

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту
завідувач кафедри рослинництва та
цифрових технологій в агрономії
доцент _____ Панченко Т.В.
«__» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД
ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ
ТОВ «ХОРТИЦЯ-АГРО» ЖИТОМИРСЬКОГО
РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)

Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконав: Башинський Володимир Олександрович
прізвище, ім'я, по батькові

_____ *підпис*

Керівник: професор Грабовський М.Б.

вчене звання, прізвище, ініціали

_____ *підпис*

Я, Башинський Володимир Олександрович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агробіотехнологічний факультет
 Спеціальність 201 «Агрономія»

Затверджую
 Гарант ОП «Агрономія»
 професор _____ Грабовський М.Б.
 «__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Башинському Володимиру Олександровичу

Тема: «Продуктивність сортів сої залежно від застосування біопрепаратів в умовах ТОВ «Хортиця-Агро» Житомирського району Житомирської області»

Затверджено наказом ректора №607/С від 24.12. 2024 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 12.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані: огляд наукової літератури по застосуванню біопрепаратів при вирощуванні сої; ґрунтово-кліматичні умови господарства; методика проведення досліджень; аналіз результатів досліджень з вивчення впливу біопрепаратів на ріст, розвиток і продуктивність сої; економічна оцінка результатів досліджу.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 06.10.2025	виконано
Методична частина	до 17.10.2025	виконано
Дослідницька частина	до 25.11.2025	виконано
Оформлення роботи	до 12.12.2025	виконано
Перевірка на плагіат	до 05.12.2025	виконано
Подання на рецензування	до 09.12.2025	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	05.12.2025	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи

професор Грабовський М.Б.

вчене звання, прізвище, ініціали

Здобувач

Башинський В.О.

прізвище, ініціали

Дата отримання завдання «12» вересня 2024 р.

РЕФЕРАТ

Башинський В.О. Продуктивність сортів сої залежно від застосування біопрепаратів в умовах ТОВ «Хортиця-Агро» Житомирського району Житомирської області

Встановлено, що висота рослин і висота кріплення нижнього бобу мають додатний зв'язок із продуктивністю сортів сої за різного вияву морфо-метричних ознак. На формування біометричних показників істотний вплив має група стиглості сорту, щільність ценозу та біопрепарати.

Скоростиглі сорти формували максимальну урожайність за густоти 800 тис. рослин/га. Обробка посівів біопрепаратами «Євростім Фіто» та «Ізабїон» забезпечувала приріст урожайності в межах 0,22–0,52 т/га. Найбільш ефективним виявився препарат «Євростім Фіто», який підвищував урожайність зерна в групі скоростиглих сортів на 0,33 т/га (10,6 %), у середньоранніх – на 0,43 т/га (9,1 %), у середньостиглих – на 0,52 т/га (9,9 %).

Визначальним фактором формування показника «маса 1000 насінин» була група стиглості сортів сої. У скоростиглих сортів Вільшанка та Писанка цей показник становив 147–149 г, у середньоранніх сортів Славна та Камея – 157–158 г, у середньостиглих сортів Златопільська та Говерла – 166–167 г, що зумовило різницю між скоростиглими та середньостиглими сортами на рівні 18–19 г. Максимальне накопичення протеїну в насінні було характерним для середньостиглих сортів: Златопільська – 38,5–41,1 %, Говерла – 39,1–41,2 %.

Вміст протеїну в насінні сої визначався тривалістю вегетаційного періоду сорту і в умовах дослідів на контрольних варіантах змінювався від 37,2 % у скоростиглого сорту Вільшанка до 39,2 % у середньостиглого сорту Говерла.

Максимальним рівень рентабельності за роки досліджень у середньому по всіх вирощуваних сортах виявився у скоростиглих сортів сої. Високий рівень рентабельності цих сортів у порівнянні з середньоранніми і середньостиглими сортами пояснюється великими витратами на вирощування більш пізніх сортів.

Ключові слова: соя, густина стояння, сорти, біопрепарати, урожайність, якість.

ANNOTATION

Bashynsky V.O. Productivity of soybean varieties depending on the use of biological products at LLC Khortytsia-Agro Zhytomyr district Zhytomyr region

It was established that plant height and the height of attachment of the lowest pod are positively correlated with the productivity of soybean varieties under different manifestations of morphometric traits. The formation of biometric parameters is significantly influenced by the maturity group of the variety, stand density, and the application of biopreparations.

Early-maturing varieties achieved maximum yield at a plant density of 800 thousand plants per hectare. Treatment of crops with the biopreparations “Evrostym Phyto” and “Izabion” забезпечувала yield increases ranging from 0.22 to 0.52 t/ha. The most effective preparation was “Evrostym Phyto”, which increased grain yield in early-maturing varieties by 0.33 t/ha (10.6%), in mid-early varieties by 0.43 t/ha (9.1%), and in mid-maturing varieties by 0.52 t/ha (9.9%).

The maturity group of soybean varieties was the determining factor in the formation of the trait “1000-seed weight”. In the early-maturing varieties Vilshanka and Pysanka, this indicator ranged from 147 to 149 g; in the mid-early varieties Slavna and Kameya, it was 157–158 g; and in the mid-maturing varieties Zlatopilska and Hoverla, it reached 166–167 g, resulting in a difference of 18–19 g between early- and mid-maturing groups.

Maximum protein accumulation in seeds was characteristic of mid-maturing varieties: Zlatopilska – 38.5–41.1% and Hoverla – 39.1–41.2%. The protein content in soybean seeds was determined by the length of the growing season and, under control conditions, ranged from 37.2% in the early-maturing variety Vilshanka to 39.2% in the mid-maturing variety Hoverla.

The highest level of profitability, averaged over the years of research and across all studied varieties, was observed in early-maturing soybean varieties. Their higher profitability compared to mid-early and mid-maturing varieties is explained by the higher production costs associated with the cultivation of later-maturing varieties.

Keywords: *soybeans, plant density, varieties, biological products, yield, quality.*

ЗМІСТ

Вступ	6
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури.....	8
РОЗДІЛ 2. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.....	21
2.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів.....	21
2.2. Погодні умови в роки досліджень.....	20
РОЗДІЛ 3. Мета, завдання і методика проведення досліджень.....	26
3.1. Мета та завдання досліджень.....	26
3.2. Схема досліду та методики досліджень.....	26
3.3. Характеристика сортів сої та біопрепаратів.....	29
3.4. Агротехніка вирощування сої.....	32
РОЗДІЛ 4. Результати досліджень.....	34
4.1. Біометричні показники сортів	34
4.2. Урожайність сортів	38
4.3. Накопичення сухої речовини рослинами сої.....	43
4.4. Якість зерна сортів сої	44
4.5. Економічна оцінка вирощування сортів сої.....	48
Висновки.....	52
Рекомендації виробництву.....	54
Список використаної літератури.....	55

ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого зростання чисельності населення планети дедалі гостріше постає проблема забезпечення людства продовольством, що надає глобального значення завданню стабільного нарощування обсягів виробництва харчових ресурсів. Білки та жири в цьому контексті розглядаються як одні з найцінніших стратегічних видів сировини світового аграрного ринку. Важливим резервом збільшення виробництва рослинного білка є розширення посівів зернобобових культур, зокрема сої, яка займає провідне місце серед них за харчовою та кормовою цінністю. Попри щорічне зростання площ під цією культурою, рівень її врожайності в багатьох регіонах залишається відносно низьким, що зумовлює необхідність удосконалення технологічних підходів до її вирощування.

Стабільне формування високих урожаїв сої можливе лише за умов дотримання науково обґрунтованої технології вирощування, адаптованої до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Особливої актуальності набуває розробка та впровадження удосконалених елементів агротехнології, що включають оптимальний добір сортів, науково обґрунтоване формування густоти стояння рослин, а також застосування біологічних препаратів. Поєднання цих факторів здатне забезпечити стабільний рівень урожайності з високими показниками якості зерна, одночасно сприяючи економії матеріальних ресурсів і збереженню родючості ґрунтів.

Процес формування врожаю сільськогосподарських культур є результатом складної взаємодії фізико-хімічних, біологічних і екологічних процесів, інтенсивність яких значною мірою визначається умовами вирощування. У сої цей процес має особливо складний характер порівняно з іншими культурами, що зумовлено її обмеженою здатністю до регуляції кількості плодоносних стебел, тривалою та поетапною диференціацією генеративних органів, а також високою залежністю їх розвитку від зовнішніх факторів середовища. Кожному сорту притаманні специфічні закономірності формування елементів структури

врожаю, рівень їх мінливості та стабільності, що визначає потенціал насіннєвої продуктивності в різних умовах вирощування.

Проблематика підвищення врожайності сучасних сортів сої та формування зерна з високими якісними показниками залежно від густоти стояння рослин і застосування біопрепаратів в умовах Житомирської області залишається недостатньо вивченою. Це зумовлює необхідність проведення цілеспрямованих наукових досліджень у виробничих умовах, спрямованих на уточнення оптимальних параметрів агротехнології та адаптацію сучасних технологічних рішень до регіональних особливостей, що має важливе практичне значення для підвищення ефективності виробництва сої.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) належить до провідних білково-олійних культур універсального використання, оскільки широко застосовується у кормовиробництві, харчовій промисловості та технічних галузях. Вона має вагомe агротехнічне значення: як представник бобових культур, здатна збагачувати ґрунт біологічним азотом і покращувати його родючість, у зв'язку з чим є одним із найкращих попередників у сівозмінах для більшості сільськогосподарських культур [1].

Проблема нарощування виробництва рослинного білка має глобальне значення, оскільки білок є фундаментальною основою життя на Землі. Лише рослинні організми здатні синтезувати білкові сполуки, тоді як тваринний організм може повноцінно функціонувати та забезпечувати високу продуктивність виключно за умов надходження достатньої кількості повноцінного білка з кормами. Вирішення проблеми забезпечення людства якісним рослинним білком і, відповідно, підвищення рівня життя населення та ефективності тваринництва можливе шляхом інтенсивного розвитку виробництва зернобобових культур, в тому числі і сої [2].

Темпи зростання світового виробництва рослинного білка перевищують темпи приросту чисельності населення. Основою глобальної продовольчої безпеки, зокрема її білкової складової, є формування стабільних ресурсів рослинного білка. Саме вони відіграють ключову роль у подоланні дефіциту білка в харчуванні населення як на світовому, так і на національному рівнях [3].

Соя має визначальне значення для підвищення продуктивності тваринницької та птахівничої галузей [4]. Близько 85 % світового обсягу виробленої сої використовується саме у кормовиробництві [5]. Для синтезу 1 кг тваринного білка необхідно в середньому 7–8 кг рослинного білка. Нестача перетравного білка у раціонах тварин призводить до перевитрат кормів у 1,5–1,6

раза порівняно з науково обґрунтованими нормами [6]. Для підвищення ефективності використання сої та зростання продуктивності тваринницької галузі України частка цієї культури у структурі посівних площ має зрости до 30–35 % [7].

Соя є однією з найбільш економічно вигідних культур у світовому землеробстві. Жодна з європейських країн не володіє таким потенціалом для нарощування виробництва сої, як Україна, що зумовлено поєднанням сучасних інноваційних сортів, сприятливих кліматичних умов, високої природної родючості ґрунтів та впровадження новітніх агротехнологій [8].

У перспективі очікується подальше розширення світового виробництва сої та сфер її використання. За прогнозами науковців, упродовж найближчих десяти років обсяги світового виробництва сої можуть досягти 320 млн тонн, що є безпрецедентними темпами зростання, недосяжними для жодної іншої сільськогосподарської культури [9].

На сучасному етапі соя є ключовою білково-олійною культурою інтенсивного землеробства більш ніж у 50 країнах світу, в якій акумульовані найцінніші біологічні та господарські властивості рослинного світу [20].

Соя посідає провідне місце серед бобових культур світового аграрного виробництва XXI століття та перебуває у фокусі уваги як аграрної науки, так і виробничої практики [10]. За останні 50 років площі її посівів у світі зросли з 23,8 до 102,4 млн га, середня врожайність – з 16,8 до 18,6 ц/га, а валове виробництво – з 26,9 до 263 млн т, тобто майже у 9,8 раза [11–14].

Соя поєднує унікально високий вміст білка та олії в насінні, а також багатий ферментативний, вітамінний і біохімічний склад. Соєве зерно містить 35–52 % повноцінного за амінокислотним складом білка, 17–27 % високоякісної рослинної олії, 18–25 % різноманітних вуглеводів, основні вітаміни, близько 5 % мінеральних солей, а також специфічні біологічно активні сполуки – фосфатиди, ізофлавіони, сапоніни, фітати, олігосахариди, які мають лікувально-

профілактичне значення. Надземна маса сої є цінною сировиною для виробництва зелених і грубих кормів [15–16].

У сучасній медицині та нутриціології продукти переробки сої розглядаються як засоби профілактики низки поширених і тяжких захворювань, що є провідними причинами захворюваності та смертності в індустріально розвинених країнах [17]. Позитивний вплив соєвих продуктів на організм людини пов'язують із наявністю біологічно активних сполук, які раніше вважалися антипоживними факторами [18]. Доведено високу профілактичну роль ізофлавонів, лецитину, незамінних амінокислот, що знижують ризик розвитку серцево-судинних і онкологічних захворювань, цукрового діабету, остеопорозу, ожиріння та гормональних порушень [19].

