

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ННІ агротехнологій, селекції та екології
Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти магістр на тему:
«Порівняльна оцінка сортів сої за урожайністю залежно від
технології вирощування»

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Насінництво і насіннєзнавство
спеціальність 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
денної форми навчання
Поступаленко Артур Анатолійович

Керівник: к. с.-г. наук, доцент
Бараболя Ольга Валеріївна

Рецензент: к. с.-г. наук, доцент
Піщаленко Марина Анатоліївна

ПОЛТАВА 2024

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (огляд літератури)	8
1.1. Значення та сучасний стан виробництва сої	8
1.2 Параметри врожайності, адаптивності та якості насіння сортів сої	10
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
2.1 Загальні відомості про господарство	13
2.2.Грунтово-кліматичні умови	14
2.3. Аналіз гідротермічних умов в роки проведення досліджень	16
2.4. Схема та методика проведення досліджень	18
2.5. Агротехніка вирощування культури в досліді	20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
3.1. Формування продуктивності сортів сої різної групи стиглості	21
3.2 Параметри відповідності умов навколишнього середовища кращій реалізації біопотенціалу сортів сої	26
3.3 Особливості взаємозв'язків між ознаками сортів сої	39
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	47
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	51
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	54
ВИСНОВКИ	57
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	66

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В останні роки в Україні зріс інтерес до вирощування сої. Соеві боби є однією з найважливіших культур у світі. Завдяки багатому хімічному складу він не має собі рівних за темпами зростання виробничого потенціалу.

Найважливішими умовами отримання високих урожаїв бобових культур є наявність ризобій, достатня кількість поживних речовин у ґрунті, достатня кількість вологи та відповідний температурний режим.

Соя, бобова рослина, може біологічно покривати до 80% своїх потреб в азоті, оскільки вона може зв'язувати атмосферний азот завдяки взаємодії ризобій родини *Rhizobacteriaceae*.

Порівняно з іншими бобовими, соєві боби мають сильнішу біологічну фіксацію азоту.

Насправді було доказано, що вирощування сої за допомогою традиційних технологій може задовольнити лише 30-50% потреби в азоті.

Щоб скористатися перевагами азотфіксуючої здатності певного сорту сої, необхідно визначити та запровадити оптимальні умови вирощування.

Соя є однією з найбільш цінних зернобобових культур у сільському господарстві країни. Здатність фіксувати атмосферний азот є досить важливою біологічною особливістю і доповнюється її унікальним хімічним складом. Соя займає важливе місце в більшості сівозмін і завдяки цьому економічна доцільність її вирощування очевидна.

Мета і завдання досліджень. Метою наших досліджень було встановлення для сортів сої оптимальних строків сівби в умовах Лісостепу та визначити вплив попередника на врожайність. Для реалізації цієї мети слід було вирішити такі завдання:

- виявити особливості росту і розвитку, формування надземної частини при різних термінах сівби.
- визначити вплив строків сівби на утворення бульбочок на їх коренях.

- визначити вплив попередника на врожайність
- дати економічну оцінку вирощування сортів сої залежно від строків сівби.

Об'єкт і предмет досліджень. Процес росту, розвитку та формування продуктивного потенціалу сої та якості залежно від строків сівби та попередника. Предмет дослідження – сорти сої, попередник, строки сівби та економічна ефективність

Методи досліджень:

- польовий для визначення впливу попередника;
- візуальний для встановлення онтогенезу;
- синтез для порівняння дослідних факторів;
- розрахунковий для визначення продуктивності сої та економічної ефективності технології;
- статистичний для аналізу результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Теоретично було обґрунтовано і експериментально доведено вплив сортової особливості на урожайність сої з урахування різних попередників. Отримана інформація є важливою для подальшого застосування господарствами використаної технології вирощування сої та раціоналізація сівозмін з урахуванням попередників сої та строків сівби.

