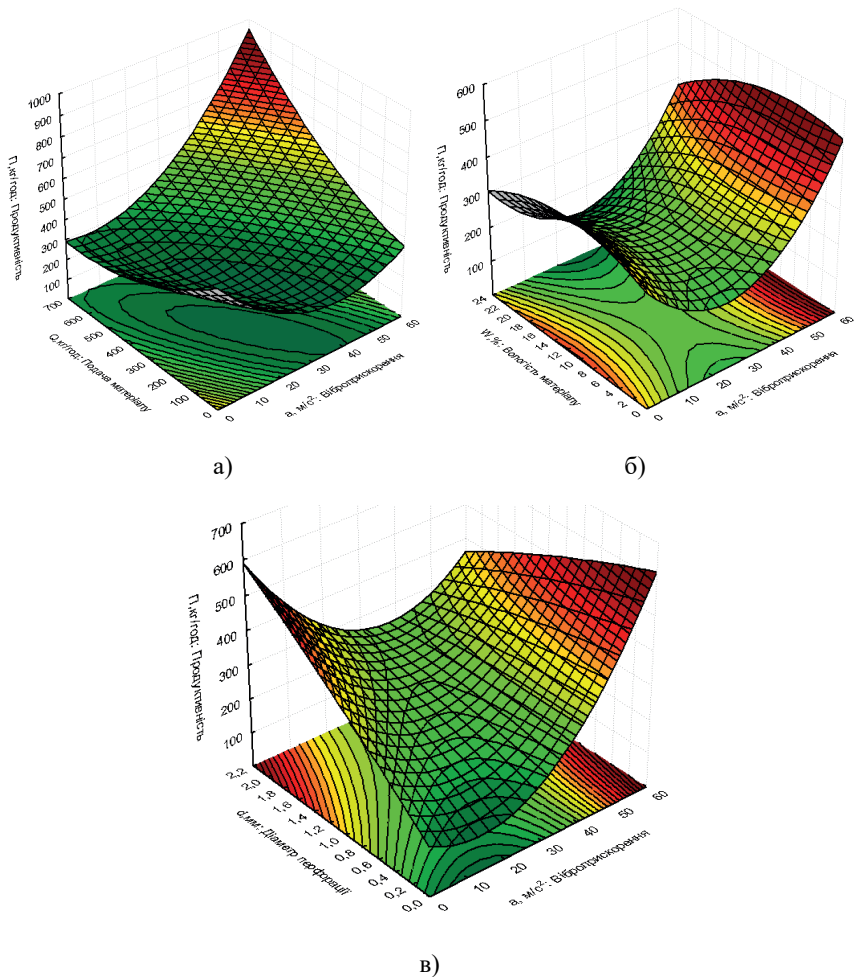


Рис. 5.17. Поверхні відгуків та їх проєкції для продуктивності у парній взаємодії основних факторів:

а) – віброприскорення та подача матеріалу; б) – віброприскорення та вологість матеріалу; в) – віброприскорення та діаметр отворів сепараційної поверхні.

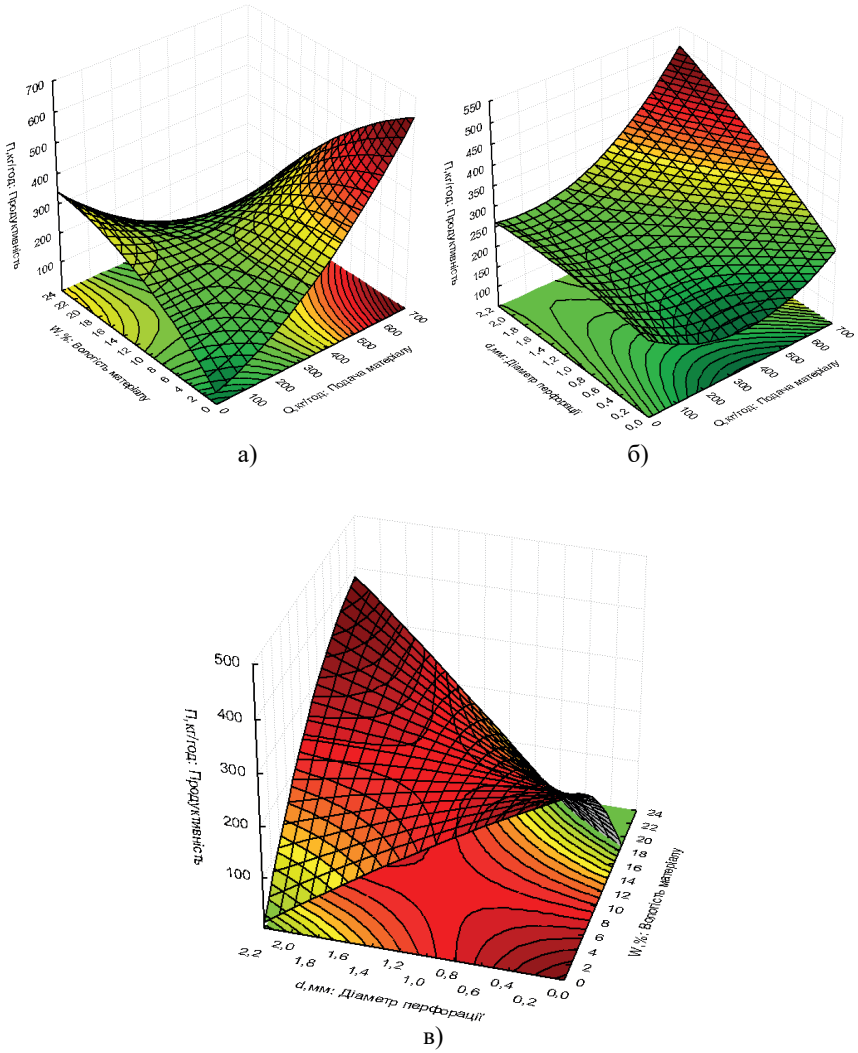
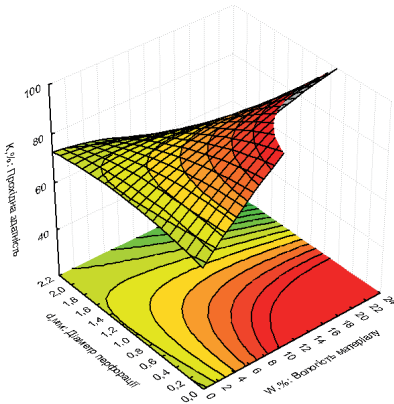
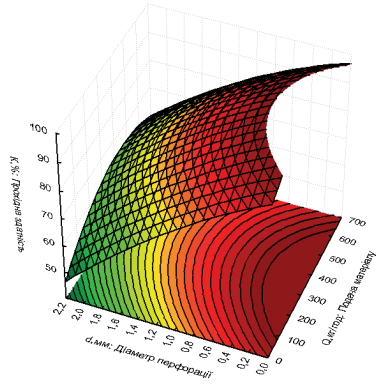


Рис. 5.18. Поверхні відгуків та їх проєкції для продуктивності у парній взаємодії основних факторів:

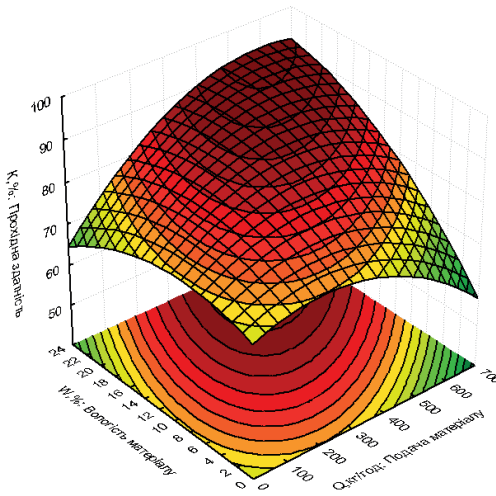
а) – вологість та подача матеріалу; б) – подача матеріалу та діаметр отворів сепараційної поверхні; в) – вологість матеріалу та діаметр отворів сепараційної поверхні.



а)



б)



в)

Рис. 5.19. Поверхні відгуків та їх проєкції для питомого проходу крізь контрольне сито у парній взаємодії основних факторів:

а) – вологість матеріалу та діаметр отворів сепараційної поверхні; б) – подача матеріалу та діаметр отворів сепараційної поверхні; в) – вологість та подача матеріалу.

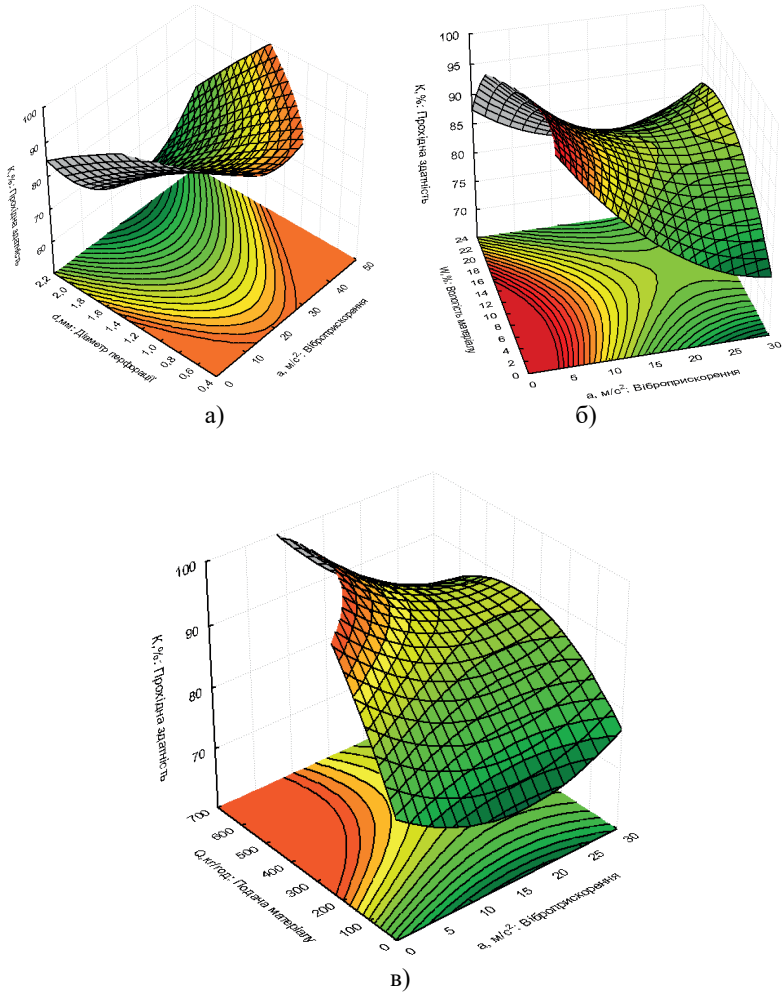


Рис. 5.20. Поверхні відгуків та їх проєкції для питомого проходу крізь контрольне сито у парній взаємодії основних факторів:

а) – віброприскорення та діаметр отворів сепараційної поверхні; б) – вологість матеріалу та віброприскорення; в) – віброприскорення та подача матеріалу.