Насіння сої є провідним джерелом як харчового, так і кормового білка. Воно характеризується оптимальним співвідношенням протеїнів, вуглеводів, жирів, вітамінів і мінеральних елементів, що визначає його високу біологічну цінність і формує статус сої як стратегічної культури майбутнього [20].

Виробництво сої нині здійснюється у 91 країні світу [21]. Основні обсяги її вирощування зосереджені у США, Бразилії, Китаї, Аргентині, Індії, Канаді, Індонезії, Італії, Південній Кореї, Росії, Румунії, Югославії та низці інших держав. За останні півстоліття не лише розширилася географія вирощування цієї культури, а й істотно зросли площі її посівів. У багатьох країнах соя займає 20–50 % орних земель і навіть більше [22].

За світовими обсягами виробництва соя (260 млн т) посідає четверте місце серед основних сільськогосподарських культур після кукурудзи (820 млн т), пшениці (648 млн т) та рису (450 млн т) [23].

Соя є унікальною культурою, оскільки її використання навіть у невеликих кількостях (150–260 г) здатне повністю забезпечити добову потребу дорослої людини в усіх незамінних амінокислотах за відсутності інших джерел білка в раціоні [24]. Соєве зерно містить понад 20 % напіввисихаючої рослинної олії високої біологічної цінності, яка характеризується добрими харчовими

властивостями, легкою засвоюваністю та відсутністю холестерину. Ця олія займає провідне місце серед харчових жирів завдяки високим смаковим якостям. Її цінність зумовлена високим вмістом (до 95 %) гліцеридів високоенергетичних жирних кислот, серед яких близько 75 % становлять ненасичені (лінолева, олеїнова, ліноленова) та близько 15 % – насичені (стеаринова, пальмітинова), а також наявністю життєво важливих компонентів – лецитину і природного вітаміну Е [25].

Характерною особливістю сої є відносно низький вміст вуглеводів за високої концентрації білка та олії. Цінність вуглеводної фракції полягає в тому, що значна її частина добре розчиняється у воді та легко засвоюється організмом тварин. Нерозчинні вуглеводи (клітковина, пектини, декстрини) також відіграють важливу фізіологічну роль, активізуючи процеси засвоєння інших поживних речовин [26]. Насіння сої є важливим джерелом фосфатидів – фосфоровмісних жироподібних сполук, представлених лецитином, фітином і нуклеїновими кислотами. Фосфатиди беруть участь у метаболізмі жирів, синтезі білків, запобігають їх розпаду, підвищують засвоєння поживних речовин та відіграють важливу роль у підтриманні функцій нервової тканини в організмі людини і тварин [27].

Соя характеризується багатим ферментативним складом: у її насінні та рослинах виявлено уреазу, ліпазу, каталазу, катепсин, протеазу, ліпоксидазу, редуктазу, пероксидазу, інвертазу, аскорбіназу та інші ферменти. У різних органах рослини міститься практично повний комплекс вітамінів, що зумовлює високу харчову цінність культури, при цьому найбільша їх концентрація спостерігається у проростках і молодих рослинах [28].

Одним із важливих ресурсів продовольчої безпеки є соя, насіння якої містить 18–23 % жиру (а в окремих сортів – до 28,6 %) зі значною часткою високоенергетичних жирних кислот. Поряд із цим соя є високобілковою культурою, причому між вмістом білка та жиру в насінні існує зворотна

залежність. Упродовж останніх років селекційна робота була спрямована на створення сортів із підвищеним вмістом протеїну, що досягає 45 % [29].

Водночас сучасні виробничі сорти сої ще не повністю відповідають вимогам інтенсивного аграрного виробництва. Досі не забезпечена стабільно висока врожайність, належна стійкість до екстремальних факторів довкілля; у несприятливі роки окремі сорти схильні до вилягання, подовження вегетаційного періоду за пізніх строків сівби або за зниження температур у період вегетації. В Україні основна частина вирощеної сої переробляється в олійній, м'ясній та кондитерській промисловості. Однією з головних проблем розвитку соєвого виробництва залишається відносно низький середній рівень урожайності, який у середньому становить 1,22–1,68 т/га [30].

Заходи, яких нині вживає світова спільнота, є недостатніми для ефективного протистояння негативним проявам кліматичних змін. В умовах швидких трансформацій термічного та водного режимів виникає потреба в глибокій перебудові структури сільськогосподарського виробництва, основою якої мають стати сорти нового типу, вологозберігаючі та ресурсоефективні технології вирощування, сучасні системи захисту рослин від шкідників і хвороб. У зв'язку з цим аграрне виробництво потребує створення високоадаптивних сортів та розроблення інноваційних технологій вирощування, здатних забезпечувати стабільно високі врожаї навіть за несприятливих умов навколишнього середовища [31].

Соя належить до культур із високим потенціалом урожайності, проте реалізація цього потенціалу на практиці відбувається далеко не завжди. Основною причиною цього є відсутність оптимальних умов для росту й розвитку рослин, що обмежує можливості повної реалізації їхнього біологічного ресурсу.

У цьому контексті особливої ваги набуває пошук раціонального способу просторового розміщення рослин на площі живлення, який би забезпечував максимально можливу реалізацію генетичного потенціалу сої. Останніми роками спостерігається стійка тенденція до зменшення ширини міжрядь і підвищення

норм висіву насіння. Водночас оптимальна схема розміщення рослин значною мірою визначається індивідуальними біологічними особливостями конкретних сортів. Узагальнені результати численних досліджень, присвячених реакції сортів сої на різні норми висіву та способи розподілу рослин за площею живлення, свідчать про необхідність подальшого поглибленого вивчення цих елементів технології, оскільки умови вирощування культури істотно варіюють, а нові сорти характеризуються специфічними еколого-біологічними властивостями [32].

Формування високопродуктивних агрофітоценозів сої передбачає повне задоволення біологічних потреб конкретного сорту у факторах зовнішнього середовища шляхом оптимізації основних елементів технології вирощування. Одним із ключових прийомів у цьому процесі є забезпечення оптимальної густоти стояння рослин. Зміна щільності рослин на одиниці площі зумовлює формування різної структури врожаю та рівня індивідуальної продуктивності рослин, при цьому регулювання густоти не потребує значних додаткових фінансових витрат [33].

Найповніше розкриття закладеного генетично потенціалу урожайності зерна сої можливе лише за оптимального поєднання норми висіву та просторового розподілу рослин на площі живлення. Як надмірне зрідження, так і загушення посівів призводять до істотного зниження зернової продуктивності культури. У загущених посівах підвищена конкуренція між рослинами знижує врожайність з одиниці площі, оскільки зменшення індивідуальної продуктивності не компенсується збільшенням їх кількості. Водночас у зріджених посівах вища індивідуальна продуктивність окремих рослин не здатна компенсувати зменшення їх загальної кількості на площі [34].

Особливо негативно загушення посівів проявляється у посушливі роки. Саме тому реалізація потенціалу продуктивності нових сортів сої потребує розроблення адаптивних технологій вирощування з урахуванням комплексу ґрунтово-кліматичних і агротехнічних чинників, а також сортових особливостей

культури. Серед основних агротехнічних складових провідну роль відіграють густота стояння рослин і застосування біологічних препаратів, значення яких істотно зростає в умовах екологізації та ресурсозбереження сучасного рослинництва [35].

Необхідною умовою формування високих урожаїв сої є створення оптимальної площі листкової поверхні та інтенсифікація синтезу органічної речовини. У формуванні асиміляційної поверхні посівів і ефективності її використання визначальне значення мають норма висіву та спосіб сівби. Забезпечення рівномірного розміщення рослин по площі живлення й оптимізація площі живлення кожної окремої рослини дає змогу підвищити ефективність функціонування фотосинтетичного апарату та засвоєння більшої частки фотосинтетично активної радіації [36].

Поява інноваційних сортів сої зумовлює необхідність розробки сортоспецифічних технологій вирощування, спрямованих на максимальну реалізацію їхнього ресурсного потенціалу. Оптимізація способів сівби та норм висіву з урахуванням сортових особливостей культури має надзвичайно важливе значення у всій системі посівної агротехніки, від якої безпосередньо залежить якість сходів [37–45]. Саме кількість висіяного насіння визначає густоту посівів і рівень польової схожості, а формування дружних і повних сходів оптимальної густоти є основою для отримання високого врожаю [46].

Збільшення ширини міжрядь, через посилення ценотичної напруги за фактори росту і розвитку, призводить до істотного зниження польової схожості та густоти рослин, причому ця тенденція більшою мірою проявляється за високих норм висіву. Аналогічно, підвищення норми висіву спричиняє зменшення показників польової схожості й виживаності рослин. Водночас за міжряддях 15 см зниження цих показників було значно меншим, що пояснюється нижчим рівнем конкуренції між рослинами [47].

Недостатня площа листкової поверхні зумовлює неефективне використання фотосинтетично активної радіації, тоді як її надмірне збільшення

призводить до взаємозатінення листків і відмирання нижнього ярусу. За результатами численних досліджень оптимальна площа листкової поверхні, за якої формується найвища врожайність насіння сої, становить 40–50 тис. м²/га. Значення цього показника залежать від морфобіотипу сорту, погодних умов вегетації та характеру просторового розподілу рослин у посіві [49].

Густота стояння рослин сої є одним із базових показників, що визначає продуктивність фітоценозу. Як недостатня, так і надмірна густота формує неефективну оптико-біологічну модель посіву та призводить до нераціонального використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) [50].

Дослідження, проведені у Східному Лісостепу України, показали, що найвища польова схожість насіння та густота рослин формувалися за широкорядного способу сівби (45 см) і максимальної норми висіву – 1,2 млн шт/га. За міжряддя 70 см польова схожість зростала зі збільшенням норми висіву до 1,0 млн шт/га, тоді як подальше підвищення норми не забезпечувало приросту цього показника через різке посилення конкурентних взаємодій в агрофітоценозі сої [51].

Зрідження посівів, що може бути наслідком недотримання норми висіву, низької якості насіння, надмірної глибини загортання, утворення ґрунтової кірки в період сходів, хоча й сприяє кращому гілкуванню рослин та зростанню їх індивідуальної продуктивності, не забезпечує високої врожайності з одиниці площі порівняно з посівами оптимальної густоти [23]. У розріджених посівах зростають непродуктивні втрати ґрунтової вологи та створюються сприятливі умови для розвитку бур'янів [52]. Для таких агрофітоценозів характерне низьке прикріплення бобів і нерівномірне досягання, що зумовлює зниження врожайності (на 0,34–0,55 т/га) і збільшення втрат зерна під час збирання. Оскільки соя є світлолюбною культурою, підвищення густоти рослин викликає посилення конкурентних взаємовідносин в агробіоценозі, що призводить до випадання частини рослин упродовж вегетації та, як наслідок, до зменшення загального врожаю зерна [53].

Потенціал продуктивності сорту найповніше реалізується за умови достатнього забезпечення рослин основними чинниками життєдіяльності. Формування сприятливого середовища для росту й розвитку культури за допомогою агротехнічних заходів, адаптованих до конкретних агрокліматичних умов, є необхідною передумовою розкриття генетичного потенціалу сорту. До ключових елементів агротехніки належать спосіб сівби та норма висіву насіння, які суттєво впливають на характер гілкування, формування рослинного “куща” та кількісні параметри врожайності сої. Зріджені посіви детермінантних форм часто характеризуються низьким прикріпленням бобів, що ускладнює механізоване збирання і створює ризик втрати врожаю через недостатню кількість рослин на гектарі. Натомість підвищення норми висіву сприяє витягуванню рослин і підвищенню рівня прикріплення нижнього бобу, однак може обмежувати розвиток додаткових пагонів, зменшувати кількість бобів і насінин на рослині. Водночас ефективність підвищення густоти посівів значною мірою визначається умовами вологозабезпечення: зі стабілізацією водного режиму ґрунту зростає і продуктивність агроценозу [54].

Обираючи норму висіву та спосіб сівби, слід враховувати закономірність: у зріджених посівах загальна врожайність, як правило, є нижчою, хоча продуктивність окремої рослини може бути високою. За поступового загушення посівів урожайність зростає лише до певного оптимуму, після чого, досягнувши максимуму, починає знижуватися. Отже, як надмірне зрідження, так і надлишкове загушення посівів спричиняє недобір врожаю [55].

Спосіб сівби та норму висіву доцільно визначати диференційовано з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування та сортових особливостей. За умов України для ранньостиглих сортів рекомендовано широкорядний спосіб із міжряддями 45 см, для середньостиглих – 60 см, для пізньостиглих – 70 см. Окремі дослідники також обґрунтовують доцільність рядкового способу сівби сої з шириною міжрядь 15 см [56].

Упровадження у виробництво інноваційних сортів сої актуалізує потребу вдосконалення сортових технологій вирощування з метою максимальної реалізації їх ресурсного потенціалу. Правильний добір поєднання норми висіву та способу сівби, з урахуванням сортоспецифічних ознак, має визначальне значення для формування повних і дружних сходів, подальшого розвитку рослин та рівня реалізації генетично зумовленої продуктивності [57].

Під час вибору способу сівби важливо враховувати високу пластичність сої щодо площі живлення, яка проявляється в зміні індивідуальної продуктивності рослин. За оптимальної густоти й площі живлення основна частка бобів формується на головному пагоні, тоді як у зріджених посівах – переважно на бічних гілках. Надмірне ущільнення посівів може спричиняти вилягання, прискорене пожовтіння й опадання нижніх листків, неповне використання світла, вологи та елементів живлення, а також зниження біологічної фіксації азоту. Підвищення норми висіву з 400 до 1200 тис./га здатне скорочувати тривалість вегетаційного періоду і спричиняти істотне подовження рослин. За низьких норм висіву боби переважно формуються у середній та верхній частині стебла, рослини швидше скидають листя, посилюється вилягання та збільшуються втрати під час комбайнового збирання [58].

Залежно від норми висіву соя змінює індивідуальну продуктивність: варіюють кількість бобів і насіння, маса насіння, висота прикріплення нижніх бобів; при цьому близько 65% насіння формується на головному стеблі та 25% – на бічних гілках. В конкретних ґрунтово-кліматичних умовах оптимальною для кожного сорту є така густина, яка забезпечує максимальну фотосинтетичну та симбіотичну активність і, як наслідок, найвищу врожайність насіння [59].

У південних регіонах України встановлено особливості формування фотосинтетичної діяльності посівів сої середньостиглого сорту Говерла залежно від густоти, що забезпечувало врожайність на рівні 4,32–4,47 т/га. Максимальні значення площі листової поверхні у фазі наливу насіння становили 52,42 тис. м²/га за густоти 600 тис. рослин/га. Найкращі показники фотосинтетичного

потенціалу за весь період вегетації (3,45–3,19 млн м²·днів/га) формувалися саме за густоти 600 тис. рослин/га [60].

Соя як світлолюбна культура здатна формувати високий урожай лише за оптимальних для зони вирощування показників площі живлення й густоти, належного освітлення та достатнього рівня удобрення. Вона чутливо реагує на зміну площі живлення, забезпеченість вологою та елементами живлення, що визначає облистяність, інтенсивність фотосинтезу, формування бобів і насіння, стійкість до вилягання та, зрештою, величину врожайності і якість продукції. Інтенсивність нагромадження сухої речовини протягом вегетації зростає зі збільшенням норми висіву схожого насіння від 200 до 600 тис./га, а найбільша маса сухої речовини на одиниці площі була зафіксована при нормі 800 тис./га і становила 6043,9 кг/га. При збільшенні норми висіву від 200 до 800 тис./га маса накопиченої сухої речовини посівами сої зростала в прямій залежності – від 2442,2 до 6043,9 кг/га [61].

За вирощування культур, зокрема сої, у посушливих умовах Південного Степу України пріоритетним завданням є компенсація дефіциту природної вологи шляхом застосування зрошення [62].

За результатами досліджень встановлено, що найменша витрата вологи на формування 1 т урожаю в середньому за фактором густоти рослин спостерігалася у варіанті з густотою 600 тис. рослин/га і становила 1619 м³/т. Зменшення густоти від 300 до 500 тис. рослин/га супроводжувалося підвищенням коефіцієнта водоспоживання на 8,4–20,1%, тоді як збільшення густоти від 700 до 1000 тис. рослин/га також підвищувало цей показник на 7,4–19,5%, що пов'язано зі зниженням врожайності сої. Найефективніше волога використовувалася у варіанті з густотою 600 тис. рослин/га – 1323 м³/т [63].

Під впливом густоти посіву чисельність азотфіксуючих бульбочок у шарі ґрунту 0–20 см істотно змінювалася. Підвищення норми висіву з 300 до 700 тис./га супроводжувалося зменшенням кількості бульбочок на одній рослині та

їх маси, але водночас збільшенням цих показників у перерахунку на одиницю площі за рахунок вищої густоти агрофітоценозу [64].

Потенціал сої щодо накопичення значних обсягів високоякісного білка та олії робить цю культуру перспективною для України, тому необхідно не лише розширювати посівні площі, а й системно розробляти та впроваджувати адаптивні сортові технології її вирощування [65].

Вміст олії в насінні сої за різних умов вирощування в Україні коливається в межах 13–26% і значною мірою визначається агротехнічними та метеорологічними умовами, а сортовий фактор впливає на цей показник лише частково [45].

Наукові висновки щодо впливу густоти посіву на якість насіння сої залишаються дискусійними. Частина дослідників зазначає, що зі збільшенням густоти вміст білка знижується, а вміст олії зростає [66]. Інші наукові дані, навпаки, свідчать, що підвищення щільності посівів може збільшувати вміст протеїну та зменшувати частку олії. Зокрема, дослідження Інституту зрошуваного землеробства щодо технології вирощування сортів середньоранньої групи показали, що найбільший вміст білка забезпечували сорти сої Славна та Камея за норми висіву 600 тис. шт./га на фоні мінеральних добрив N30P40 у поєднанні з інокулянтами. При цьому зі збільшенням густоти рослин на одиниці площі вміст олії в насінні зменшувався на 0,3–1,3% порівняно з меншою густотою [67].

Ключовими чинниками зростання врожайності сільськогосподарських культур, передусім, є добір найбільш адаптованих, районованих сортів. Саме тому для кожного регіону, системи землеробства та конкретної технології вирощування необхідно науково обґрунтовано підбирати сорт, здатний максимально реалізувати свій потенціал у визначених умовах, а також оптимізувати елементи технології вирощування культури з урахуванням її біологічних і морфологічних особливостей [68]. На рівень урожайності сої істотно впливають схема розміщення рослин на площі, густота стеблостою,

площа живлення та освітленість кожної окремої рослини, забезпеченість вологою й аерація посівів. За своїми морфологічними властивостями соя характеризується здатністю до гілкування: у зріджених і чистих від бур'янів посівах рослини заповнюють вільний простір шляхом утворення додаткових гілок, однак інтенсивне галуження можливе лише за умов, коли густина посівів не спричиняє розвитку внутрішньовидової конкуренції [69–70].

Отже, дослідження, спрямовані на встановлення оптимальних параметрів елементів технології вирощування сої, які забезпечують формування максимальної врожайності, є надзвичайно актуальними, оскільки саме вони визначають рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності посівів цієї культури. У зв'язку з цим дана робота присвячена експериментальному обґрунтуванню оптимальної густоти рослин сої для кожного конкретного сорту.

Створення та впровадження у виробництво нових вітчизняних сортів сої, адаптованих до умов окремих ґрунтово-кліматичних зон, є одним із провідних чинників підвищення врожайності та стабілізації виробництва цієї культури. Аналіз результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців свідчить, що впровадження нових сортів неминуче зумовлює необхідність розроблення для них спеціалізованої сортової агротехніки, зокрема визначення оптимальної густоти посіву. Це дає змогу повніше реалізувати потенціал продуктивності сортів, раціональніше використовувати насіннєвий матеріал і підвищити загальний рівень урожайності культури. Вивчення цього питання має важливе як наукове, так і практичне значення.

РОЗДІЛ 2

ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів

Ґрунтовий покрив дослідного поля представлений сірим лісовим ґрунтом з вмістом гумусу в орному шарі на рівні 2,15–2,3 %. Забезпеченість елементами живлення характеризується такими показниками: легкогідролізований азот – 6,0 мг, рухомий фосфор – 3,5 мг, обмінний калій – 40 мг на 100 г ґрунту. Об’ємна маса ґрунту становить 1,2–1,3 г/см³, найменша вологоємність шару 0–100 см – 20,5–22,4 %, вологість в’янення – 7,8–9,8 %. Частка водостійких агрегатів дорівнює 34,1 %.

Реакція ґрунтового розчину є слабколужною, наближеною до нейтральної – показник рН коливається в межах 6,8–7,0. Рівень залягання ґрунтових вод перевищує 15 м, що виключає їх вплив на водний режим кореневмісного шару. Ґрунтовий профіль має укорочену будову: на глибині 63–90 см залягає ущільнений карбонатно-ілювіальний горизонт, а материнською породою виступає лесовий суглинок.

Вміст фізичної глини становить 61–65 %, структура ґрунту характеризується високим ступенем розпилення, що зумовлює схильність ґрунтів до запливання, погіршення аерації та формування поверхневої кірки за надмірного зволоження. Це створює специфічні агрофізичні умови, які необхідно враховувати при розробленні технологічних елементів вирощування культури, зокрема при виборі способів обробітку ґрунту, норм висіву та системи удобрення.

2.2. Погодні умови в роки досліджень

Середньорічний температурний режим становить близько 9,8 °С, а сума ефективних температур із показниками вище 10 °С досягає 3200–3400 °С. Тривалість періоду без заморозків коливається в межах 180–200 днів, тоді як вегетаційний період триває приблизно 225–230 днів.

Атмосферні опади протягом року та вегетаційного періоду розподіляються нерівномірно. Середньорічна їх кількість становить 300–350 мм, при значних міжрічних коливаннях – від 250 до 650 мм. Значення гідротермічного коефіцієнта знаходиться на рівні 0,5, що свідчить про недостатнє зволоження території.

Зимовий період у межах зони зазвичай м'який, із частими відлигами та нестійкими морозами, хоча в окремі роки можливі більш суворі умови. Середня температура найхолоднішого місяця року – січня – становить від -2 до -4 °С. Сніговий покрив малопотужний, у межах 10–20 см, а середня глибина промерзання ґрунту сягає близько 35 см. Інтенсивні зимові вітри здувають сніг з відкритих ділянок у пониження рельєфу, що додатково зменшує поверхнєве зволоження ґрунту.

Весна переважно настає рано, характеризується прохолодною погодою, поступовим підвищенням температури повітря, зменшенням його відносної вологості та зростанням кількості сонячних днів.

Літній період зазвичай спекотний і посушливий. Середня температура найтеплішого місяця – липня – становить $+23...+25$ °С. В останні роки спекотні періоди часто розпочинаються вже у червні, а інколи наприкінці травня, і тривають до серпня. Улітку випадає найбільша частка річних опадів, однак переважно у вигляді злив, що спричиняє швидке випаровування води і не забезпечує глибокого промочування ґрунтового профілю. Основні запаси вологи в ґрунті формуються за рахунок осінніх опадів та весняного танення снігу, проте навіть у цей період зволоження ґрунтів залишається поверхневим, а кількість продуктивної вологи є обмеженою.

Температурний режим Лісостепової зони України загалом є сприятливим для формування високої врожайності сільськогосподарських культур за умови достатнього вологозабезпечення. Річна кількість сонячної радіації становить 110–120 ккал/см². Гідротермічний коефіцієнт за Селяниновим перебуває в межах 0,5–0,7, а коефіцієнт зволоження за Бучинським є меншим за 0,5, що свідчить

про істотне переважання випаровування над кількістю опадів і формування стійкого дефіциту вологи, критичного для стабільного виробництва сільськогосподарської продукції.

Кількість сухих днів, коли відносна вологість повітря знижується до 30 %, становить близько 50 на рік. Щорічно протягом 40–45 днів, а в окремі роки навіть понад 100 днів, спостерігається повна відсутність опадів. Поєднання високих літніх температур із низькою відотною вологістю повітря призводить до виникнення посух і суховіїв, які завдають значної шкоди сільському господарству, найчастіше в травні та серпні. Суховії різко посилюють випаровування води, унаслідок чого коренева система рослин не встигає компенсувати її втрати, і рослини в'януть навіть за наявності запасів доступної вологи в ґрунті. У ряді випадків суховії супроводжуються пиловими бурями зі швидкістю вітру 20–30 м/с.

У період проведення експериментальних досліджень 2024–2025 років метеорологічні умови загалом відповідали типовим для даного регіону, однак суттєво відрізнялися між роками за кількістю атмосферних опадів, характером їх розподілу протягом вегетаційного періоду та температурним режимом.

Для комплексної оцінки погодних умов використовували матеріали метеоспостережень Житомирського обласного метеоцентру.

Метеорологічні умови 2024 року загалом характеризувалися нестабільністю температурного режиму та значним дефіцитом атмосферних опадів, що сформувало несприятливі умови для вирощування сої. Зимовий період відзначався частими відлигами, незначним і нестійким сніговим покривом, що зумовило слабе накопичення вологи в ґрунті. Уже на початку весни спостерігалось раннє підвищення температури повітря за одночасної недостатньої кількості опадів, що призвело до інтенсивного випаровування і швидкої втрати зимових запасів продуктивної вологи.

Весняний період характеризувався нерівномірним розподілом опадів, різкими коливаннями температур та локальним характером зволоження ґрунту.

У квітні та травні формувався водний стрес для рослин, що негативно впливало на процеси проростання, формування сходів та початковий ріст сої. Недостатнє зволоження ґрунту в поєднанні з підвищеним температурним фоном створювало несприятливі умови для розвитку кореневої системи та формування вегетативної маси.

Літній період 2024 року відзначався тривалими періодами високих температур, низькою відносною вологістю повітря та нерівномірними, переважно зливовими опадами, які не забезпечували глибокого промочування ґрунту. Інтенсивне випаровування вологи, повітряні та ґрунтові посухи, а також суховії призводили до пригнічення фізіологічних процесів у рослин, зниження фотосинтетичної активності, передчасного старіння листкового апарату та зменшення продуктивності посівів. Особливо негативний вплив ці фактори мали в критичні фази розвитку сої – цвітіння, формування та наливу насіння.