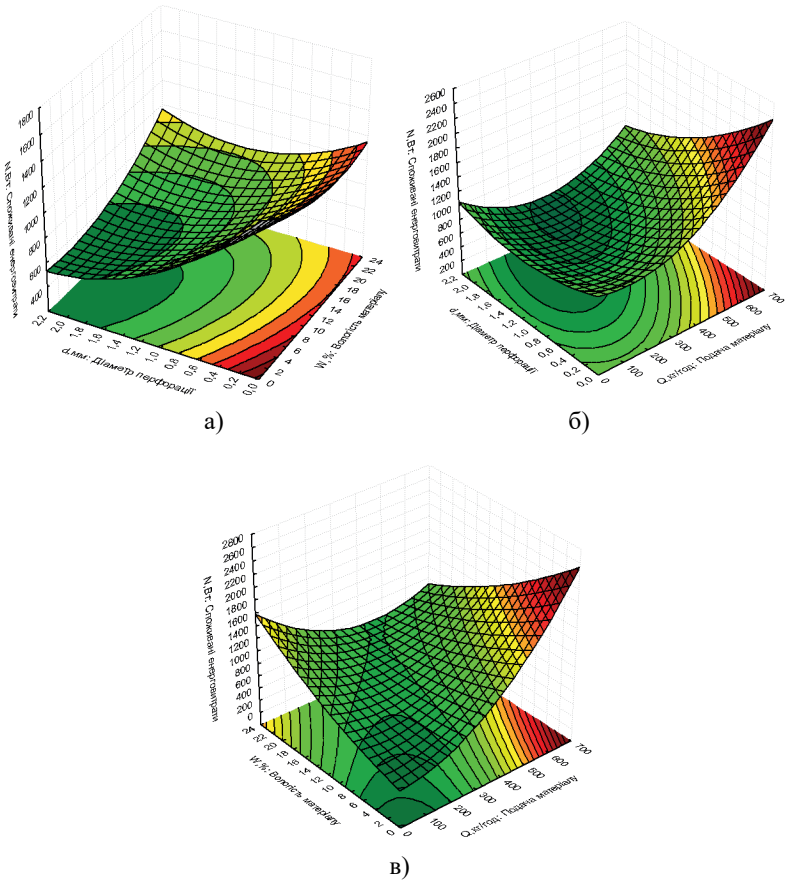


Рис. 5.21. Поверхні відгуків та їх проєкції для споживаних енерговитрат у парній взаємодії основних факторів:

а) – вологість матеріалу та діаметр отворів сепарційної поверхні; б) – подача матеріалу та діаметр отворів сепарційної поверхні; в) – вологість та подача матеріалу.

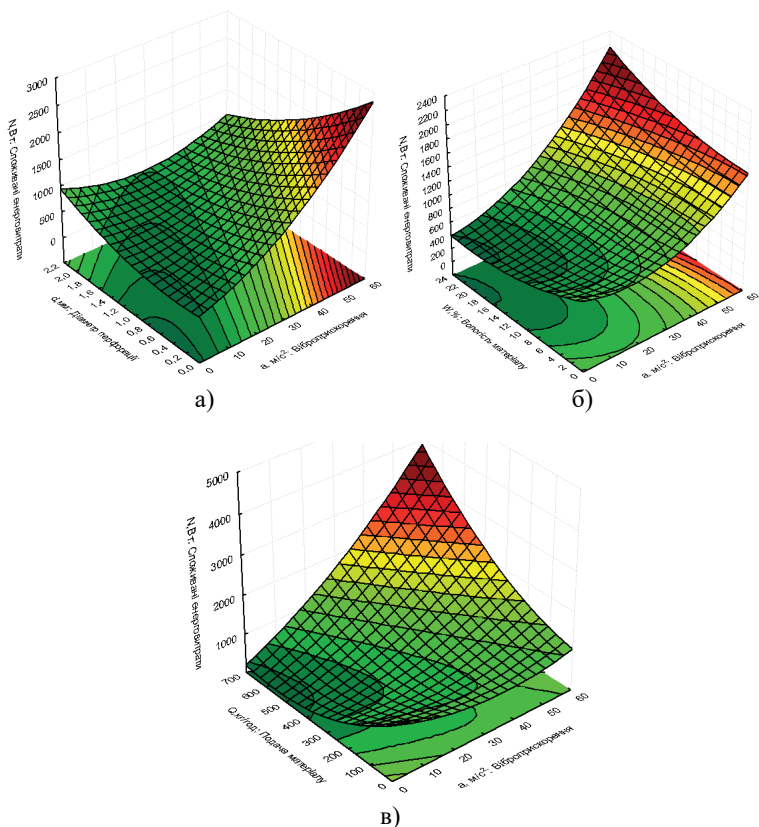


Рис. 5.22. Поверхні відгуків та їх проекції для споживаних енерговитрат у парній взаємодії основних факторів: а) – віброприскорення та діаметр отворів сепараційної поверхні; б) – вологість матеріалу та віброприскорення; в) – подача матеріалу та віброприскорення

Також визначено, що за цих параметрів якісні та енергетичні характеристики процесу подрібнення зернової сировини вібраційною дисковою дробаркою набувають своїх оптимальних значень: продуктивність становить 320–450 кг/год, питомий прохід крізь контрольне сито 85–95% за споживаних енергетичних затрат 1,2–1,5 кВт на привод дробарки.

РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНЕ ТА АГРОТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Актуальною проблемою для України є розвиток альтернативних систем екологічного землеробства у напрямку розробки нових органічних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, відповідно до напрямків загальноєвропейської стратегії розвитку біологічних систем рослинництва і тваринництва. На відміну від інших методів ведення сільського господарства, органічне виробництво засновано на використанні ресурсоощадливих технологій, мінімізації механічної обробки ґрунту та виключає використання синтетичних речовин.

Зернобобові, в тому числі всі різновиди сухих бобів і гороху, є дешевим, смачним і дуже поживним джерелом білка і життєво важливих мікроелементів, що може принести користь здоров'ю. Це основне послання ООН з нагоди старту Міжнародного року зернобобових 2020. В останні роки в Україні зростає інтерес до вирощування зернобобових культур, особливо гороху, сої, нуту та люпину. Вони є головними зернобобовими культурами світового землеробства. Завдяки багатому й різноманітному хімічному складу вони не знають рівних собі за темпами росту виробництва. Найважливішою умовою одержання високих урожаїв зернобобових є наявність у ґрунті доступних елементів живлення, азотфіксуючих бульбочкових бактерій, вологи і температурного режиму. Як бобові культури, вони володіють здатністю фіксувати азот атмосфери завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, при цьому на 60-80% задовольняє свою потребу в цьому елементі біологічним шляхом. За інтенсивністю біологічної фіксації азоту горох, соя і квасоля перевищують інші зернобобові культури. Проте, на практиці ці рослини за звичайної технології вирощування забезпечують лише 30-50% своєї потреби в азоті. Тому важливо визначити і створити оптимальні умови середовища для реалізації потенційної азотфіксуючої активності зернобобових культур певного сорто типу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Важливі наукові розробки екологічних та агротехнічних аспектів технології вирощування гороху, сої, нуту та люпину зробили відомі вітчизняні та зарубіжні вчені А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко, В.А. Мазур, Г.В. Панцирева, Н.В. Телекало, А.В. Голодна, Ю.М. Чоловський, А.В. Черенков, С.М. Каленська, В.Г. Михайлов, М.І. Бахмат, М.Я. Шевніков, О.М. Бахмат, В.В. Лихочвор, О.В. Овчарук, К. Novák, B. Furseth та ін.