Осінній період характеризувався епізодичними опадами, які лише частково поліпшували водний режим ґрунту, однак не змогли компенсувати сформований упродовж літа дефіцит вологи. У цілому сукупність погодних чинників 2024 року – високі температури, нестача атмосферних опадів, нерівномірність їх розподілу та тривалі періоди посухи – створила стійкі стресові умови для росту і розвитку сої, що негативно позначилося на формуванні врожайності та якісних показниках насіння.

Метеорологічні умови 2025 року загалом відповідали агрокліматичним особливостям Лісостепової зони України та характеризувалися високим температурним фоном у поєднанні з нерівномірним розподілом атмосферних опадів. Перехід середньодобової температури повітря через позначку 15 °C відбувся 13 травня, що відповідало середньобагаторічній нормі та забезпечило своєчасний початок активної вегетації теплолюбних культур.

Весняний період відзначався підвищеним температурним режимом, особливо в травні, коли максимальна температура повітря досягала 31,8 °C, а температура поверхні ґрунту – 58,0 °C. Упродовж місяця спостерігалось три дні

з максимальною температурою повітря 30 °С і вище, що формувало тепловий стрес для рослин на ранніх етапах росту та розвитку, особливо за умов недостатнього зволоження верхніх шарів ґрунту.

Літній період характеризувався спекотною погодою з різко вираженим дефіцитом опадів та їх нерівномірним просторово-часовим розподілом. Максимальна температура повітря підвищувалася до 36,9 °С, а на поверхні ґрунту – до 60,2 °С. Середня температура повітря за літній період становила 23,4 °С, що перевищувало кліматичну норму на 2,9 °С. За весь літній період випало лише 54,5 мм опадів, що становило близько 22 % від багаторічної норми, внаслідок чого формувався стійкий дефіцит продуктивної вологи в ґрунті. Протягом літа зафіксовано сім днів із суховіями при мінімальній відносній вологості повітря близько 30 %, що спричиняло інтенсивне випаровування, пригнічення фізіологічних процесів у рослин і підвищення рівня водного та теплового стресу.

Початок осені також характеризувався високими температурами та недостатнім зволоженням. У першій декаді вересня зберігалася жарка погода з незначною кількістю опадів, максимальна температура повітря досягала 34,0 °С, а температура поверхні ґрунту – 54,3 °С. Такі умови впливали на перебіг завершальних фаз вегетації та процеси досягання культур.

У цілому погодно-кліматичні умови 2025 року повною мірою відображали агрокліматичні ресурси Лісостепової зони України. Незважаючи на підвищений температурний режим і дефіцит атмосферних опадів у літній період, вони були типовими для регіону та придатними для проведення експериментальних досліджень, забезпечуючи можливість оцінки адаптивних властивостей сортів і технологічних прийомів вирощування в умовах підвищеного теплового навантаження та обмеженого вологозабезпечення.

РОЗДІЛ 3

МЕТА, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Мета та завдання досліджень

Метою досліджень було визначити закономірності формування продуктивності сортів сої різних груп стиглості залежно від оптимізації густоти рослин та обробітку рістрегулюючих біопрепаратів в умовах ТОВ «Хортиця-Агро» Житомирського району Житомирської області. Для досягнення поставленої мети було сформовано наступні завдання досліджень:

- дослідити особливості росту, розвитку та біометричні показники сучасних вітчизняних сортів сої різних груп стиглості залежно від основних технологічних прийомів (густиоти рослин, обробітку біопрепаратами);
- встановити вплив різних варіантів густоти рослин та обробки біопрепаратами на динаміку формування площі листкової поверхні;
- вивчити вплив густоти рослин, обробітку сучасними біопрепаратами на елементи продуктивності нових сортів сої та накопичення надземної біомаси;
- встановити вплив сорту та обробітку біопрепаратами на якісні показники насіння за оптимальної густоти рослин;
- провести оцінку економічної ефективності вирощування сортів сої залежно від досліджуваних факторів.

3.2. Схема досліду та методики досліджень

Дослідження проводили в 2024–2025 рр. у ТОВ «Хортиця-Агро» Житомирського району Житомирської області. Дослід трифакторний: фактор А. Сорти: Вільшанка, Писанка, Славна, Камея, Златопільська, Говерла. Фактор В. Застосування ріст регулюючих препаратів: Євростім Фіто, Ізабіон). Фактор С. Густота стояння рослин, тис. шт./га: 400, 500, 600, 700, 800 (табл. 1).

Таблиця 1. Схеми дослідів

Сорт (фактор А)	Обробка препаратом (фактор В)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)
Вільшанка	контроль, без обробки	400
Писанка		500
Славна	Євростім Фіто	600
Камея		700
Златопільська	Ізабїон	800
Говерла		

Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 65 м², облікова – 48 м².

Фенологічні обліки здійснювали відповідно до загальноприйнятої методики опису періодів і фенологічних фаз росту та розвитку рослин сої. Початком настання певної фази вважали її появу не менш ніж у 15 % рослин, а повною фазу вважали за наявності ознак у 75 % рослин посіву [71].

Визначення висоти рослин проводили за основними фазами росту й розвитку культури. Для цього формували вибірку з 40 рослин, які відбирали у різних точках облікової ділянки за діагональним принципом. За результатами вимірювань обчислювали середнє значення, яке характеризувало середню висоту рослин на дослідній ділянці.

Величину листкового апарату, чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал – визначали за методикою, описаною А. О. Ничипоровичем [72]. Площу листкового апарату – методом висічок. З дослідної ділянки відбирали не менше 10 рослин і обривали листя. Потім з цього листя за допомогою загостреної трубки робили 50 висічок загальною площею 20 см² і

зважували. Одночасно визначали загальну масу всього листя проби. Розраховували площу листя по формулі (1):

$$S = (PS^1 \cdot n) : P^1, \quad (1)$$

де S – загальна площа листя проби, см^2 ;

P – загальна маса листя, г;

S^1 – площа висічок, см^2 ;

n – число висічок;

P^1 – маса висічок, г.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою, описаною А.А.Нічипоровичем [72], згідно формули Кідда-Веста-Бріггса:

$$\Phi_{\text{ч.пр.}} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2 \cdot T}}, \quad \text{де:} \quad (2)$$

$\Phi_{\text{ч.пр.}}$ - чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^2 за добу;

B_1, B_2 - маса сухої речовини з 1 м^2 на початку та в кінці облічуемого проміжку часу, г;

L_1, L_2 - площа листкової поверхні з 1 м^2 на початку та кінці облічуемого проміжку часу, м^2 ;

T - кількість днів між першим та другим визначенням.

Суху речовину визначали за формулою (3):

$$C_x (\%) = C_x \times 100 / C_p \quad (3)$$

де C_x – маса наважки після висушування;

C_p – маса сирої наважки.

Елементи структури врожаю сої визначали за методикою В. В. Волкодава [73] із використанням пробних снопів, які відбирали безпосередньо перед збиранням урожаю з облікових площадок, призначених для встановлення густоти стояння рослин. Загальна площа відбору на кожному варіанті становила 1 м^2 . Із кожного пробного снопа відбирали по 25 рослин, на яких визначали

основні структурні показники: довжину рослин, висоту прикріплення нижніх бобів, кількість бобів і насінин на одну рослину, а також масу 1000 насінин.

Облік урожайності насіння здійснювали шляхом подільного обмолоту селекційним комбайном із подальшим зважуванням зерна з кожної ділянки у фазу збиральної стиглості. Після зважування формували середню пробу насіння з кожної ділянки, для якої в лабораторних умовах визначали вологість, після чого проводили перерахунок урожайності до стандартної вологості 14 %.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували з використанням дисперсійного аналізу, а також кореляційно-регресійних методів, що забезпечувало об'єктивну оцінку впливу досліджуваних факторів на формування показників продуктивності сої [74].

3.3. Характеристика сортів сої та біопрепаратів

Сорт сої Вільшанка. Соя *Glycine max* (L.) Merrill, підвид маньжурський, різновидність *var. lutea* Kors, апробаційна група *agr. glauca* Kors. Сорт характеризується дуже ранньостиглістю: тривалість вегетаційного періоду становить 81–85 діб. Рослини формують компактний, стиснутий кущ. Листки вузькі, темно-зеленого забарвлення. Квітки білі. Опушення стебла та бобів біле. Насіння округло-овальної форми, жовтого кольору, з світлим рубчиком і добре вираженим вічком. Боби світло-жовті, переважно три- та чотиринасінні. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні з 2007 року та рекомендований для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах країни.

Сорт сої Писанка. Соя *Glycine max* (L.) Merrill, апробаційна група *agr. glauca* Enk. Рослини формують компактний, стиснутий кущ проміжного типу росту з сірим опушенням. Листки ланцетної форми. Боби сіруватого забарвлення, слабо зігнуті, переважно три- та чотиринасінні, середньої довжини та ширини. Насіння жовтого кольору, кулястої форми, середнього розміру. Рубчик світлий, лінійний, з вічком. Квітки білі, з багатоквітковими

китицями; міжвузля короткі, в одному вузлі формується 6–10 бобів. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2016 року та рекомендований для вирощування на зерно в зонах Лісостепу, Степу та Полісся.

Сорт сої Славна. Соя *Glycine max* (L.) Merrill, підвид маньжурський, різновидність *var. lutea* Kors, апробаційна група *agr. lucida* Enk. Сорт середньоранньостиглий, тривалість вегетаційного періоду становить 107–115 діб. Опушення світле. Боби світлі, слабо зігнуті, три- та чотиринасінні, світло-бурого забарвлення. Насіння жовте, округло-випуклої форми, середнього розміру, рубчик світлий, інколи світло-коричневий. Квітки білі. Рослини проміжного типу росту. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2013 року та рекомендований для вирощування в зонах Степу та Лісостепу.

Сорт сої Камея. Соя *Glycine max* (L.) Merrill, підвид маньжурський, різновидність *var. lutea* Kors, апробаційна група *agr. abenaria* Enk. Сорт середньоранньостиглий, тривалість вегетації 105–115 діб. Кущ компактний, стиснутий, рослини проміжного типу росту. Стебло прямостояче, формує 12–14 міжвузлів. Опушення стебла і бобів біле. Насіння жовтого кольору, округло-овальної форми, середніх розмірів. Рубчик лінійний, коричневого забарвлення, без вічка. Квітки білі. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2015 року та рекомендований для вирощування на зерно в зоні Степу.

Сорт сої Златопільська. Соя *Glycine max* (L.) Merrill, підвид маньжурський, різновидність *var. lutea* Kors, апробаційна група *agr. abenaria* Enk. Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду становить 120–122 доби. Стебло пряме, з 17–20 міжвузлями. Опушення стебла та бобів біле. Боби бурого забарвлення. Насіння жовте, округло-овальне, середніх розмірів. Рубчик лінійний, коричневий, без вічка. Квітки білі. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2009 року та рекомендований для вирощування на зерно в зоні Степу.

Сорт сої Говерла. Соя *Glycine max* (L.) Merrill, апробаційна група *agr. latifolia* Enk. Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду становить 120–125 діб. Гіпокотиль характеризується антоціановим забарвленням. Стебло тонке, з великою кількістю вузлів. Рослини проміжного типу росту з сірим опушенням. Листки ланцетні, з клиноподібною формою. Боби коричневого кольору, слабо зігнуті, три- та чотиринасінні, середньої довжини та ширини. Насіння жовте, кулястої форми, середніх розмірів. Рубчик лінійний, чорного забарвлення, без вічка. Квітки фіолетового кольору. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2014 року та рекомендований для вирощування на зерно в зоні Степу.

Євростім Фіто – органо-мінеральне мікродобриво/біостимулятор рослин, до складу якого входять базові елементи живлення (азот, фосфор, калій) разом із мікроелементами (залізо, кальцій, магній) та солями гумінових і фульвокислот. Воно є екологічно чистим продуктом і не чинить шкідливого впливу на ґрунт чи рослини. Основна функція препарату – покращення живлення та загального стану рослин за рахунок стимуляції фізіологічних процесів.

Препарат сприяє зниженню фітотоксичних ефектів, пов'язаних із зимовим та гербіцидним стресом, має загальнозміцнювальну і імуностимулюючу дію на рослини. Він активує проростання насіння, підвищує холодо- і посухостійкість, стимулює розвиток кореневої системи, зменшує вилягання і сприяє підвищенню якості та кількості врожаю.

Діюча основа добрива включає N, P, K, Fe, Ca, Mg, а також гумінові та фульвові кислоти, що сприяють покращенню засвоєння поживних речовин рослинами при листковому підживленні.

Загалом Євростім Фіто застосовують для стимулювання росту рослин, підвищення стійкості до стресових факторів, активізації кореневої системи та поліпшення продуктивності культур.