Питаннями оптимізації структури посівних площ бобових культур і їх роль в регулюванні родючості ґрунтів та підвищенні продуктивності сільськогосподарських тварин наведено у дослідженнях Черенков А.В. (2016), Шевченко М.С. (2016). Розроблено моделі сівозмін з елементами біологізації при насиченні їх бобовими культурами, а також внесено пропозиції щодо комплексного розвитку галузі зерновиробництва Петриченко В.Ф. (2014), Чинчик О.С. (2019), Каленська С.М. (2015), Черенков А.В. (2016), Бахмат О.М. (2018), Панцирева Г.В. (2017). Дослідження ефективності використання біодобрив та біостимуляторів активно проводяться в Україні починаючи з 90-х років минулого століття. Плідно дані питання за останніх п'ять років обговорювались у дослідженнях А.В. Кохана (2016), О.О. Вінюкова (2015), В.В. Волкогона (2015), О.В. Брегінця (2015), І.С. Поліщук (2015), О.Є. Найдьонові (2015), О.А. Коваленко (2015), Д.Ю. Дубовика (2016), С.В. Сокол (2016), В.А. Колтунова (2018) та ін. Упровадженню біоорганічних прийомів вирощування присвятили свої праці Петриченко В.Ф. (2018), Мазур В.А. (2017), Панцирева Г.В. (2020), Патица В.П. (2015), Бабич О.А. (2017), Колісник С.І. (2015); Шевніков М.Я. (2019), Коць С.Я. (2016), Камінський В.Ф. (2017), Бахмат О.М. (2018), Шерстобоева О.В. (2016), Elsheikh E.A. (2016), Tagore G.S. (2016), Mishra A.C. (2016) та ін. У праці Д.Ю. Дубовика (2016) висвітлено результати вивчення впливу окремих біопрепаратів мікробної природи на формування урожайності та якості зернобобових культур. Аналогічні дослідження на зернових та технічних культурах наведено у працях С.В. Сокола (2016), В.А. Колтунова (2018) та ін. Окремі аспекти біологічного удобрення для сої оприлюднено в дослідженнях

О.М. Григор'єва (2014), А.В. Голодної (2015). Загальні рекомендації щодо застосування біодобрих та біостимуляторів за групами культур відображено у праці В. В. Волкогона (2015). Із зарубіжних вчених узагальнення результатів вивчення ефективності біодобрих різного походження проведено у працях J.D.S. Panwar (2016), Н. Panda (2017), на окремих культурах – соя і кукурудза – М.А. Laditi¹, О.С. Nwoke, М. Jemo, R.C. Abaidoo, А.А. Ogunjobi (2015), D. Matthew (2017). Невирішеними питаннями вказаних досліджень з урахуванням позитивного ефекту, установленого переважно під час застосування системи біологічного удобрення є комплексність застосування біодобрих у варіантах обробки насіння, ґрунтове внесення, застосування у кілька етапів за вегетацією з використанням біодобрих різної природи від симбіонтів, гуматів до комплексу біокомпонентів за вегетацією у форматі позакореневого живлення. Важливим аспектом досліджень залишилось також вивчення взаємодії біопотенціалу бобових культур у системі ґрунт-рослина з позиції потенціалу накопичення біологічного азоту, вплив на поживний та мікробіологічний режим ґрунтів та його біоту, вплив бобових культур як попередників з огляду на їх післядію тощо. На думку авторів монографії, очікувані наукові рішення, а саме технологічної модернізації землеробства, залучення штучних засобів регулювання продуктивності рослин, помітних змін клімату, важливо визначити завдяки інноваційним орієнтирам в питаннях землекористування, структури посівних площ, застосування добрив і органічних решток, добору сортів та гібридів, законодавчого закріплення науково обґрунтованих позицій.

Монографічне дослідження характеризується мультидисциплінарністю та системністю у поєднанні адаптивних систем землеробства та адаптивних систем удобрення з огляду на сучасні тенденції кліматичних змін в контексті: 1) виконання національної програми «Зерно України», яка передбачає одержання щорічно 80 млн т зерна; 2) створення ефективних механізмів підвищення родючості ґрунтів на основі акумуляції атмосферного азоту та накопичення органічної речовини з метою посилення процесів гуміфікації; 3)

забезпечення якісно нової кормової бази для поліпшення конверсії високобілкових кормів в продукцію тваринництва.

Розробка та імплементація завдань монографії ґрунтується на глобальній проблематиці програми «Цілі сталого розвитку 2016-2030» (ціль 2 Подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння сталому розвитку сільського господарства) на положеннях Проєкту Стратегії сталого розвитку України до 2030 року та Національному плані дій до 2020 року (у розділах розбудови аграрного сектору економіки), положень «Економічної стратегії України 2030» (у контексті механізмів гарантування та регулювання продовольчої безпеки та відповідей на ризики у сфері агропромислового виробництва).

У рамках проведення спільних науково-дослідних робіт Вінницького національного аграрного університету та Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, автори монографії – Мазур В.А., Дідур І.М. та Панцирева Г.В. є виконавцями прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрих, бактеріальних препаратів, позакоренових підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034. За результатами проведення прикладного дослідження, що виконується за рахунок видатків фонду державного бюджету передбачено науково обґрунтувати агроекологічні аспекти технологічних прийомів вирощування зернобобових культур, які висвітлені у поданій до розгляду монографії.

ПІСЛЯМОВА

У період розвитку євроінтеграції та глобалізації вітчизняної економіки, виробництво зернобобових культур потребує гнучкого підходу до міжнародної конкурентної боротьби, забезпечивши вирішення проблем продовольчої та екологічної безпеки. Зернобобові культури відіграють важливе значення в зерновому та кормовому балансі агроформувань України. З усіх сільськогосподарських культур зернобобові містять найбільше білка. Зерно та зелена маса їх за вмістом протеїну переважає зернові культури більше ніж удвічі, за амінокислотним складом їх білки значно краще засвоюються, дають найдешевший білок, включають у біологічний кругообіг азот повітря, що недоступний для інших культур. Сьогодні рослинний білок високо цінується в харчовій та комбікормовій промисловості.

Стратегічно Україна має взяти курс на зменшення обсягів експорту сировинних ресурсів та створення умов для організації поглибленої переробки, що сприятиме: задоволенню потреб інтенсивного тваринництва високобілковими кормами; створенню додаткових робочих місць; збільшенню податкових надходжень; забезпеченню продовольчої та екологічної безпеки України.

Інтенсифікація виробництва зерна, в тому числі кормового, повинна стати одним із стратегічних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового виробництва України до 2030 р. Для цього необхідно зосередити увагу на створенні високопродуктивних сортів з уточненням зони стабільного виробництва, оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя (світло, тепло, волога, поживні речовини), що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку. Потребує модернізації оліежировий підкомплекс нашої держави на шляху до євроінтеграції. Поряд з цим, в умовах зміни клімату необхідно буде сформувати

єдину аграрну політику щодо виробництва високобілкових культур з країнами ЄС у рамках реалізації програми Європейського Зеленого Курсу. Це є актуальною та важливою задачею, розв'язання якої буде значним вкладом у вирішенні проблеми рослинного білка, формування власних білкових ресурсів, підвищення родючості ґрунту та зміцнення економіки України.

Робоча гіпотеза монографічного дослідження базується на дієвій системі поступової ефективною заміни класичних агрохімікатів на складні біоорганічні комплекси здатні ефективно і точково регулювати фізіологічні процеси рослинного організму. Особливо, в умовах кліматичних змін, потребують обробки ретардантами зернобобові культури. Такий прийом дозволяє за короткий час добре укорінитись, а кореневій системі накопичити достатню кількість поживних речовин. Це у випадку бобових культур не лише суттєво знизить агрохімічне навантаження на ґрунтовий покрив, але й сприятиме поступовому відновленню ґрунтової родючості за зростання площі посіву бобових культур та залучення біологічно-фіксованого азоту. У підсумку це сприятиме екологічно-господарській стабілізації аграрних територій та формуватиме стійкі адаптивні агроландшафти з прогнозованим рівнем урожайності та обсягами виробництва.

Далекоглядна ідея проведеного дослідження полягає у переході аграрного ринку України на пропорційний характер формування структури агропромислового виробництва на підставі розширення як площ, так і спектрів виробництва зернобобових культур із забезпечення еколого-господарського їх рівня концентрації та можливості формування багатокладної спеціалізації імпортного ринку продовольства в Україні.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

У науковій роботі теоретично обґрунтовано та практично розроблено конкурентоспроможну біоорганічну сортову технологію вирощування зернобобових культур, яка передбачає розробку регламентів застосування комплексу альтернативних видів біоудобрення за їх вирощування у розрізі короткострокової та довгострокової дії та базисною надбудовою факторної оцінки блоку ґрунтових умов родючості, гідротермічних умов території, ресурсного забезпечення підприємств, екологічного стану регіону.

Представлено відпрацьовані ефективні регламенти застосування різних видів біодобрив по їх вегетації та біоґрунтових препаратів за класичними типами у системі агротехнологій вирощування зернобобових культур. Розроблено комплексну стратегію переходу на біоорганічні адаптовані сортові технології вирощування зернобобових культур з огляду на ресурсозабезпечення підприємства та гідротермічне забезпечення території.

Наукові дослідження колективу авторів спрямовані на вирішення актуальних завдань технологічного оновлення та розвитку агропромислового комплексу на основі обґрунтування енергоефективних та ресурсощадних режимів роботи вібраційної дискової дробарки при подрібненні фуражного зерна, шляхом експериментальної оцінки процесу.

Здійснено дослідження амплітудно-частотних характеристик розробленої машини в залежності від кутової швидкості приводного вала та при різних подачі матеріалу в робочу камеру. Визначено споживану потужність електродвигуна машини в залежності від кутової швидкості ротора, подачі матеріалу та діаметра перфорації сепараційної поверхні. Встановлено залежність продуктивності розробленої машини від кутової швидкості приводного валу, діаметра перфорації сепараційної поверхні та вологовмісту оброблюваного матеріалу. Виконано оцінку дисперсності вихідного матеріалу за питомим проходом крізь контрольне сито в залежності від кутової швидкості приводного вала та діаметра перфорації сепараційної поверхні. Встановлено

раціональні параметри процесу подрібнення у вібраційному полі на основі регресійного аналізу отриманих експериментальних даних.