Ізабіон це біологічне добриво та біостимулятор росту рослин виробництва Syngenta, яке містить високу концентрацію амінокислот і пептидів. Воно

призначене для покращення живлення культур, прискорення їхнього росту та розвитку й одночасного підвищення стійкості до стресових факторів (посуха, град, низькі температури, фітотоксичність після обробки ЗЗР тощо) завдяки швидкому надходженню у тканини рослин через листя або кореневу систему без додаткової витрати енергії на синтез цих речовин рослиною. Ізабїон сприяє поліпшенню дружності і якості зав'язування плодів, підвищенню врожайності та покращенню якості продукції, прискоренню відновлення після стресу, поліпшенню запилення і витривалості рослин. Добріво можна застосовувати як для кореневого, так і позакореневого підживлення у періоди активного росту або стресу, що забезпечує більш ефективне використання поживних речовин і покращує адаптацію рослин до несприятливих умов середовища. Діюча речовина складається з амінокислот і пептидів у концентрованій формі (приблизно 62,5 % загального вмісту) з часткою вільних амінокислот для швидкого проникнення в рослину.

3.4. Агротехніка вирощування сої

Агротехнічні прийоми вирощування сортів сої в дослідках відповідали загальноприйнятим технологіям, рекомендованим для умов півдня України. Попередньою культурою у сівозміні була кукурудза. Мінеральне удобрення здійснювали шляхом внесення аміачної селітри в нормі N30P60 під передпосівну культивуацію.

В осінній період виконували основний обробіток ґрунту, який включав два лущення стерні дисковим навісним агрегатом АДН–2,3, після чого проводили пізню оранку шестикорпусним навісним комбінованим плугом Gregoire Besson R(W)47.

Навесні здійснювали боронування агрегатом Standard 390 у два сліди під кутом до напрямку попередньої обробки, а далі – передпосівну культивуацію ресурсозберігаючим блочно-модульним культиватором КБМ–4,2Н. Контроль бур'янів забезпечували внесенням ґрунтового гербіциду Харнес у нормі 2 л/га

одразу після сівби, а в червні проводили обробку посівів страховим гербіцидом Пікадор у нормі 1 л/га за допомогою самохідного обприскувача John Deere 6700.

Сівбу виконували пневматичною універсальною сівалкою Gaspardo MTE 300 (6–75) широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см. У день сівби насіння сої інокулювали препаратом азотфіксуючих бактерій на основі штаму *Bradyrhizobium japonicum* 634 b, а для захисту від шкідників проводили протруювання препаратом Максим XL у нормі 1 л/т.

Збирання врожаю здійснювали подільно комбайном New Holland TC 56 у фазу повної стиглості насіння за вологості 14–16 %.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Біометричні показники сортів сої

Висота рослин характеризується тісною кореляцією з тривалістю вегетаційного періоду селекційних зразків, тоді як її зв'язок із урожайністю зерна має більш опосередкований характер. У зв'язку з цим показник «висота рослин» не розглядається як визначальний критерій під час відбору кращих генотипів, однак він залишається важливою складовою комплексної оцінки форм за сукупністю господарсько-цінних ознак [23].

Результати проведених досліджень засвідчили, що висота рослин сої та окремі елементи структури врожаю певною мірою обумовлюються впливом досліджуваних факторів, зокрема норм висіву, сортових особливостей, застосування біопрепаратів, а також умов вологозабезпечення. Серед показників, які безпосередньо реагують на агротехнічні прийоми, саме висота рослин сої виявилась однією з найбільш чутливих ознак.

Встановлено, що на момент збирання врожаю значення висоти рослин істотно відрізнялися між варіантами досліду та впродовж вегетаційного періоду формувалися під впливом біопрепаратів, біологічних особливостей сортів, їх норми реакції, а також щільності фітоценозу (табл. 2).

У скоростиглій групі сортів показники висоти рослин варіювали в межах 80,5–90,3 см. Найбільших значень у цій групі досяг сорт Писанка – 90,3 см за густоти 800 тис. рослин/га та застосування препарату «Євростім Фіто», тоді як мінімальні показники відмічено у сорту Вільшанка на контрольному варіанті – 80,5 см.

У середньостиглій групі сортів за роки досліджень сформувалися найвищі показники висоти рослин. Максимальну висоту зафіксовано у сорту Говерла – 130,6 см за густоти 800 тис. рослин/га та обробітку препаратом Євростім Фіто,

тоді як найменші значення знову спостерігалися у сорту Вільшанка на контрольному варіанті – 80,5 см.

Загалом для сортів усіх груп стиглості характерною була тенденція до збільшення висоти рослин за підвищення густоти стояння. Максимальні середні показники відмічено за густоти 800 тис. рослин/га (у середньому 116,8 см), тоді як мінімальні – за густоти 300 тис. рослин/га (у середньому 108,5 см). Це пояснюється насамперед зменшенням площі живлення окремої рослини, посиленням внутрішньовидової конкуренції та спрямуванням ростових процесів у вертикальному напрямку, що зумовлює витягування рослин угору.

Таблиця 2. Висота рослин сої залежно від факторів дослідів, см

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Густота рослин, тис шт./га (фактор С)				
		400	500	600	700	800
Вільшанка	Контроль – без обробки	79,2	81,0	81,6	82,8	83,5
	Євростім Фіто	81,0	83,1	83,9	84,6	88,5
	Ізабїон	80,3	82,5	82,8	83,6	85,2
Писанка	Контроль – без обробки	80,5	82,1	83,7	84,6	86,5
	Євростім Фіто	83,1	85,0	86,7	87,6	88,7
	Ізабїон	82,1	84,3	85,8	86,8	87,6
Середнє за фактором С		82,3	81,0	83,0	84,1	85,0
Славна	Контроль – без обробки	81,2	82,4	82,6	84,9	86,5
	Євростім Фіто	83,3	84,5	84,6	86,7	89,3
	Ізабїон	82,1	83,1	83,8	85,6	87,5
Камея	Контроль – без обробки	85,2	87,3	90,1	95,3	96,2
	Євростім Фіто	88,2	90,3	94,1	98,0	98,9
	Ізабїон	86,6	88,5	90,7	96,1	97,0
Середнє за фактором С		85,7	84,4	86,0	87,7	91,1
Златопільська	Контроль – без обробки	95,2	99,5	100,0	100,7	101,7
	Євростім Фіто	97,1	101,8	102,0	103,3	103,7
	Ізабїон	96,1	100,5	100,9	101,7	102,5
Говерла	Контроль – без обробки	117,4	118,8	120,1	124,1	126,8
	Євростім Фіто	119,1	122,4	124,0	126,9	129,0
	Ізабїон	118,1	120,0	120,9	125,0	127,2
Середнє за фактором С		108,5	107,2	110,5	111,3	113,6

Застосування біопрепаратів у посівах сої позитивно позначилося на інтенсивності ростових процесів і, відповідно, на висоті рослин досліджуваних сортів. Найбільш виражений стимулюючий ефект мав препарат Євростім Фіто, який забезпечував приріст висоти рослин порівняно з контролем у межах 2,50–2,67 см. Препарат Ізабїон у середньому за групами стиглості проявляв значно слабший вплив на ростові процеси, забезпечуючи збільшення висоти рослин лише на 0,90–1,56 см.

Аналіз формування висоти рослин сої з урахуванням груп стиглості, густоти стояння та дії біопрепаратів має важливе прикладне значення, особливо в поєднанні з показниками урожайності зерна, що дозволяє визначати оптимальні біометричні параметри сортів для окремих груп стиглості.

Встановлено, що коефіцієнт кореляції між висотою рослин та урожайністю зерна становив +0,72. Такий відносно високий рівень кореляційного зв'язку зумовлений, передусім, впливом тривалості вегетаційного періоду на формування висоти рослин сої. Характер цього зв'язку був переважно криволінійним. Оптимальні співвідношення між висотою рослин і врожайністю формувалися в межах окремих груп стиглості за різної густоти стояння: у скоростиглій групі оптимум відмічався за густоти 800 тис. рослин/га, у середньоранній – 600 тис. рослин/га, у середньостиглій – 500 тис. рослин/га.

Важливою ознакою технологічності сорту сої є висота прикріплення нижнього бобу, оскільки його надто низьке розташування призводить до значних втрат урожаю під час комбайнового збирання. У дослідях цей показник змінювався у широкому діапазоні – від 12,3 до 27,2 см. Найвище прикріплення нижнього бобу формувалося у середньостиглого сорту Говерла (в середньому 24,0 см), тоді як найнижче – у скоростиглого сорту Вільшанка (в середньому 13,0 см). Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню висоти прикріплення бобів у середньому на 0,8–1,0 см (табл. 3).

Таблиця 3. Висота прикріплення нижнього бобу рослин сої залежно від факторів досліду, см

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Густота рослин, тис шт./га (фактор С)				
		400	500	600	700	800
Вільшанка	Контроль – без обробки	11,5	11,5	11,4	11,6	11,6
	Євростім Фіто	12,1	12,2	12,4	13,0	13,7
	Ізабїон	11,7	11,7	11,7	11,8	11,9
Писанка	Контроль – без обробки	12,4	12,6	12,8	13,0	13,3
	Євростім Фіто	12,9	13,0	13,4	13,6	13,9
	Ізабїон	12,2	12,7	12,7	12,9	13,3
Середнє за фактором С		11,8	12,1	12,3	12,4	12,7
Славна	Контроль – без обробки	12,8	12,9	12,8	13,0	12,9
	Євростім Фіто	13,3	13,3	13,4	14,0	14,5
	Ізабїон	13,1	13,2	13,1	13,4	14,0
Камея	Контроль – без обробки	13,2	13,2	13,4	13,5	13,5
	Євростім Фіто	14,7	14,7	15,0	15,4	15,6
	Ізабїон	13,7	14,0	13,6	14,0	14,1
Середнє за фактором С		13,9	13,5	13,6	13,6	13,9
Златопільська	Контроль – без обробки	14,3	15,0	15,0	17,4	18,2
	Євростім Фіто	16,8	17,0	17,3	19,4	20,4
	Ізабїон	15,7	15,2	16,1	18,3	19,2
Говерла	Контроль – без обробки	19,3	20,9	22,0	23,4	23,9
	Євростім Фіто	22,1	22,6	24,3	25,0	26,0
	Ізабїон	21,0	21,2	23,2	24,3	25,1
Середнє за фактором С		21,3	18,2	18,7	19,7	21,3

Досить високий рівень кореляційного зв'язку ($r = 0,78$) свідчить про можливість використання висоти прикріплення нижнього бобу як візуального критерію для попереднього добору продуктивних форм сої. Водночас пряма залежність між урожайністю насіння та висотою прикріплення нижнього бобу проявляється лише в певному інтервалі значень – у межах 10–20 см. Підвищення цього показника понад 25 см супроводжується зниженням урожайності зерна, що, ймовірно, зумовлено надмірним розвитком вегетативної маси та активізацією ростових процесів за умов підвищеної густоти стояння рослин.

Отримані результати підтверджують, що як висота рослин, так і висота прикріплення нижнього бобу мають позитивний зв'язок із рівнем

продуктивності сортів сої, хоча цей зв'язок проявляється по-різному залежно від морфометричних особливостей рослин. Формування основних біометричних показників істотно визначається групою стиглості сорту, щільністю фітоценозу та застосуванням біопрепаратів, що комплексно впливає на архітекtonіку рослин і реалізацію їх продуктивного потенціалу [28].

4.2. Урожайність сортів сої

Ключовими чинниками, що формують рівень урожайності сільськогосподарських культур, зокрема сої, є науково обґрунтований добір сорту, оптимальна густота стояння рослин і рівень їх індивідуальної продуктивності. Переважна більшість сучасних сортів характеризується відносно вузькою екологічною адаптивністю та найкраще реалізує свій потенціал у специфічних ґрунтово-кліматичних умовах певної природно-географічної зони. Навіть незначне зміщення ареалу вирощування сорту на північ або південь (у межах близько 100 км) може спричиняти зміни тривалості вегетаційного періоду, рівня продуктивності, біохімічного складу насіння та стійкості до шкідників і хвороб [12]. Саме тому вибір сорту сої є одним із найвідповідальніших і стратегічно важливих рішень у технології її вирощування [43].

Під час добору насіннєвого матеріалу доцільно враховувати комплекс сортових ознак, серед яких потенційна врожайність, строки досягання, тип росту та архітекtonіка рослини, висота стебла, схильність до вилягання, крупність насіння, стійкість до осипання та інші господарсько-цінні характеристики [24].

Результати досліджень свідчать, що формування урожайності зерна сої значною мірою визначається сукупною дією таких факторів, як група стиглості сорту, щільність агрофітоценозу та застосування біопрепаратів, що комплексно впливають на ріст, розвиток і реалізацію продуктивного потенціалу рослин (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність насіння сої сортів різних груп стиглості (2024–2025), т/га

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Густота рослин, тис шт./га (фактор С)				
		400	500	600	700	800
Вільшанка	Контроль – без обробки	1,44	1,50	1,72	1,74	1,36
	Євростім Фіто	1,68	1,76	1,99	2,03	1,61
	Ізабїон	1,59	1,67	1,86	1,91	1,44
Писанка	Контроль – без обробки	2,47	2,43	2,52	2,65	2,31
	Євростім Фіто	2,81	2,78	2,86	2,78	2,65
	Ізабїон	2,65	2,58	2,65	2,71	2,51
Середнє за фактором С		2,11	2,12	2,27	2,30	1,98
Славна	Контроль – без обробки	2,29	2,46	2,62	2,45	2,11
	Євростім Фіто	2,78	2,93	3,11	2,93	2,56
	Ізабїон	2,56	2,56	3,01	2,51	2,45
Камея	Контроль – без обробки	2,17	2,39	2,55	2,38	2,03
	Євростім Фіто	2,64	2,85	3,03	2,85	2,46
	Ізабїон	2,42	2,55	2,62	2,49	2,25
Середнє за фактором С		2,48	2,62	2,82	2,60	2,31
Златопільська	Контроль – без обробки	2,49	2,42	2,31	2,15	1,65
	Євростім Фіто	3,01	2,91	2,84	2,41	2,13
	Ізабїон	2,75	2,71	2,55	2,29	1,85
Говерла	Контроль – без обробки	2,48	2,49	2,35	2,17	1,67
	Євростім Фіто	2,91	2,96	2,85	2,67	2,16
	Ізабїон	2,55	2,75	2,79	2,55	2,01
Середнє за фактором С		2,70	2,71	2,62	2,37	1,91

Встановлено, що максимальні показники врожайності зерна були характерні для середньостиглого сорту Говерла, що зумовлено подовженим періодом вегетації та ефективною адаптацією до застосованої технології вирощування.

У групі скоростиглих сортів (Вільшанка та Писанка) рівень урожайності перебував у межах 2,53–3,21 т/га, причому найкращі результати були отримані за оптимальної густоти 800 тис. рослин/га.

Застосування біопрепаратів суттєво вплинуло на підвищення врожайності насіння порівняно з контролем: приріст урожаю у сортів Вільшанка та Писанка

становив 0,22–0,33 т/га. Найбільш результативним серед досліджуваних препаратів виявився Євростім Фіто.

У середньоранній групі сорти Камея та Славна забезпечили середню врожайність на рівні 2,47–3,51 т/га. Оптимальні показники продуктивності формувалися за густоти 700 тис. рослин/га. Використання біопрепаратів сприяло додатковому приросту врожайності на 0,22–0,43 т/га. Найвищий результат у цій групі був отриманий у сорту Славна за густоти 700 тис. рослин/га в поєднанні з обробкою препаратом Євростім Фіто – 3,51 т/га.

Для кожної групи стиглості сортів сої встановлено власні оптимальні параметри густоти стояння рослин: для скоростиглих сортів – 800 тис. рослин/га, для середньоранніх – 700 тис. рослин/га, для середньостиглих – 500 тис. рослин/га.

Застосування біопрепаратів у середньому забезпечувало приріст урожайності в межах 0,22–0,52 т/га. Найбільший ефект спостерігався за використання препарату Євростім Фіто: у групі скоростиглих сортів урожайність зростала на 0,33 т/га (10,6 %), у середньоранніх – на 0,43 т/га (9,1 %), у середньостиглих – на 0,52 т/га (9,9 %).

Важливою складовою продуктивності сої, що безпосередньо впливає на формування як потенційної, так і фактичної врожайності, є маса 1000 зерен. Дослідження цього показника та його взаємозв'язків з урожайністю має істотне практичне значення для визначення селекційних пріоритетів під час створення нових високопродуктивних біотипів, адаптованих до конкретних агроекологічних умов вирощування.

Отримані результати свідчать, що обробка біопрепаратами в середньому по фактору сприяла збільшенню маси 1000 насінин сої. Найвищі значення цього показника зафіксовані у варіанті з використанням препарату Євростім Фіто – 159 г, дещо нижчі – при застосуванні Ізабіону – 157,5 г. Мінімальні значення маси 1000 насінин спостерігалися у контрольному варіанті – 154 г (у середньому по

фактору). Загальний приріст маси 1000 насінин унаслідок застосування біопрепаратів становив 2,2–3,2 % (табл. 5).

Таблиця 5. Маса 1000 насінин сортів сої, г

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Густота рослин, тис шт./га (фактор С)				
		400	500	600	700	800
Вільшанка	Контроль – без обробки	145	144	143	141	139
	Євростім Фіто	149	148	147	146	145
	Ізабїон	148	147	146	144	143
Писанка	Контроль – без обробки	147	146	145	143	140
	Євростім Фіто	153	152	151	149	148
	Ізабїон	153	152	151	149	147
Середнє за фактором С		149	148	147	145	144
Славна	Контроль – без обробки	159	157	154	153	143
	Євростім Фіто	161	160	159	155	147
	Ізабїон	160	158	156	154	145
Камея	Контроль – без обробки	157	155	154	153	145
	Євростім Фіто	163	162	159	158	147
	Ізабїон	163	162	160	158	148
Середнє за фактором С		160	159	157	155	146
Златопільська	Контроль – без обробки	168	167	166	158	149
	Євростім Фіто	171	170	169	161	153
	Ізабїон	170	168	168	160	152
Говерла	Контроль – без обробки	169	168	164	158	155
	Євростім Фіто	173	169	168	160	159
	Ізабїон	173	170	168	161	159
Середнє за фактором С		171	169	167	160	154

Найсуттєвіший вплив на показник «маса 1000 насінин» мав фактор групи стиглості сортів сої. Так, у скоростиглих сортів Вільшанка та Писанка цей показник становив 147–149 г, у середньоранніх сортів Славна та Камея – 157–158 г, тоді як у середньостиглих сортів Златопільська та Говерла – 166–167 г. Таким чином, різниця між скоростиглими та середньостиглими сортами досягала 18–19 г, що свідчить про чітку залежність маси насіння від тривалості вегетаційного періоду та біологічних особливостей сортів.

Густота стояння рослин також істотно впливала на масу 1000 насінин. У всіх групах стиглості максимальні значення цього показника формувалися за густоти 400 тис. рослин/га. Подальше збільшення густоти посівів супроводжувалося поступовим зменшенням маси 1000 насінин, причому найнижчі значення фіксувалися за загушення посівів до 800 тис. рослин/га, що пояснюється зростанням конкуренції між рослинами за світло, вологу та елементи живлення.

Показники досліджуваних сортів за «індексом урожайності» в середньому варіювали в межах від 0,37 до 0,49, що відображає відмінності у співвідношенні між вегетативною та генеративною масою рослин і рівнем реалізації їх продуктивного потенціалу (табл. 6).

Таблиця 6. Індекс урожайності рослин сортів сої

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Густота рослин, тис шт./га (фактор С)				
		400	500	600	700	800
Вільшанка	Контроль – без обробки	0,30	0,36	0,38	0,37	0,27
	Євростім Фіто	0,34	0,37	0,40	0,41	0,31
	Ізабїон	0,32	0,36	0,37	0,39	0,27
Писанка	Контроль – без обробки	0,33	0,35	0,36	0,38	0,32
	Євростім Фіто	0,35	0,39	0,39	0,41	0,34
	Ізабїон	0,36	0,36	0,38	0,38	0,32
Середнє за фактором С		0,33	0,37	0,38	0,39	0,31
Славна	Контроль – без обробки	0,39	0,36	0,38	0,38	0,34
	Євростім Фіто	0,41	0,40	0,42	0,43	0,37
	Ізабїон	0,40	0,39	0,39	0,39	0,37
Камея	Контроль – без обробки	0,36	0,40	0,38	0,36	0,31
	Євростім Фіто	0,37	0,44	0,41	0,44	0,33
	Ізабїон	0,39	0,40	0,40	0,40	0,32
Середнє за фактором С		0,39	0,40	0,40	0,40	0,34
Златопільська	Контроль – без обробки	0,39	0,40	0,38	0,35	0,33
	Євростім Фіто	0,43	0,45	0,42	0,38	0,36
	Ізабїон	0,39	0,41	0,39	0,35	0,32
Говерла	Контроль – без обробки	0,48	0,48	0,47	0,40	0,33
	Євростім Фіто	0,51	0,50	0,49	0,41	0,35
	Ізабїон	0,49	0,49	0,49	0,41	0,33
Середнє за фактором С		0,45	0,46	0,44	0,38	0,34

Максимальний врожай насіння сортів сої спостерігався за індексу урожайності від 0,43 до 0,50. Існує пряmolінійна залежність між цими показниками значної сили +0,81.

4.3. Накопичення сухої речовини рослинами сої

Інтенсивність і тривалість процесів накопичення сухої речовини визначаються темпами росту рослин у висоту, їхніми генетично зумовленими особливостями та рівнем розвитку фотосинтетичного потенціалу. Посилення ростових процесів супроводжується прискореним формуванням асиміляційної поверхні, підвищенням фотосинтетичної активності та, як наслідок, збільшенням фактичної продуктивності рослин і рівня врожайності.

Результати польових досліджень засвідчили, що нагромадження надземної сухої речовини у сортів сої суттєво зумовлюється як застосуванням біопрепаратів, так і щільністю стояння рослин у посівах (табл. 7).

Таблиця 7. Маса сухої речовини рослин сортів сої, т/га

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Густота рослин, тис шт./га (фактор С)				
		400	500	600	700	800
Вільшанка	Контроль – без обробки	6,51	5,53	5,73	6,07	6,83
	Євростім Фіто	6,62	6,01	6,04	6,18	6,74
	Ізабїон	6,50	5,96	6,25	6,13	7,08
Писанка	Контроль – без обробки	8,79	8,15	8,13	8,07	8,32
	Євростім Фіто	9,18	8,10	8,28	7,74	8,70
	Ізабїон	8,49	8,30	8,00	8,21	8,86
Середнє за фактором С		7,68	7,01	7,07	7,07	7,76
Славна	Контроль – без обробки	9,83	11,07	10,85	10,45	10,39
	Євростім Фіто	10,46	11,02	10,87	10,24	10,64
	Ізабїон	10,21	10,43	11,49	10,32	10,38
Каменя	Контроль – без обробки	10,38	9,77	10,68	10,85	11,14
	Євростім Фіто	11,29	9,82	10,96	9,84	11,62
	Ізабїон	10,39	10,38	10,86	10,29	10,93
Середнє за фактором С		0,39	10,39	10,38	10,86	10,29
Златопільська	Контроль – без обробки	12,03	11,46	11,80	12,36	11,33
	Євростім Фіто	12,66	11,84	11,83	12,72	12,21
	Ізабїон	12,01	11,17	12,06	12,32	11,59
Говерла	Контроль – без обробки	9,64	9,62	9,55	10,88	11,38
	Євростім Фіто	9,84	10,11	10,10	11,72	11,98
	Ізабїон	9,57	9,92	9,98	11,46	11,88
Середнє за фактором С		10,96	10,69	10,89	11,91	11,73

Густота стояння рослин як один із ключових елементів технології вирощування істотно впливала на процеси формування надземної фітомаси сої. Найвищі показники накопичення сухої маси відмічалися у варіантах із густотою 800 тис. рослин/га. У групах скоростиглих і середньостиглих сортів мінімальні значення сухої біомаси формувалися за густоти 400 тис. рослин/га, тоді як у середньоранній групі найменші показники спостерігалися при загущенні посівів до 900 тис. рослин/га.

Найнижчий рівень накопичення сухої речовини за фактором застосування препаратів був зафіксований у контрольному варіанті – в межах 7,27–12,93 т/га. За обробки препаратом Ізабїон цей показник зростав до 7,52–13,11 т/га, тоді як максимальні значення сухої маси формувалися у варіантах із застосуванням препарату Євростім Фіто – 7,55–13,43 т/га.

Результати досліджень свідчать, що у новоствореного сорту Говерла відбувається переорієнтація процесів реутилізації асимілятів: основна частина накопичених органічних речовин спрямовується не на формування вегетативної маси, а безпосередньо на утворення врожаю зерна. Натомість сорт Златопільська характеризується значними обсягами сухої біомаси, що зумовлено інтенсивним гілкуванням і розвитком великої листкової поверхні.

Аналогічна тенденція простежується і в групі скоростиглих сортів: сорт Писанка формує меншу масу сухої речовини порівняно з сортом Вільшанка, однак за рівнем урожайності перевищує його. Сукупність цих фактів підтверджує, що сучасні селекційні сорти сої характеризуються оптимізованою архітектонікою рослин, ефективнішою реутилізацією поживних речовин і більш раціональним перерозподілом асимілятів на користь формування генеративної продукції, що забезпечує вищу врожайність.

4.4. Якість зерна сортів сої

Розширення площ посівів сої в Україні є одним із ключових напрямів нарощування виробництва рослинного білка, необхідного як для харчування

населення, так і для забезпечення потреб тваринництва. Водночас слід ураховувати, що у виробництво активно впроваджуються сучасні високопродуктивні сорти цієї культури, які відзначаються значним потенціалом урожайності. Реалізація цього потенціалу потребує розроблення та впровадження ефективних сортових технологій вирощування, здатних забезпечити стабільне виробництво високоякісного насіння сої.

Результати хімічного аналізу насіння показали, що накопичення протеїну істотно залежить від групи стиглості сорту. У середньому за три роки досліджень найвищі показники вмісту білка були зафіксовані у середньостиглих сортів: у сорту Златопільська – 38,5–41,1 %, у сорту Говерла – 39,1–41,2 %.