Наукова праця виконана в руслі нового напрямку досліджень, зорієнтованого на інтеграцію парадигм наукового знання в галузі рослинництва та землеробства, механізації, технології, а також на синтез різних концепцій вітчизняної та світової практики в рамках реалізації програми Європейського Зеленого Курсу в Україні. Це, за задумом авторів дослідження, дає змогу наблизитись до розуміння складної, багатоаспектної та цілісної оцінки технологічних прийомів вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. Вісник аграрної науки. 1996. № 2. С. 34-39.
2. Бабич А.О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин. Аграрна наука, 1998. 80 с.
3. Бабич А. О. Поліпшена технологія вирощування сої в умовах західного Лісостепу України: рекомендації. Кам'янець-Подільський: ПП Міркотан, 2009. 23 с.
4. Бабич А.О. Агроекологічні і біоорганічні заходи адаптивної технології вирощування сої: рекомендації. Кам'янець-Подільський: ПП Зволейко Д.Г. 2011. 60 с.
5. Бахмат О.М. Адаптивна сортова технологія вирощування сої у господарствах Лісостепу західного: рекомендації. Кам'янець Подільський: ПП Зволейко Д. Г., 2012. 40 с.
6. Балаур Н.С. Энергетическая оценка выращивания гороха. Кишинев: «Штиинца», 1988. 115 с.
7. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: Монографія. Кам'янець Подільський: Видавець: ПП Зволенко Д. Г. 2012. 436 с.
8. Браженко І.П. Біоенергетична оцінка польових культур. Вісник аграрної науки. 1996. № 10. С. 22-27.
9. Гарькавий А.Д. Конкурентоспроможність технологій і машин. Вінниця: ВДАУ «Тірас», 2003. 68 с.
10. Гончарук І.В. Енергетична незалежність АПК на засадах сталого розвитку. Інвестиції: практика та досвід. 2020. № 17(18). С. 29-36.
11. Гончарук І.В. Досвід формування енергетичної автономії сільських територій: оцінка ролі кооперативів. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики, 2020. №1. С. 23-40.

12. Гунько І.В. Надійність систем та обґрунтування інженерних рішень. Вінниця, 2006. 76 с.
13. Гунько І.В., Галушак О.О., Кравець С.М. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 216 с.
14. Дідур І.М. Оптимізація моделей технологій вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 250-257.
15. Дідур І.М. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. VI Міжнародна науково-практична конференція «About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them», 26-30 жовтня 2020 р., Мілан, Італія. С. 26-31.
16. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Рекреаційне садово-паркове господарство. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ. 2020. 321 с.
17. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив позакореневих підживлень та інокуляції насіння на симбіотичну та зернову продуктивність нуту. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 13-22.
18. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Фотосинтетична активність гороху овочевого залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Випуск №17. С. 42-50.
19. Дідур І.М., Шевчук В.В., Мостовенко В.В. Особливості проростання насіння та початкові етапи росту гороху озимого за дії мікробного і стимулювального препаратів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Випуск №19. С. 15-29.
20. Дідур І.М., Темченко М.О. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на продуктивність зерна нуту. *Збірник наукових праць. Екологічні проблеми сільського виробництва: всеукраїнська науково-практична конференція*. 7 грудня 2016 р. Вінниця. 2016. С. 58-60.

21. Дідур І.М., Темченко М.О. Наукове обґрунтування вирощування посівного нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Інновації в сучасній агрономії: збірник наукових праць міжнародної наукової конференції молодих учених*. 26-27 травня 2016 р. Вінниця. 2016. С. 119-122.
22. Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії: ЖНАЕУ, 2010. 124 с.
23. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
24. Жуков М. С. Методы определения размера фиксации атмосферного азота бобовыми культурами. М. С. Жуков. Методы исследований с зернобобовыми культурами: материалы научно-методического совещания. Орёл, 1971. Т. 2. С. 252-260.
25. Заболотний Г.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив та мікробобрив на формування індивідуальної продуктивності рослин сої в умовах правобережного Лісостепу України. Г.М. Заболотний, В.І. Циганський, О.І. Циганська. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 130-133.
26. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
27. Калетник Г.М., Мазур А.Г., Кубай О.Г. Державне регулювання економіки. Навчальний посібник. Київ. Найтек. прес. 2011. 472 с.
28. Калетнік Г.М. Енергоощадні технології кормів – основа конкурентоздатності тваринництва: Монографія Вінниця: Теза. 2006. 340 с.
29. Калетнік Г.М. Диверсифікація розвитку виробництва біопалив – основа забезпечення продовольчої, енергетичної, економічної та екологічної безпеки України. *Вісник аграрної науки*, 2018. № 11. С. 169-176.
30. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: монографія. Київ: Аграрна наука, 2008. С. 227.
31. Камінський В.Ф. Використання земельних ресурсів в

агропромислового виробництва України у контексті світового стабільного розвитку. *Землеробство*. Міжвід. темат. наук. зб. 2013. Вип. 85. С. 3-13.

32. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки інтенсифікації їх виробництва. *Селекція та насінництво*. Харків, 2005. Вип. 90. С. 14-22.

33. Камінський В.Ф. Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні Камінський В. Ф., Голодна А. В., Гресь С. А. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 38-48.

34. Камінський В.Ф. Значення та шляхи стабілізації виробництва зернобобових культур в Україні. *Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН*. К. 2004. Спецвипуск. С. 138-143.

35. Кулик М.Ф. Нові принципи балансування мінерального живлення дійних корів: кол. монографія; за ред. М. Ф. Кулика. Вінниця: Рогальська І.О., 2018. 219 с.

36. Купчук І.М. Експериментальні дослідження процесу подрібнення фуражного зерна вібраційною дисковою дробаркою. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. №3 (94). С. 68-75.

37. Купчук І.М., Яропуд В.М., Телекало Н.В., Граняк В.Ф. Перспективи та передумови впровадження автономних систем електрозабезпечення агропромислових підприємств. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. 3(110). С. 51–63.

38. Купчук І.М., Токарчук О.А., Телекало Н.В. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 100458. Науковий твір «Структурна схема з описом «Гібридна система автономного електрозабезпечення». Україна, дата реєстрації 13 листоп. 2020 р.

39. Купчук І.М., Шаргородський С.А., Телекало Н.В., Токарчук О.А. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 100674. Комп'ютерна програма «Harvesting Cereals Optimization v.1.0» («Harvesting cereals v.1.0»). Україна, дата реєстрації 17 листоп. 2020 р.

40. Купчук І.М. Обґрунтування технологічної схеми та конструктивної реалізації вібраційного подрібнення сировини спиртового виробництва: дис.

канд. техн. наук: 05.18.12. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця, 2017. 227 с.

41. Купчук І.М., Токарчук О.А., Гонтар В.Г., Дідик А.М. Аналіз балансу потужності технологічної системи подрібнення рослинних сільськогосподарських відходів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 4 (111). С. 122-128.

42. Купчук І.М. Компромісна оптимізація режимних параметрів процесу подрібнення зернової сировини при виробництві етилового спирту. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. Вип. №4 (87). С. 91-100.

43. Купчук І.М. Дослідження процесу подрібнення зерна дисковим ударним елементом. *Технічний сервіс агропромислового, лісового і транспортного комплексів*. 2018. Вип. № 11. С. 41-48.

44. Купчук І.М. Визначення теоретичної роботи руйнування зерна кукурудзи. «Сучасні проблеми землеробської механіки». матеріали міжнародної науково-практичної конференції. м. Київ, 17–19 жовтня 2018 р. С. 35-37.

45. Купчук І.М. Розроблення конструктивної схеми керованого вібраційного приводу для транспортних і технологічних машин АПК. «Сучасні моделі розвитку агропромислового виробництва: виклики та перспективи». матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції м. Глухів, 27 вересня 2018 р. С. 88-91.

46. Купчук І.М. Експериментальне дослідження якісних показників процесу подрібнення фуражного зерна. «Молодь і технічний прогрес в АПК»: матеріали міжнародної науково-практичної конференції Інноваційні розробки в аграрній сфері. у 3-х томах, Т. 2. м. Харків, 22 березня 2019 р. С. 82-83.

47. Купчук І.М. Експериментальні дослідження процесу подрібнення фуражного зерна вібраційною дисковою дробаркою. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. Вип. №3 (94). С. 68-75

48. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Патент на корисну модель. Спосіб вирощування люпину білого. № 143465. Опублікований від 27.07.2020 р. Бюлетень 14.

49. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. Випуск №18 С. 5-17.

50. Мазур В.А. Екологічні проблеми землеробства. В.А. Мазур, В.І. Горшар, О.В. Конопльов. К.: Центр наукової літератури. 2010. С. 34-45.

51. Мазур В.А., Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на урожайність та якість зерна люпину білого в умовах правобережного Лісостепу. *Сільське господарство і лісництво*. Вінниця, 2017. Вип. № 7 (1). С. 27-36.

52. Мазур В.А., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В. Первинне інтродукційне оцінювання декоративних видів *Lupinus* в умовах Поділля Науковий вісник НЛТУ України, 28 (7). С. 40-44 18967

53. Мазур В.А., Мазур К.В., Панцирева Г.В. Використання міжнародних наукометричних баз даних та Web of Science Scopus для наукових досліджень в аграрних закладах вищої освіти. Збірник наукових праць «Економіка. Фінанси. Менеджмент. №4. Вінниця. 2019. С.17-24.

54. Мазур В.А., Панцирева Г.В. «Рід *Lupinus* L. в Україні: генофонд, інтродукція, напрями досліджень та перспективи використання». ВНАУ. 2020. С. 235.

55. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Дідур І.М., Прокопчук В.М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарське виробництво. ВНАУ. 2018. С. 231.

56. Мазур В.А., Панцирева Г.В. «Рід *Lupinus* L. в Україні: генофонд, інтродукція, напрями досліджень та перспективи використання». ВНАУ. 2020. С. 235.

57. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В.

Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 192 с.

58. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 303 с.

59. Мазур В.А., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В. Перспективність створення колекції півоній на базі ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. 10. С. 5-18.

60. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Дідур І.М., Патент на корисну модель. Спосіб вирощування люпину білого. № 143465. Опублікований від 27.07.2020 р. Бюлетень 14.

61. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Алексєєв О.О., Мазур К.В. Патент на корисну модель. Спосіб енергетично ефективної технології вирощування люпину білого. № 143188. Опублікований від 10.07.2020 р. Бюлетень 13.

62. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 442 с.

63. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. Дослідження анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці в агоценозах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. № 3 (85), 2020. 1-9 с.

64. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Випуск №18 С. 5-17.

65. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. Збереження родючості ґрунту за раціонального використання системи удобрення і норми висіву озимої пшениці. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Випуск №17 С. 5-14.

66. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. Формування анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці залежно від технологічних

прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Випуск 89. С. 93-102.

67. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Дідур І.М. Патент на корисну модель. Спосіб підвищення продуктивності люпину білого. № 146538. Опублікований від 24.02.2021 р. Бюлетень 8.

68. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. К.: Вища школа, 1994. С. 136-153.

69. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури); за ред. В. В. Вовкодава. К., 2001. 69 с.

70. Методы биохимического исследования растений. А. М. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.; под ред. А. И. Ермакова. 3-е изд. перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

71. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 288 с.

72. Мордванюк М.О. Вплив інокуляції та позакореневих підживлень на зернову продуктивність рослин нуту в умовах Лісостепу правобережного. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції. 3-5 жовтня 2018 р. Миколаїв. 2018. С. 112-113.

73. Мордванюк М.О. Вивчення впливу інокулянтів та мікродобрив на висоту рослин нуту в умовах правобережного Лісостепу України. Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство». *Виклики для аграрної науки та освіти*. Київ-Миколаїв-Херсон. 10-12.04.2019 р. С. 346-348.

74. Мордванюк М.О. Продуктивність нуту залежно від впливу інокулянтів та мікродобрив. Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції. «Кліматичні зміни та сільське господарство». *Виклики для аграрної науки та освіти*. Київ-Миколаїв-Херсон. 10-12.04.2019 р. С. 344-346.

75. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових

культур. В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник [та ін.]. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 15-19.

76. Паламарчук И.П., Янович В.П., Купчук И.Н. Анализ математической модели виброторной дробилки. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol.17(4). P. 139-144.

77. Овсієнко С. М. Продуктивність свиней та якість свинини за згодовування екструдованого гороху. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 3 (106). С. 23-34.

78. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБІП*. 2020. Вип. № 5 (87). С. 1-9.

79. Панцирева Г.В. Особливості водоспоживання рослин люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. 2020. Вип. 24. С. 72-78.

80. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на біометричні показники рослин люпину білого. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2016. Вип. № 3. С. 104-112.

81. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на індивідуальну продуктивність рослин люпину білого. *Вісник ДДАЕУ*. 2016. Вип. № 4 (42). С. 16-19.

82. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології вирощування на якісний склад насіння люпину білого. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2017. Вип. № 6 (1). С. 80-88.

83. Панцирева Г.В. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан та перспективи використання. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. №17. С. 30-42.

84. Панцирева Г.В. Особливості водоспоживання рослин люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. 2020. Вип. 24. С. 72-78.

85. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на

зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБІП*. 2020. Вип. № 5 (87). С. 1-9.

86. Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Топольська В.П. Перспективи використання Іто-півоній в умовах ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. Вип. 19. С. 110-122.

87. Панцирева Г.В. Вплив елементів технології на функціонування асиміляційного апарату люпину білого. *ЗНП ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. 55-61. 34144

88. Панцирева Г.В. Вплив кліматичних умов на врожайність і якість зерна люпину білого в умовах правобережного Лісостепу. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2018. Вип. № 8. С. 25-34.

89. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на симбіотичну продуктивність люпину білого. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2015. Вип. 81. С. 141-145.

90. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів на польову схожість та виживаність рослин люпину білого. *«Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Зб. наук. праць*. – Переяслав-Хмельницький, 2019. Вип. 51. С. 349-352.

91. Панцирева Г.В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (*Lupinus albus* L.) в Україні. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2016. Вип. № 4. С. 88-93.

92. Панцирева Г.В. Перспективи використання в озелененні паркової зони Вінницького національного аграрного університету декоративних рослин роду *Hemerocallis* L. *Сільське господарство та лісівництво*. ВНАУ. № 15. 2019. С.71-83.

93. Панцирева Г.В. Перспективність використання *Asteracea* L. в озелененні зони Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2019 р, 29(8), 55-59. <https://doi.org/10.36930/40290808>

94. Панцирева Г.В. Польова схожість та виживаність рослин люпину білого залежно від елементів технології вирощування у правобережному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 149-152.

95. Панцирева Г.В. Продуктивність люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство і лісівництво*. Вінниця, 2015. Вип. № 2 .С. 53-61.

96. Панцирева Г.В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів люпину білого залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. Київ. 2017. Вип. 2. С. 53-57.

97. Панцирева Г.В. Ріст, розвиток і продуктивність сортів люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. Львів. 2019. С. 103-110.

98. Панцирева Г.В. Технологічні аспекти виробництва біогазу з органічної сировини. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків, 2019. С. 276-290.

99. Панцирева Г.В. Фотосинтетична і насіннева продуктивність люпину білого залежно від інокуляції та стимулятора росту в умовах правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник*. Вип. 29. 2018. С. 47-53.

100. Панцирева Г.В. Функціонування асиміляційного апарату та продуктивність люпину білого. *Наукові доповіді НУБІП*. №5 81.2019. 23 с.

101. Панцирева Г.В., Монарх В.В. Стажування як форма підвищення професійної майстерності викладача закладу вищої освіти. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. Вип. № 12. Вінниця. 2019. С. 234-243.

102. Панцирева Г.В., Паламарчук І.І., Литвинюк Г.В. Формування симбіотичного потенціалу квасолі овчевої залежно від застосування біопрепарату в агроценозах правобережного Лісостепу України. Київ. Наукові

довіді НУБІП. Вип. № 5 (75), 2018. С. 1-15.

103. Патика В.П. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. В.П. Патика, В.Ф. Петриченко. Корми і кормовиробництво. Вінниця: 2004. Вип. 53. С. 3-11.

104. Петриченко В.Ф. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу Західному. Посібник Українського хлібороба. 2013. Т. 2. С. 177-185.

105. Підпалий І.Ф., Липовий В.Г., Панцирева Г. В. Формування урожайності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування. *Аграрна економіка*. 2015. Т 8, № 3-4. С. 83-87.

106. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Мазур В. А. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. ВНАУ, 2015. Вип. № 2. 19 с.

107. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. 300с.

108. Прокопчук В.М., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Особливості підбору декоративних культур закритого середовища для проектування фітотула в умовах інтер'єру. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. Вип. № 12. Вінниця. 2019. С. 142-153.

109. Прокопчук В.М., Панцирева Г.В. Особливості формування газонних культурфітоценозів на території ВНАУ. *Вісник ДДАЕУ*. 2016. Вип. № 4 (42). С. 20-24.

110. Прокопчук В.М., Панцирева Г.В. Сучасний стан та перспективи використання декоративних видів роду *Lupinus* в умовах Поділля. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. № 13, 2019, Вінниця, 195-204.

111. Серета Л.М. Особливості формування посіву та продуктивності сої при ранніх строках сівби в умовах центрального Лісостепу України. Аграрна

наука. селу. Наук. зб. Подільської держ. аграрно-технічної академія. 1998. Вип. 2. С. 83-85.

112. Телекало Н.В. Особливості формування зернової продуктивності гороху в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць*. 2013. Вип. 17(Т.І). С. 316–319.

113. Телекало Н.В. Влияние инокуляции и внескорневых подкормок на урожайность сортов гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 1(9). С. 16–22.

114. Телекало Н.В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць*. 2014. Вип. 22. С. 78–83.

115. Телекало Н.В. Формування симбіотичної та зернової продуктивності гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2014. Вип. 89. С. 72–79.

116. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2014. Вип. 6. С. 41–47.

117. Телекало Н.В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 90. С. 96–101.

118. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 1(82). С. 130–136.

119. Телекало Н.В. Фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2016. Вип. 3. С. 65–75.

120. Телекало Н.В. Економічна оцінка ефективності технології вирощування гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2016. Вип. 4. С. 63–71.

121. Телекало Н.В., Блах М.В. Біологічний азот, як запорука екологічної безпеки ґрунтів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2017. Вип. 5. С. 155–164.

122. Телекало Н.В. Вплив екологічних факторів на ріст та розвиток інтенсивних сортів гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2017. Вип. 5. С. 241–247.

123. Телекало Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування гороху на забезпеченість ґрунту азотом. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2017. Вип. 6(T1). С. 97–102.

124. Телекало Н.В., Блах М.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність люцерни посівної в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2017. Вип. 6 (T2). С. 35–43.

125. Телекало Н.В. Формування індивідуальної продуктивності та урожаю зерна гороху залежно від впливу інокуляції та позакореневих підживлень. Корми і кормовий білок : тези доповідей VI міжнародної наукової конференції 26–27 червня 2012 року. Вінниця: Діло, 2012. С. 20–21.

126. Телекало Н.В. Вплив бактеріальних препаратів на польову схожість насіння гороху. Формування конкурентоспроможної економіки: теоретичні, методичні та практичні засади : матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції 21–22 березня 2013 року. Тернопіль: Крок, 2013. С. 55–56.

127. Телекало Н.В. Вплив мінеральних добрив на продуктивність сортів гороху в умовах Правобережного Лісостепу. Роль науки у підвищенні

технологічного рівня і ефективності АПК України : матеріали III всеукраїнської науково-практичної конференції 16–17 травня 2013 року. Тернопіль: Крок, 2013. С. 109–111.

128. Телекало Н.В. Економічна та енергетична оцінка технологій вирощування гороху посівного. Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави : матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції 17–18 жовтня 2014 року. Т. 2. Вінниця, 2014. С. 110–113.

129. Телекало Н.В., Максимов А.М. Особливості росту і розвитку інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. Сучасні агротехнології: тенденції та інновації: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 17–18 листопада 2015 року: у 3 т. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2015. Т.3. С. 319–321.

130. Телекало Н.В. Агроекологічні прийоми вирощування (*Pisum sativum*) в умовах лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2018. Вип. 9. С. 79–88.

131. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. Вип. 13. С. 84–93.

132. Телекало Н.В. Ефективність використання бактеріальних препаратів при вирощуванні гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. Вип. 14. С. 127–140.