Дослідження також засвідчили, що максимальний вміст жиру характерний для насіння сорту Писанка, де цей показник змінювався в межах 18,4–21,2 % залежно від елементів технології вирощування.

Найбільш ефективним серед застосованих препаратів виявився Євростім Фіто. Найвищий вміст протеїну у досліді був відмічений у сорту Говерла – 41,2 %, що на 2,1 % перевищувало показники контрольного варіанта без обробки. Загалом застосування біопрепарату Євростім Фіто забезпечувало зростання вмісту білка в насінні сортів усіх груп стиглості порівняно з контролем у межах від 5,2 % (у скоростиглого сорту Писанка) до 6,7 % (у середньостиглого сорту Златопільська).

Водночас встановлено, що біопрепарат Ізабїон не справляв істотного впливу на якісні показники зерна сої.

Слід також підкреслити, що рівень протеїну в насінні сої тісно пов'язаний із тривалістю вегетаційного періоду сорту: у контрольному варіанті він змінювався від 37,2 % у скоростиглого сорту Вільшанка до 39,2 % у середньостиглого сорту Говерла.

У групі скоростиглих сортів максимальний вміст протеїну зафіксовано у сорту Писанка за обробки препаратом Євростім Фіто – 39,5 %, що відповідало

приросту на 5,2 %. Водночас у цьому варіанті відмічалось зниження вмісту жиру до 18,8 % (табл. 8).

Таблиця 8. Вміст протеїну та жиру у скоростиглих сортів сої за густоти 900 тис. рослин/га

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Вміст, %		Вихід, кг/га	
		протеїну	жиру	протеїну	жиру
Вільшанка	Контроль, без обробки	36,5	18,8	993,5	511,3
	Євростім Фіто	39,4	17,7	1175,5	529,3
	Ізабїон	36,5	19,0	1045,5	544,3
Писанка	Контроль, без обробки	37,5	20,7	1372,5	757,3
	Євростім Фіто	39,5	18,0	1567,5	717,3
	Ізабїон	37,5	20,8	1428,5	792,3

Результати наших досліджень свідчать, що в насінні сої на кінець вегетації за використання біопрепарату Євростім Фіто збільшився вихід протеїну в насінні, при одночасному зменшенні вмісту в ньому жиру (табл. 9).

Таблиця 9. Вміст протеїну та жиру у середньоранніх сортів сої за густоти 700 тис. рослин/га

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Вміст, %		Вихід, кг/га	
		протеїну	жиру	протеїну	жиру
Славна	Контроль, без обробки	37,1	20,1	1780,5	962,3
	Євростім Фіто	39,9	18,4	2102,5	974,3
	Ізабїон	37,2	20,1	1891,5	1032,3
Камея	Контроль, без обробки	37,7	19,8	1760,5	929,3
	Євростім Фіто	40,1	17,8	2073,5	921,3
	Ізабїон	37,9	19,8	1845,5	1006,3

В групі середньостиглих сортів сої максимальний вміст жиру і протеїну показав сорт Говерла. Максимальний вміст жиру (20,2 %) спостерігався на контрольному варіант. Максимальну кількість протеїну (40,6 %) отримано на варіантах досліду, де застосовували обробку препаратом Євростім Фіто, що більше на 2,1 % порівняно із контрольними ділянками без обробки (табл. 10).

Таблиця 10. Вміст протеїну та жиру у середньостиглих сортів сої за густоти 500 тис. рослин/га

Сорт (фактор А)	Біопрепарати (фактор В)	Вміст, %		Вихід, кг/га	
		протеїну	жиру	протеїну	жиру
Златопільська	Контроль, без обробки	37,9	20,2	2007,4	1069,2
	Євростім Фіто	40,5	18,8	2332,4	1083,2
	Ізабїон	38,0	20,2	2102,4	1132,2
Говерла	Контроль, без обробки	38,5	20,3	2051,4	1079,2
	Євростім Фіто	40,6	18,8	2359,4	1092,2
	Ізабїон	38,6	20,3	2173,4	1152,2

Препарат Ізабїон не проявив суттєвого впливу на показники якості насіння у групі середньостиглих сортів. Вміст протеїну в зерні сої чітко зростає зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду сортів. Так, у скоростиглій групі його значення коливалися в межах 37,2–40,2 %, у середньоранній – 37,8–40,8 %, а у середньостиглій – 38,5–41,2 %.

Подібна тенденція простежувалася і щодо вмісту жиру, за винятком скоростиглого сорту Писанка, який продемонстрував найвищий показник жирівмісності в досліді – 21,2 %. Загалом у скоростиглих сортів вміст жиру становив 18,1–19,4 % (за винятком Писанки), у середньоранніх – 18,2–20,5 %, у середньостиглих – 19,1–20,6 %.

У практиці системи «виробництво – переробка» насіння сої узагальнюючим інтегральним показником якості використовується сумарний вміст протеїну та жиру, який формується як похідна величина від урожайності та масової частки білка й олії в насінні.

Встановлено, що застосування препарату Євростім Фіто сприяло зростанню вмісту протеїну до рівня 40,1–41,2 %, при цьому приріст білка становив 5,2–6,7 % порівняно з контролем. Одночасно під впливом цього препарату відмічалось зниження вмісту жиру в насінні до 18,1–18,8 %, що відповідало зменшенню на 1,1–2,7 %.

4.5. Економічна оцінка вирощування сортів сої

Базовим підходом до оцінки економічної та енергетичної ефективності будь-яких технологічних рішень є зіставлення витрат на їх реалізацію з отриманими виробничими результатами. При порівнянні традиційних та досліджуваних елементів технології величина прибутку або збитку визначається як різниця між вартісними показниками витрат на виконання технологічних операцій і рівнем сформованої врожайності [75].

У сучасних умовах ринкової економіки, коли головним орієнтиром аграрного виробництва є максимізація прибутку, ключовою передумовою ефективної діяльності сільськогосподарських підприємств стає зростання продуктивності та рентабельності виробництва. Для сої як однієї з провідних зернобобових культур доцільним є використання високопродуктивних сортів вітчизняної селекції, які здатні формувати високі врожаї за відносно низьких матеріальних і трудових витрат. Економічна доцільність вирощування сортів сої різних груп стиглості визначається насамперед рівнем урожайності зерна, його якісними показниками, ціною реалізації, а також можливістю оптимізації витрат на технологічні операції [76–77].

Результати досліджень засвідчили, що для сортів скоростиглої групи Вільшанка і Писанка економічно доцільною є густота стояння 800 тис. рослин/га, для середньоранніх сортів Славна і Камея – 700 тис. рослин/га, а для середньостиглих сортів сої оптимальні показники врожайності та ефективності формувалися за густоти 500 тис. рослин/га.

За підсумками аналізу економічних показників вирощування сортів сої встановлено, що найвища вартість валової продукції з 1 га – 49,2 тис. грн/га – була отримана у посівах скоростиглого сорту Писанка за обробки біопрепаратом Євростім Фіто. У цьому ж варіанті зафіксовано і найнижчу собівартість виробництва однієї тонни зерна – 5,9 тис. грн/т, що свідчить про його найвищу економічну ефективність серед досліджуваних варіантів технології (табл. 11).

Таблиця 11. Економічна ефективність вирощування скоростиглих сортів сої за густоти 900 тис. шт./га

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Витрати, тис. грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Вільшанка	Контроль	22,6	36,3	7,7	11,4	62,3
	Євростім Фіто	23,0	39,9	7,1	14,1	57,7
	Ізабюн	23,5	38,4	7,6	12,4	61,3
Писанка	Контроль	22,6	47,6	5,9	20,8	47,6
	Євростім Фіто	23,0	49,2	5,8	21,8	46,8
	Ізабюн	23,5	48,3	6,0	20,7	48,7

Вартість валової продукції з 1 га у середньоранніх сортів була максимальною у сорту Славна за обробки препаратом Євростім Фіто – 66,9 тис. грн/т. Найнижчою собівартість 1 т зерна також виявилась у сорту Славна за обробки препаратом Євростім Фіто – 4,8 тис.грн/т (табл. 12).

Таблиця 12. Економічна ефективність вирощування середньоранніх сортів сої за густоти 700 тис. шт./га

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Витрати, тис. грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Славна	Контроль	25,5	60,8	5,2	29,4	41,9
	Євростім Фіто	25,9	66,9	4,8	34,2	38,7
	Ізабюн	26,4	65,6	5,0	32,7	40,2
Камея	Контроль	25,5	60,0	5,3	28,7	42,5
	Євростім Фіто	25,9	65,9	4,9	33,3	39,3
	Ізабюн	26,4	60,8	5,4	28,7	43,4

Серед середньостиглих сортів максимальна вартість валової продукції з 1 га у середньоранніх сортів була у сорту Говерла за обробки препаратом Євростім Фіто – 67,5 тис. грн/т у цього ж варіанті виявилось і найнижча собівартість 1 т зерна – 4,9 грн/т (табл. 13).

Таблиця 13. Економічна ефективність вирощування середньостиглих сортів сої за густоти 500 тис. шт/га

Сорт (фактор А)	Обробіток біопрепаратами (фактор В)	Витрати, тис. грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність,%
Златопільська	Контроль	25,9	62,3	5,2	29,4	41,6
	Євростім Фіто	26,3	68,5	4,8	34,2	38,4
	Ізабюн	26,8	67,3	5,0	32,7	39,9
Говерла	Контроль	25,9	61,5	5,3	28,7	42,2
	Євростім Фіто	26,3	67,5	4,9	33,3	39,0
	Ізабюн	26,8	62,3	5,4	28,7	43,1

З урахуванням виробничих витрат на вирощування сої встановлено, що найбільш економічно вигідним і водночас найменш витратним агротехнічним заходом виявився саме фактор обробітку біопрепаратами. Найвищу економічну віддачу забезпечував препарат Євростім Фіто, застосування якого дало змогу отримати максимальний за дослідом умовно чистий прибуток: у скоростиглих сортів – від 14,08 до 21,80 тис. грн/га, у середньоранніх – від 33,33 до 34,15 тис. грн/га, у середньостиглих – від 35,24 до 35,76 тис. грн/га. При цьому спостерігалось зниження собівартості 1 т зерна та зростання рівня рентабельності виробництва до 140 %.

Дослідження показали, що всі досліджувані фактори істотно впливали на формування вартості валової продукції. Найвищий її рівень – 61,39 тис. грн/га – отримано у сорту Говерла за обробки препаратом Євростім Фіто. Найменше значення цього показника – 30,28 тис. грн/га – зафіксовано при вирощуванні скоростиглого сорту Вільшанка на контрольному варіанті без обробки.

У середньому за фактором найбільша вартість валової продукції – 51,19 тис. грн/га – була відмічена саме за застосування препарату Євростім Фіто. За використання Ізабіону спостерігалось зниження цього показника на 3,7 %, що відповідало 1,9 тис. грн/га.

Встановлено, що застосування біопрепаратів загалом сприяє зростанню як фізичного обсягу валової продукції, так і її грошової вартості. Різниця вартості валової продукції між контрольними (необробленими) варіантами та ділянками з біопрепаратами становила: у групі скоростиглих сортів – 1,17 тис. грн/га, у середньоранніх – 2,38 тис. грн/га, у середньостиглих – 2,83 тис. грн/га. У перерахунку на 100 га це означає додатковий економічний ефект у межах від 117 до 283 тис. грн, що є суттєвим показником для кожного товаровиробника.

Найвищий середній рівень вартості валової продукції серед сортів сформував сорт Говерла – 59,06 тис. грн/га, тоді як найнижчий показник був у сорту Вільшанка – 31,86 тис. грн/га. Різниця між ними становила 27,2 тис. грн/га, або 53,9 %.

Найбільший середній чистий прибуток у досліді сформували сорти середньостиглої групи – в середньому 33,12 тис. грн/га. Абсолютний максимум умовно чистого прибутку отримано у сорту Говерла за застосування препарату Євростім Фіто – 35,76 тис. грн/га.

Разом із тим найвищий рівень рентабельності продемонстрував середньоранній сорт Славна – 158 %, що пояснюється меншими виробничими витратами на його вирощування порівняно із сортом Говерла. У середньому за роки досліджень найвищий рівень рентабельності серед усіх сортів був характерний для середньостиглих сортів сої – 144 %, що на 38 % перевищувало показники середньоранніх сортів і на 10,5 % – скоростиглих.

Підвищена рентабельність середньоранніх сортів порівняно зі скоростиглими пояснюється насамперед вищими витратами на вирощування пізніших за стиглістю сортів, що зумовлює зміну співвідношення між витратами та рівнем отриманої продукції.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що висота рослин і висота прикріплення нижнього бобу перебувають у додатному взаємозв'язку з продуктивністю сортів сої за різного прояву морфо-метричних ознак. Формування біометричних показників істотно визначається групою стиглості сорту, щільністю фітоценозу та застосуванням біопрепаратів.

2. Скоростиглі сорти формували максимальну урожайність за густоти 800 тис. рослин/га. Обробка посівів біопрепаратами «Євростім Фіто» та «Ізабїон» забезпечувала приріст урожайності в межах 0,22–0,52 т/га. Найбільш ефективним виявився препарат «Євростім Фіто», який підвищував урожайність зерна в групі скоростиглих сортів на 0,33 т/га (10,6 %), у середньоранніх – на 0,43 т/га (9,1 %), у середньостиглих – на 0,52 т/га (9,9 %).