133. Телекало Н.В., Мельник М.В. Шляхи підвищення продуктивності люцерни посівної на насіння. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. Вип. 15. С. 56–63.

134. Темченко М.О. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на густоту стояння та висоту рослин нуту в умовах Лісостепу

правобережного. Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке.* 2017. Вип. 21 (35). С. 287-292.

135. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво.* № 8. Вінниця. 2018. С. 78-86.

136. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво.* № 13. Вінниця. 2019. С. 119-133.

137. Циганська О.І. Циганський В.І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво.* № 15. Вінниця. 2019. С. 83-93.

138. Циганський В.І., Циганська О.І. Вплив елементів технології вирощування на активізацію рослинно-мікробного симбіозу та процеси трансформації азоту у агроценозах люцерни посівної. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво.* Вип. № 16. Вінниця. 2020. С. 61-72.

139. Циганська О.І. Характеристика сортів роду *Dahlia sav.*, що досліджуються в умовах експозиційної ділянки ВНАУ *Сільське господарство та лісівництво.* 2020. Випуск №18 С. 139-147.

140. Янович В.П., Калетнік Г.М. Обґрунтування режимних та конструктивних параметрів гіраційного млина для виробництва високоактивних преміксів. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2017. Вип. № 1 (84). С.15-21.

141. Aguirre R., Garay A. E. Continuous flowing portable separator for cleaning and up-grading bean seeds and grains. *Agricultural Mechanics*. 1999. vol. 30, № 1. P. 59-63.

142. Bandura V., Mazur V., Yaroshenko L., Rubanenko O. Research on sunflower seeds drying process in a monolayer tray vibration dryer based on infrared radiation. *INMATEN – Agricultural Engineering*, vol. 57, №1, 2019. P. 233-242.

143. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O.I., Malynka L. V., Butenko A. O., Masik I. M., Klochkova T. I. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology* 2019.13: 30–34.

144. Didur I.M., Prokopchuk V.M., Pantsyreva H.V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9 (3). C. 287–290. Web of Science.

145. Didur, I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocoenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(5). P. 54–61. Web of Science.

146. Didur, I., Chynchyk, O., Pantsyreva, H., Olifirovych, S., Olifirovych, V., Tkachuk, O. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021, 11(1), 419–424. Web of Science.

147. Didur, I.M., Tsyhanskyi, V.I., Tsyhanska O.I., Malynka, L.V., Butenko, A.O., Klochkova, T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(1), 76-80.

148. Honcharuk I. Use of Wastes of the Livestock Industry as a Possibility for Increasing the Efficiency of AIC and Replenishing the Energy Balance. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*. 2020. Vol. 9. № 1. P. 9–14. <https://doi.org/10.2478/vjbsd-2020-0002>.

149. Honcharuk I., Pantsyreva H., Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Telekalo N. Integration of traditional and innovation processes of development of modern science. *Collective monograph. Publishing House «Baltija Publishing»*, Riga, Latvia. 2020. P. 42-108.

150. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Volume XI, Summer, 3(43). P. 513–522.

151. Kaletnik G., Honcharuk I., Yemchyk T., Okhota Yu. The World Experience in the Regulation of the Land Circulation. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. №9(2). P. 557–568.

152. Kaletnik H., Prutska O., Pryshliak N. Resource potential of bioethanol and biodiesel production in Ukraine. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*. 2014. № 1. P. 9-12.

153. Kaletnik, G., & Lutkovska, S. (2020). Innovative Environmental Strategy for Sustainable Development. *European Journal of Sustainable Development*, 9(2), 89.

154. Kosse V., Mathew J. Design of hammer mills for optimum performance. *Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers*. 2017. Vol. 215. P. 87-94.

155. Kupchuk I.M., Solona O.V., Derevenko I.A., Tverdokhlib I.V. Verification of the mathematical model of the energy consumption drive for vibrating disc crusher. *Inmateh – Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 55, № 2. P. 111-118

156. Mazur V., Pantsyreva H., Mazur K., Myalkovsky R., Alekseev O. Agroecological prospects of using corn hybrids for biogas production. *Agronomy Research*. 2020. 18. P. 177–182.

157. Mazur V.A., Branitskyi Y.Y., Pantsyreva H.V. Bioenergy and economic efficiency technological methods growing of switchgrass. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(2). P. 8–15.

158. Mazur V.A., Didur I.M., Myalkovsky R.O., Pantsyreva H.V., Telekalo N.V., Tkach O.O. The Productivity of intensive pea varieties depending on the seeds

treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 101–105.

159. Mazur V.A., Didur I.M., Pansyryeva H.V., Telekalo N.V. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in the conditions of right-bank Forest-Steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(4). P. 26–33.

160. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyryeva H.V. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus* L.) in the Forest Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9. P.50–55.

161. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyryeva H.V., Alekseev O.O. Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8. P. 148–153.

162. Mazur V.A., Myalkovsky R.O., Pansyryeva H.V., Didur I.M., Mazur K.V., Alekseev O.O. Photosynthetic productivity of potato plants depending on the location of rows placement in agrophytocenosis. *Eco. Env. & Cons.* 2020. 26(2). P. 46–55.

163. Mazur V.A., Myalkovsky R.O., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Alekseev O.O. Influence of the Photosynthetic Productivity and Seed Productivity of White Lupine Plants. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9(4). C. 665–670.

164. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*. 2019. 17. P. 206–219.

165. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Monarkh V.V. Ecological and biological evaluation of varietal resources *Paeonia* L. in Ukraine. Altai State University. *Acta Biologica Sibirica*. 2019. 5(1). P. 141–146.

166. Monarkh V.V., Pansyryeva H.V. Stages of the Environmental Risk Assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9(4). C. 484–492.

167. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation the technology on bioethanol production under conditions of the rightbank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8(3). P. 47-53.

168. Palamarchuk, V., Telekalo, N. (2018). The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(5), 2018. 785–792.
169. Pantsyreva H.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9(3). P. 74–77.
170. Pantsyreva H.V., Myalkovsky R.O., Yasinetska I.A., Prokopchuk V.M. Productivity and economical appraisal of growing raspberry according to substrate for mulching under the conditions of podilia area in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 210–214.
171. Prokopchuk V., Pantsyreva H., Mazur K. Features of cultivation and use of species of the genus *Iris* L. in landscaping Podillya of Ukraine. *Colloquium-journal*, 2021, 12(99), 53-57.
172. Prokopchuk V., Pantsyreva H., Tsyhanska O. Biostationary and exposition plot of Vinnytsia national agrarian university as an educational, scientific and manufacturing base in preparation of the landscape gardening specialist. *The scientific heritage*. 2020. Volume 51. P. 8-17.
173. Puyu V., Bakhmat M., Pantsyreva H., Khmelianchyshyn Y., Stepanchenko V., Bakhmat O. Social-and-Ecological Aspects of Forage Production Reform in Ukraine in the Early 21st Century. *European Journal of Sustainable Development* 2021. 10(1). P. 221–228. Scopus / Web of Science. SNIP 0,2.
174. Thomason D.M. Whole (fullfat) soybean use in broiler diets. Technical Report of the American Soybean Association. St. Louis Mo., USA, 1986, 102 p.
175. Vdovenko S.A., Palamarchuk I.I., Pantsyreva H.V., Alexeyev O.O., Vdovenko L.O. Energy efficient growing of red beet in the conditions of central forest steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8. P. 34–40.
176. Vdovenko S.A., Pantsyreva G.V., Palamarchuk I.I., Lytvyniuk H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2018. 8(3). P. 270–274.

177. Vdovenko S.A., Prokopnuk V.M., Palamarchuk I.I., Pantsyreva H.V. Effectiveness of the application of soil milling in the growing of the squash (*Cucurbita pepo* var. *giraumontia*) in the right-bank forest stepp of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(4). P. 1–5. Web of Science.
178. Yanovych V., Kupchuk I. Determination of rational operating parameters of vibration crusher in accordance with dispersion of material. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. Вип. №2 (97). С.104-108.
179. Yanovych V., Kupchuk I. Development of movement mathematical model for executive bodies of gyroscope-type mill. *SWorld journal: Technical sciences*. 2017. Vol. Issue 13. P.174-184.
180. Yanovych V., Kupchuk I., Kovalchuk O. The teoretical studies of energy parameters of vibration-disk crusher starch containing substance. *SWorld journal: Technical sciences*. 2016. Vol. Issue 11. P. 17-24.
181. Yanovych V.P., Kupchuk I.M. Determination of rational operating parameters for a vibrating disk-type grinder used in ethanol industry. *Inmateh – Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 52, № 2. P. 143-148.
182. Yanovych, V., Honcharuk, T., Honcharuk, I. & Kovalova, K. (2018). Engineering management of vibrating machines for targeted mechanical activation of premix components. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 54(1), 25-32.
183. Yhurber J.A. Inhibitory effect of gibberellins on nodulation in dwarf beans, *Phaseolus vulgaris*. *Nature*. 1958. Vol. 181. P. 1082-1083.
184. Yowling W.A., Buirchell B.J., Tarta M.E. Lupin. *Lupinus L.*, Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 23. Institute of Plant Iyenetis and crop Plant Research, yatersleben. *International Plant Iyenetis Resources Institute*. Rome, 1998. P. 112-114.
185. Zhao, H., Cao, H., Ming-Zhen, P., Sun, Y., & Liu, T. (2017). The role of plant growth regulators in a plant aphid parasitoid tritrophic system. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(4), 868-876.

СЛОВНИК НАЙУЖИВАНІШИХ ТЕРМІНІВ

Агропромисловий комплекс України – потужний сегмент виробництва, що значною мірою визначає соціально-економічний розвиток та продовольчу безпеку країни, рівень життя та зайнятість населення, забезпечення переробних підприємств сировиною.

Агрофітоценоз – специфічна екологічна система, основна частина агробіоценозу, що зайнята угрупованням культурних рослин (посівами чи плантаціями), створена і постійно підтримувана людиною за допомогою агротехніки для виробництва рослинної продукції.