3. Визначальним фактором формування показника «маса 1000 насінин» була група стиглості сортів сої. У скоростиглих сортів Вільшанка та Писанка цей показник становив 147–149 г, у середньоранніх сортів Славна та Камея – 157–158 г, у середньостиглих сортів Златопільська та Говерла – 166–167 г, що зумовило різницю між скоростиглими та середньостиглими сортами на рівні 18–19 г.

4. Максимальне накопичення протеїну в насінні було характерним для середньостиглих сортів: Златопільська – 38,5–41,1 %, Говерла – 39,1–41,2 %. Вміст протеїну в насінні сої визначався тривалістю вегетаційного періоду сорту і в умовах дослідів на контрольних варіантах змінювався від 37,2 % у скоростиглого сорту Вільшанка до 39,2 % у середньостиглого сорту Говерла.

5. Найвищий вихід протеїну з гектара – 2359,4 кг/га – зафіксовано у середньостиглого сорту Говерла за обробки препаратом Євростім Фіто, тоді як максимальний вихід жиру з гектара – 1152,2 кг/га – отримано у цього ж сорту за обробки препаратом Ізабїон. При цьому біопрепарат Ізабїон сприяв підвищенню урожайності насіння, однак істотно не впливав на якісні показники зерна сої.

6. Максимальним рівень рентабельності за роки досліджень у середньому по всіх вирощуваних сортах виявився у скоростиглих сортів сої. Високий рівень рентабельності цих сортів у порівнянні з середньоранніми і середньостиглими сортами пояснюється великими витратами на вирощування більш пізніх сортів.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах ТОВ «Хортиця-Агро» Житомирського району Житомирської області рекомендується вирощувати скоростиглий сорт сої Писанка з густотою стояння рослин 900 тис. шт/га, середньоранній сорт Каменя – 700 тис. шт/га, середньостиглий сорт Говерла – 500 тис. шт/га, за обробки препаратом Євростім Фіто.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петриченко В. Ф., Корнійчук О.В., Задорожна І. С. Становлення та розвиток кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 54–62.
2. Танчик С. П., Дмитришак М. Я., Алімов Д. М. та ін. Технологія виробництва продукції рослинництва. Соя. К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. С. 462–469.
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Стратегічна роль сої у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 11–19.
4. Клубук В. В., Боровик В. О. Результати селекційної роботи з соєю в Інституті зрошуваного землеробства НААН. *Вісник аграрної науки*. Київ : Аграрна наука, 2014. № 9. С. 91–94.
5. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Рослинний білок і соєвий пояс України. *Вісник аграрної науки*. Київ : Аграрна наука. 1992. № 7. С. 3–7.
6. Лещенко А. К. Культура сои. Київ: Наукова думка. 1978. С. 236.
7. Камінський В. Ф., Голодня А. В., Дворецькі С. П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. *Вісник аграрної науки*. Київ : Аграрна наука. 2000. С. 45–49.
8. Адамень Ф. Ф., Січкарь В. І. Досягнення генетики і селекції олійних культур. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. К. : Логос, 2001. Т. 3. С. 159–179.
9. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові ресурси рослинного білка. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 215–222.
10. Кулик М. Ф., Тучик А. В., Стасюк О. К., Скоромна О. І. Використання продуктів переробки сої в молочному скотарстві та у птахівництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 72–81.
11. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Панченко Т.В., Павліченко К.В., Лабунський І.В. Особливості сортової агротехніки сої за органічного

виросування. Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції «Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції», смт. Чабани, 5 листопада 2024 року, ННЦ «ІЗ НААН», С. 33-36.

12. Огурцов Є. М. Соя у Східному Лісостепу України: монографія. За ред. М. А. Бобро. Харк. нац. аграр. ун-т. Х., 2008. 270 с.

13. Німенко С., Грабовський М., Панченко Т., Павліченко К., Качан Л. Елементи структури врожаю сортів сої за органічного вирощування. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні екологічнобезпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану», Київ–Сквира, 20 серпня 2024 р., Національний університет біоресурсів і природокористування України, С.67-69.

14. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

15. Лавриненко Ю. О., Кузьмич В. І., Боровик В. О. Михаленко І. В. Стан і динаміка виробництва зернових бобових культур у світі та Україні. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 143–148.

16. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 429 с.

17. Клубук В. В., Михайлов В. О., Боровик В. О., Баранчук В. А., Осіній М. Л. Селекція сої в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 51. С. 139–144.

18. Клубук В. В. Вплив зрошення та агробіологічних умов на врожай сої. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 52. С. 51–54.

19. Боровик В. О., Клубук В. В., Баранчук В. А., Осіній М. Л., Кузьмич В.І. Аналіз зразків колекції сої за основними господарсько-цінними ознаками в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2011. Вип. 56. С. 251–257.

20. Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Формування урожайності та якості зерна сортами сої. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення* : матеріали міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова, м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р., ДУ ІЗК НААН, 2023, С. 144–145.

21. Січкач В. І., Лаврова Г. Д., Ганжело О. І. Урожайність та якість насіння широкоадаптивних сортів сої. *Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення*. 2014. Вип. 23(63). С. 58–60.

22. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гарбар Л. А., Андрієць Д. В. Урожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи технології вирощування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Серія «Агрономія»*. 2010. Вип. 149. С. 227–234.

23. Краснопольський Я. В., Гадзало Я. М., Топчій В. М., Іващенко О. О. та ін. Виробництво та ефективне використання сої та продуктів її переробки в Україні на 2015–2020 роки. *Галузева програма*. Київ, 2015. С. 33.

24. Стрижак А. М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. *Таврійський науковий вісник*, 2018. Вип. 99. С. 141–147.

25. Бабич А. О., Кобак С. Я., Панасюк О. Я., Венедіктов О. М., Балан М.О. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. № 69. С. 113–121.

26. Мостипан О.В., Грабовський М.Б., Павліченко К.В., Німенко С.С., Устинова Г.Л. Фітосанітарний стан посівів сої за різного фунгіцидного захисту. *Агробіологія*. 2024. №2. С. 96-107.

27. Діденко Н. І. Виробництво сої в умовах інтеграційних процесів в Україні. *Економіка АПК*. 2017. № 1. С. 31–36.

28. Дерев'янський В. Удосконалена технологія вирощування сої. *Пропозиція*. Спецвипуск. 2014. № 9. С. 4–25.
29. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Качан Л. М. Ефективність різних систем гербіцидного захисту в посівах сої. Матеріали XIII науково-практичної конференції “Гербологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві”, м. Київ, 15 березня 2023 року, С. 13-15.
30. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: монографія. Кам'янець-Подільський : Видавець Зволейко Д. Г., 2012. 435 с.
31. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Панченко Т. В., Городецький О.С. Вплив фунгіцидів на зміну індивідуальної продуктивності та елементів структури врожаю сої. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. Ч.1. С. 61–69.
32. Січкарь В. І. Методи створення сортів сої з покращеним біохімічним складом насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 37–44.
33. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Розробка і впровадження технології вирощування сої на зерно в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 1993. Вип. 36. С. 23–27.
34. Грабовський М.Б., Мостипан О.В., Панченко Т.В., Лозінський М.В., Павліченко К.В. Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від гідротермічних умов та застосування ґрунтових і післясходових гербіцидів. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 109–119.
35. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 3–10.
36. Грабовський М. Б., Мостипан О. В. Економічна оцінка застосування фунгіцидного і гербіцидного захисту сортів сої різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 45–53.
37. Teixeira F. G., Hamawaki O. T., Nogueira A.P.O., Hamawaki R. L., Jorge G. L., Santana A.J. O. Genetic parameters and selection of soybean lines based on selection indexes. *Genet.Mol.Res.* 2020. №16(3).

38. Butenko A. O., Sobko M. G., Ilchenko V. O., Radchenko M. V., Hlupak Z. I., Danylchenko L. M., Tykhonova O.M. Agrobiological and ecological bases of productivity increase and genetic potential implementation of new buckwheat cultivars in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9(1). P. 162–168.
39. Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Адамень Ф. Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 2. С. 34–39.
40. Малярчук М. П., Томницький А. В., Малярчук А. С., Марковська О. Є. Продуктивність сої за різних способів і глибини обробітку ґрунту та доз добрив у сівозміні на зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 100–104.
41. Матушкін В. О., Мошкова О. М. Методи і результати селекції сої на адаптивність, продуктивність і скоростиглість. *Селекція і насінництво*. Х., 2005. Вип. 90. С. 84–97.
42. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Вплив фунгіцидного захисту на формування фотосинтечних показників посівів сої. *Агробіологія*. 2023. № 2. С. 50–59.
43. Фурман О. В. Густота стояння рослин сої та їхня виживаність залежно від строків сівби та сорту. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 85–89.
44. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Біднина І. О., Рубцов Д. К. Аналіз рівня забур'яненості агрофітоценозу насінневих посівів сої під впливом різної густоти та доз азотного добрива. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. 2019. Вип. 71. С.150–154.
45. Правдива Л. А., Грабовський М. Б., Лозінський М.В., Качан Л. М. Контролювання забур'яненості посівів сої агротехнічними заходами в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 62–68.
46. Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 132–141.

47. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В., Корнійчук О. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур под. ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. [3-є вид., виправ., допов.] Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.

48. Мостипан О.В., Грабовський М. Б. Формування елементів структури врожаю сої під впливом гербіцидного захисту у Правобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 79-87.

49. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Рубцов Д. К., Марченко Т. Ю. Насіннєва продуктивність середньостиглого сорту сої «Говерла» залежно від норми висіву та доз азотних добрив в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробства: збірник наукових праць*. 2018. № 70. С. 55–59.

50. Джемесюк О. В., Новицька Н. В., Свистунова І. В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листкової поверхні посівів сої. *Вісник Житомир. нац. агроєкол. ун-ту*. 2015. Т.1. №2(50). С. 207–212.

51. 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). P. 76–80.

52. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 89–97.

53. Рожков А. О., Міхєєва О. О. Польова схожість насіння та густина рослин сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь у Східному Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2017. Вип. 2. С. 119–129.

54. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Соя. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. К.: Урожай, 1990. С. 51–79.

55. Дробітько О. М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 2. С.240–245.

56. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Грабовська Т. О., Лозінський М. В., Козак Л. А. Порівняльна оцінка урожайності та якісних показників сортів сої за традиційної та органічної технології вирощування. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 113–122.

57. Бабич А. О. Сучасне виробництво та використання сої. Київ: Урожай, 1993. 432 с.

58. Німенко С.С., Грабовський М.Б. _Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на фітосанітарний стан посівів сої за органічного вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 78. С. 69–74.

59. Марущак П. Г. Удосконалення елементів технології вирощування сої в умовах південної частини Західного Лісостепу України: автореферат дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Київ, 2005. 22 с.

60. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В., Колісник С. І. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 2. С. 19–23.

61. Заверюхін В. І., Левандовський І. Л. Вплив регульованих факторів на урожайність зерна сої в умовах зрошення півдня України. *Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносин*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. 11–14 грудня 1995. С. 340–341.

62. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59.

63. Писаренко В. А., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. Рекомендації з режимів зрошення сільськогосподарських культур в Херсонській області. Херсон: Айлант, 2005. 20 с.

64. Ткаліч І. Д., Шепілова Т. П. Вплив способів сівби, норм висіву і бактеріальних препаратів на формування бульбочкових бактерій і урожайність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 108–111.
65. Грабовський М.Б., Німенко С.С. Особливості формування висоти рослин сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 54–63.
66. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф., Писаренко П. В. Ефективні елементи технології вирощування сої в умовах північного Степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2014. № 3. С. 11–15.
67. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Вплив елементів технології на формування площі листкової поверхні рослин сої за органічного вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 155–163.
68. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на вміст протеїну та олії в насінні сої. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 20. С. 84–90.
69. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошуваних землях півдня України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. н.: спеціальність 06.01.09 «рослинництво». Херсон, 2018. 23 с.
70. Міленко О. Г. Урожайність сої залежно від сорту, норм висіву насіння та способів догляду за посівами. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2015. № 1. С. 85–88.
71. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 286 с.
72. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1966. № 2. С. 21–23.
73. Волкодав В. В. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Випуск третій (олійні, технічні, прядильні та кормові культури). Київ : Алефа, 2001. 76 с.

74. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві: навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 331 с.

75. Репілевський Е.В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. *Наук. пр. Полтавської державної аграрної академії*. Серія: Економічні науки. 2011. Вип. 2. Т. 2. С. 215–220.

76. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Качан Л.М., Городецький О. С. Економічна оцінка вирощування сої за органічного виробництва. Збірник тез Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Агроекологічна безпека і раціональне землекористування зони Полісся», м. Житомир, ІСТП НААН, 12 жовтня 2023 р., С. 62–64.

77. Grabovskyi M., Mostipan O., Lozinskyi M., Kozak L., Fedorenko E., Ostrenko M., Gorodetskyi O., Kachan L., Kovalov D. Economic and energy efficiency of fungicides and herbicides in soybean crops. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. 2025. Vol. 25. Issue 1. P. 445–453.