Азотфіксація – це процес зв'язування молекулярного азоту атмосфери у своїй відносно інертній молекулярній формі у хімічні сполуки, корисні для інших хімічних процесів.

Бактеріальні препарати – це препарати, що містять монокультуру або комплекс мікроорганізмів, життєдіяльність яких сприяє накопиченню в ґрунті елементів живлення рослин, стимулює їх ріст і розвиток.

Булбочкові бактерії – це бактерії, що відносяться до роду *Rhizobium*. Вони мають властивість фіксувати азот із атмосферного повітря і синтезувати органічні азотовмісні сполуки. Ці мікроорганізми утворюють на коренях деяких бобових рослин булбочки, вступаючи в симбіоз.

Валовий збір сільськогосподарських культур – загальний розмір продукції у натуральному виразі, зібраної з основних, повторних і міжрядних посівів.

Ґрунт – природно-історичне тіло, придатний для життя рослин верхній шар землі, що утворився під впливом природних факторів (клімат, рослинні й тваринні організми, мікроорганізми, рельєф місцевості) та діяльності людини на ґрунтоутворювальній материнській породі, основною властивістю і якісною ознакою якого є родючість.

Гумус – складний динамічний комплекс органічних сполук, які утворюються при розкладанні і гуміфікації органічних решток.

Економічна ефективність – результативність економічної системи, виражена у співвідношенні корисних кінцевих результатів її функціонування до витрачених ресурсів.

Енергетичний аналіз – це визначення співвідношення кількості енергії, акумульованої врожаєм культури в процесі фотосинтезу та витрат енергії, які вкладаються у виробництво продукції.

Зерно – це плоди зернових культур і гречки, насіння зернобобових, які використовуються для харчових, кормових і технічних цілей.

Зернобобові культури – найважливіше джерело рослинного білка, який є основою складової частини харчування людини і годівлі тварин.

Зернове господарство – галузь агропромислового комплексу, завданням якої є виробництво зерна шляхом вирощування зернових культур.

Інтенсивні технології вирощування зернових бобових – це система агротехнічних заходів, які дають змогу максимально реалізувати генетичний потенціал сортів зернобобових рослин за рахунок застосування сучасних досягнень селекції, землеробства, хімізації та механізації виробничих процесів.

Кормові культури – рослини (одно і багаторічні), що вирощуються на корм сільськогосподарським тваринам: зернобобові культури, кормові трави, коренеплоди і бульби, зернофуражні, баштанові, силосні та інші культури.

Природні ресурси – це сукупність об'єктів та систем живої та неживої природи, компоненти природного середовища, що оточують людину, які використовуються в процесі суспільного виробництва для задоволення матеріальних і культурних потреб людини та суспільства.

Ретарданти – це численна група різних за будовою хімічних сполук, що об'єднані загальними ознаками генетичних фізіологічних і морфологічних ефектів та способом дії. Ці речовини здатні вкорочувати і потовщувати стебло, зменшуючи схильність до вилягання, посилювати ріст кореневої системи без втрат для генеративних органів, підвищувати продуктивність рослин та їх стійкість до несприятливих факторів середовища.

Ризобія (*Rhizobium*) – це бактерія, що живе у ґрунті та взаємодіє з кореневою системою бобових, формуючи колонії у прикореневих бульбочках.

Сільське господарство – одна з найважливіших галузей господарського комплексу України, яка відіграє важливу роль у зміцненні економіки нашої країни, підвищенні життєвого рівня населення і розв'язанні соціально-економічних проблем.

Стимулятори росту рослин – це речовини, які здатні прискорити розвиток і зростання сільськогосподарських культур, таким чином дадуть можливість отримати якісний урожай якнайшвидше.

Технологія вирощування культур – це послідовне застосування всього комплексу робіт, пов'язаних з отриманням продукції рослинництва. Вона залежить від біологічних особливостей культур, ґрунтово-кліматичних і погодних умов, технічного оснащення та організаційно-господарських можливостей тощо.

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ



Мазур Віктор Анатолійович –

кандидат сільськогосподарських наук, професор, ректор Вінницького національного аграрного університету. Бібліографічні дані: у 1988 р. закінчив з відзнакою агрономічний факультет Вінницького філіалу Української сільськогосподарської академії і отримав кваліфікацію вченого агронома за спеціальністю «Агрономія». Віктор Мазур працює у Вінницькому національному аграрному університеті з 1992 р.

У 1989-1992 рр. – навчався в аспірантурі Української сільськогосподарської академії за спеціальністю «Селекція і насінництво», у 1994 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: «Вихідний матеріал для селекції гібридів кукурудзи, вирощуваних по екологічно чистих технологіях» та здобув науковий ступінь кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 05.03.05 – селекція і насінництво.

Тривалий час очолював агрономічний факультет та був проректором з науково-педагогічної та навчальної роботи. Основними напрямками наукової діяльності є розробка сучасних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур.

Мазур В.А. має 190 публікацій, з них 110 наукового та 80 навчально-методичного характеру, у тому числі 79 наукові праці, опубліковані у вітчизняних фахових і міжнародних рецензованих виданнях. Є співавтором 4 навчальних посібників, 7 монографій, 1 методичного посібника, 1 підручника, 1 електронного посібника, 2 колективних монографій, а також є співавтором 4 патентів на корисну модель. Під керівництвом професора захищено 5 кандидатських дисертацій.

Наукова діяльність вченого направлена на агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур та екологізації

технологій. Є членом Науково-методичної комісії з «Агрономії» при Міністерстві аграрної політики та продовольства України, входить до складу експертів ДАК МОН України. Плідна багаторічна науково-педагогічна діяльність професора відзначена трудовою відзнакою «Знак пошани» та знаком «Відмінник аграрної освіти та науки» другого ступеня, Почесною грамотою Міністерства аграрної політики та продовольства України та Вінницької обласної державної адміністрації та обласної ради. У 2015 р. – нагороджений Грамотою Верховної Ради України.

Віктор Мазур приймав участь у міжнародних наукових заходах – у січні 2016 р. у міжнародній конференції (м. Братислава, Словаччина), у травні 2016 р. в конгресі Мережі університетів Чорноморського регіону 12-й конференції ректорів (м. Тбілісі, Грузія), у вересні 2016 р. у зборах учасників Вишеградської асоціації університетів (м. Геделле, Угорщина), у жовтні 2017 р. у церемоніях з нагоди 65-річчя Словацького аграрного університету (м. Нітра, Словаччина), у грудні 2017 р. в конференції у Технічному університеті м. Зволен (Словаччина), у 17 травні 2018 р. у міжнародному форумі (м. Яси, Румунія), у червні 2018 р. у конгресі (м. Салоніки, Греція), у вересні 2018 р. у конференції (м. Краків, Польща) та жовтні 2019 р. в конференції (м. Бухаресті, Румунія). Проходив міжнародне науково-педагогічне стажування (серпень 2019, Польща).

Мазур В.А. є керівником прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034.

Читає дисципліни: «Технічні культури», «Технологія виробництва продукції рослинництва», «Вступ до фаху».

Гончарук Інна Вікторівна –



доктор економічних наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності, професор кафедри економіки та підприємницької діяльності, провідний науковий співробітник наукових тематик Вінницького національного аграрного університету.

Біографічні дані: У 2010 р. закінчила Вінницький національний аграрний університет із відзнакою за спеціальністю «Облік і аудит» та здобула кваліфікацію «Магістр з обліку і аудиту».

2011–2014 рр. – навчалась в аспірантурі Вінницького національного аграрного університету. 27 серпня 2014 року захистила кандидатську дисертацію за темою «Розвиток та ефективність підприємницької діяльності у виробництві біопалива» за спеціальністю 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності). 12 грудня 2017 р. отримала атестат доцента кафедри економіки ВНАУ. 2017 р. – нагороджена Грамотою Верховної Ради України. 2018 р. – нагороджена Премією Верховної Ради України найталановитішим молодим ученим в галузі фундаментальних і прикладних досліджень та науково-технічних розробок за роботу «Науково-технічне забезпечення енергетичної автономії АПК на основі ефективного використання поновлюваних джерел енергії». З 2020 року – стипендіатка Кабінету Міністрів України для молодих вчених (Постанова президії Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки від 10 червня 2020 року №4). 11 грудня 2020 р. захистила докторську дисертацію на тему: «Забезпечення енергетичної незалежності агропромислового комплексу на засадах сталого розвитку» за спеціальністю 08.00.03 – економіка та управління національним господарством (рішення Атестаційної колегії МОН від 9 лютого 2021 р.), науковий консультант: Калетнік Г.М. 15 квітня 2021 р. отримала атестат професора кафедри економіки ВНАУ.

Підвищення кваліфікації: 2013–2020 рр. – закордонні стажування та участі у міжнародних конференціях університетів Чорногорії, Угорщини, Сербії, Польщі, Грузії, Франції, Латвії, Болгарії. Вивчала структуру освітнього процесу, інноваційні методи і технології викладання та проведення науково-дослідних робіт. У 2018 році двічі стажувалась в університетах Польщі та Швеції відповідно до грантового проєкту «Baltic Network for prevention of Early School Leaving».

Науковий напрямок: економічна ефективність виробництва біопалив; використання біомаси для виробництва поновлюваних джерел енергії задля забезпечення енергетичної, економічної та екологічної безпеки держави.

Основний виконавець двох державних тематик: науково-дослідної роботи молодих вчених «Розробка новітньої концепції використання відходів сільського господарства для забезпечення енергетичної автономії аграрних підприємств» (номер державної реєстрації 0119U100786), термін виконання: 2019-2021 рр. та прикладного дослідження «Розробка концепції забезпечення енергетичної безпеки та енергоефективності як пріоритетних напрямів сталого розвитку сільських територій» (номер державної реєстрації 0121U109443), термін виконання: 2021-2022 рр.

Основні наукові публікації: автор 2 – закордонних монографій, 4 – колективних монографій, 10 – патентів на корисну модель та винахід, 2 – свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір, 1 – підручника, 54 – статей у наукових фахових виданнях, 9 з яких включено до наукометричних баз даних Scopus і Web of Science Core Collection та 13 – тез доповідей конференцій.

Читає дисципліни: «Аграрна політика та земельні відносини», «Економічна теорія», «Менеджмент ефективності та споживання біомас і біопалива».



Дідур Ігор Миколайович –

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Основними напрямками наукової діяльності є розробка сучасних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, зокрема зернобобових. Автор близько 55 наукових статей, у тому числі 10 в наукометричних базах Scopus та Web of Science.

Дідур І.М. є членом спеціалізованої вченої ради К 05.854.01 Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України. Входить до складу комісії (підкомісії) зі спеціальності 201 «Агрономія» Науково-методичної комісії з аграрних наук та ветеринарії сектору вищої освіти Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України.

Наукова діяльність Дідура І.М. присвячена вивченню та удосконаленню елементів технології вирощування зернобобових культур в умовах змін клімату. Читає курс дисципліни «Агрохімія» та «Точне землеробство».

Дідур І.М. є відповідальним виконавцем прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрих, бактеріальних препаратів, позакоренових підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Панцирева Г.В., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034.

За трудові здобутки Ігор Дідур відзначений подяками Верховної Ради України, а також комітету з питань аграрної політики та земельних відносин ВРУ та грамотами Вінницької обласної державної адміністрації та обласної ради.



Панцирева Ганна Віталіївна –

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства факультету агрономії та лісівництва, старший науковий співробітник, в.о. голови Наукового товариства студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених Вінницького національного аграрного університету.

У 2012 році здобула повну вищу освіту на базі Вінницького національного аграрного університету і отримала кваліфікацію агронома-дослідника освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр». У 2013 році здобула другу вищу освіту за спеціальністю «Облік і аудит» на базі Інституту післядипломної освіти та дорадництва ВНАУ. У 2019 р. здобула ступінь вищої освіти Магістр за спеціальністю «Садово-паркове господарство».

Трудова діяльність розпочата у 2013 р. з посади агронома фермерського господарства, а педагогічна у 2015 р. з посади асистента кафедри лісового, садово-паркового господарства та кормовиробництва агрономічного факультету Вінницького національного аграрного університету.

У 2013-2015 рр. – навчалась в аспірантурі Вінницького національного аграрного університету на державній формі навчання за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. 27 грудня 2017 року успішно захистила кандидатську дисертацію за темою «Формування зернової продуктивності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу» за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво під керівництвом к. с.-г. наук, професора Мазура В.А.

У листопаді 2020 р. присвоєно вчене звання доцента кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету. Постановою президії Комітету з державних премій України в галузі науки і техніки Кабінету Міністрів України від 6 листопада 2020 року, Панциревій Ганні Віталіївні було призначено

стипендію Кабінету Міністрів України для молодих вчених.

Панцирева Г.В. є виконавцем прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакоренових підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034.

Ганна Віталіївна є автором близько 95 наукових праць, з яких 5 – вітчизняних і зарубіжних монографій, 20 – статей у наукових журналах, що входять до міжнародних наукометричних баз Scopus / Web of Science, 3 патенти на корисну модель.

Ганна Панцирева є секретарем Вченої ради факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. З 2020 року залучена до складу редакційної колегії наукового фахового видання категорії «Б» «Сільське господарство та лісівництво», в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії за галуззю аграрні науки. З березня 2021 року виконує обов'язки голови Наукового товариства студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених ВНАУ.

Наукова діяльність присвячена розробці технологічних прийомів вирощування зернобобових культур на основі ресурсо- та енергобезпечності. Результати своїх наукових розробок Ганна Панцирева неодноразово презентувала на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. За трудові здобутки Г. Панцирева нагороджена грамотами та подяками Вінницького національного аграрного університету. Ганна Панцирева приймає участь у міжнародних наукових заходах – Польсько-українській міжнародній конференції «Internationalization as a Challenge for Higher Education: Ukrainian and Polish Perspectives». У 2018 р. проходила закордонне стажування на базі Університету Економіки в Кракові (Польща).

Читає дисципліни: «Стандартизація і управління якістю продукції рослинництва», «Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва», «Екологічна стандартизація і сертифікація» та ін.



Телекало Наталія Валеріївна –

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач науково-організаційного відділу науково-дослідної частини, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету.

Біографічні дані: У 2010 р. закінчила Вінницький національний аграрний університет із відзнакою за спеціальністю «Агрономія» та здобула кваліфікацію «Магістр агроном-дослідник». 2011-2013 рр. – навчалась в аспірантурі Вінницького національного аграрного університету. 28 травня 2015 року захистила кандидатську дисертацію за темою «Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу правобережного» за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. 16 грудня 2019 р. – отримала атестат доцента кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ.

Підвищення кваліфікації: У 2018 р. проходила закордонне стажування в Університету імені Кардинала Стефана Вишинського на базі Вищої Духовної Семінарії Апостольства Католицького «Інновації в науці та освіті: виклики сучасності (м. Варшава, Польща)».

Науковий напрямок: інноваційні технології, сучасні агротехнології.

Основні наукові публікації: автор має 70 публікації, з них 38 наукових та 31 навчально-методичного характеру, зокрема 20 наукові праці, опубліковані у вітчизняних і закордонних фахових виданнях, 5 наукових праць – у наукових журналах, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus та Web of Science Core Collection та 1 патент на корисну модель.

Читає дисципліни: «Інноваційні технології в рослинництві», «Лісова селекція», «Біотехнологія у рослинництві».



Купчук Ігор Миколайович –

кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці, заступник декана з наукової роботи інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету. Бібліографічні дані: у 2012 році здобув повну вищу освіту, і отримав кваліфікацію інженера-дослідника освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» зі спеціальності 8.091902 «Механізація сільського господарства».

Трудова діяльність розпочалась у 2006 р. з посади різноробочого тракторного стану ТОВ «Голубіївка» Калинівського району Вінницької області.

З липня 2011 р. по листопад 2011р. працював на посаді інженера-технолога технологічного відділу ВАТ «Брацлав», смт. Брацлав, Немирівського району, Вінницької області. Свою педагогічну діяльність Ігор Купчук розпочав з 2014 року на посаді асистента кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці факультету механізації сільського господарства Вінницького національного аграрного університету.

У 2012-2015 рр. – навчався в аспірантурі Вінницького національного аграрного університету на державній формі навчання з відривом від виробництва за спеціальністю 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв. У 2017 р. успішно захистив дисертацію на тему: «Обґрунтування технологічної схеми та конструктивної реалізації вібраційного подрібнення сировини спиртового виробництва» та здобув науковий ступінь кандидата технічних наук. З вересня 2017 року по серпень 2020 року працював на посаді старшого викладача кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету, з вересня 2020 – доцент цієї ж кафедри.

Загальна кількість наукових та навчально-методичних праць складає 133

публікації, у т. ч. 2 навчальних посібники, 3 публікації у періодичному виданні, що входить до наукометричної бази Index Copernicus та 7 – у виданнях, що входять до наукометричної бази Scopus. Є співавтором 52 патентів на корисну модель та 5 авторських свідоцтв на науковий твір, в.т.ч. 2 – авторських свідоцтв на комп'ютерну програму.

Успішно пройшов стажування в Університеті суспільних наук м. Лодзь, Польща в період серпень – жовтень 2020 року (сертифікат № 2020/12/1673, виданий Університетом суспільних наук (UNS) у м. Лодзь, Польща та Фондацією «Fundacja Central European Academy Studies and Certifications»).

З лютого 2021 року Купчук І.М. – відповідальний виконавець державної НТР № 0121U108589 «Розробка комплексу енергоефективного і ресурсощадного обладнання та перспективних технологій годівлі сільськогосподарських тварин АПК України» (період виконання лютий 2021 року – грудень 2023 року), що фінансується за рахунок коштів Державного бюджету України. Плановий обсяг фінансування – 2250 тис. грн.

Постановою президії Комітету з державних премій України в галузі науки і техніки від 10 червня 2020 року, Купчуку Ігорю Миколайовичу було призначено стипендію Кабінету Міністрів України для молодих вчених.

До сфери наукових інтересів Ігоря Миколайовича входить: розроблення мехатронних систем і роботизованих комплексів та їх використання для потреб АПК України, активізація інноваційних процесів широкомасштабного впровадження високоінтегрованих інтелектуальних систем в агропромисловій інженерії; застосування низькочастотних коливань в технологічних процесах агропромислового комплексу; розробка нових конструкцій та дослідження динаміки вібраційних приводів транспортних та технологічних машин агропромислового комплексу.

Основні навчальні курси: «Аналіз технологічних систем», «Прикладна механіка», «Обґрунтування інженерних рішень», «Безпека праці та життєдіяльності», «Охорона праці в галузі та цивільний захист».

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

% – відсоток

°С – градус Цельсія

t – температура

га – гектар

м – метр

см – сантиметр

мм – міліметр

л –літр

грн – гривня

мг – міліграм

т – тонна

тис. – тисяча

шт. – штуки

млн – мільйон

п. о. – передпосівна обробка

п. п. – позакореневе підживлення

р. – рік

рр. – роки

ГДж – гігаджоуль

МДж – мегаджоуль

рН – реакція ґрунтового розчину

N – азот

P – фосфор

K – калій

НІР – найменша істотна різниця

НААН – Національна академія аграрних наук України

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

К_е – коефіцієнт енергетичної ефективності

млн. сх. нас./га – мільйон схожих насінин на гектар

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини









Підписано до друку 11.06.2021.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Друк. арк. 11,3. Умов. друк. арк. 10,5. Обл.-вид. арк. 6,8.
Наклад 100 прим. Зам. № 3393/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.

Видавець та виготовлювач ТОВ «Нілан-ЛТД».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 4299 від 11.04.2012 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852, (098) 46-98-043.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>