Практичне значення одержаних результатів. Проведене дослідження відбувалося згідно технологій вирощування сої, яке господарство використовує в своїй діяльності. Після отриманих результатів було підготовлені рекомендації щодо виробництва для збільшення рентабельності вирощення такої культури як соя.

Особистий внесок здобувача. Автором було узагальнено інформацію з вітчизняної та зарубіжної літератури, сплановано та проведено дослідження, фотофіксація процесів, проаналізовано та узагальнено результати досліджень. На основі отриманої інформації було зроблені висновки та рекомендації господарству.

Публікації. Оpubліковано тезу у Таврійському науковому віснику № 132 який являється фаховим виданням за темою кваліфікаційної роботи, «Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сої в умовах лісостепу України»

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 59 сторінках друкованого тексту, складається із загальної характеристики роботи, 6-ти розділів, висновків, списку використаних джерел 56 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

(огляд літератури)

1.1. Значення та сучасний стан виробництва сої

Соя характеризується високою пристосованістю до місцевих умов вирощування, різноманітністю використання, збалансованим білковим, амінокислотним складом і функціональною активністю [1].

Завдяки високій продуктивності соя посідає перше місце в світовій піраміді рослинного білка серед однорічних бобових і олійних культур як за площею посіву, так і за загальною врожайністю [2].

За останні роки вирощування сої зросло майже в 15 разів [12].

Лідерами за посівними площами та виробництвом є такі країни: США, Бразилія, Китай, Аргентина, Індія, Парагвай, Канада, Індонезія, Україна та ін.

Відзначимо, що на першу шість країн припадає до 50 % населення.

На загальну кількість населення світу припадає понад 90 % світового виробництва сої.

У майбутньому виробництво сої зросте ще на 70-80 мільйонів у наступні 5-10 років завдяки високому попиту на світовому ринку та потенціалу цієї культури для вирішення проблеми боротьби з голодом, за рахунок збільшення виробництва рослинних білків і рослинних олій [3,4].

Соеві боби є четвертою найбільш вирощуваною культурою у світі після пшениці, рису та кукурудзи, її вирощують на понад 70 мільйонах гектарів, а світове виробництво зростає до 200 млн т [5, 8].

Виробництво сої в Україні постійно зростає, за період з 1990 по 2023 рр. валові збори культури збільшилися з 12,8 до 5210 тис. т. [7, 8, 9], Це пов'язано з виведенням сучасних сортів, поліпшенням технологій вирощування та збільшенням попиту на сою на ринку. Вперше Україна

вийшла на світовий рівень зі збільшення білково-олійних ресурсів за рахунок сої [10]

Високий попит на сою та соєві продукти зумовлений унікальним співвідношенням білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей та вітамінів. Розвиток переробної промисловості зробив сою найуніверсальнішою культурою у світі, з неї виробляють понад 1000 різних продуктів [11, 12].

Важливою олійною культурою в світі є соя, вона має видне місце як джерело високоякісного рослинного білка для людей і тварин [13]. Із сої виробляють понад 80 % біодизелю і приблизно 90% рослинної олії в Бразилії. Бразилія є другою за величиною виробником сої та найбільшим експортером [14,15]. Зерно сої багате на вторинні рослинні метаболіти, група природних біофлавоноїдів, а саме ізофлавіони [16, 17], саме вони пов'язані із запобіганням або зменшення ризику розвитку різних захворювань, таких як рак молочної залози і рак передміхурової залози [18], серцево-судинні хвороби [19], а також має естрогенну і антиоксидантну активність [20].

Соя переробляється різними способами в усьому світі і використовується для виробництва текстилю, лаків, фарб, пластмас, клеїв, лінолеуму, мила, мастил і деталей машин [21].

Для України соя має досить високе економічно-соціальне значення, тому що реалізація продуктів із сої може забезпечити високе зростання прибутків з одного гектару ріллі більше ніж у чотири рази [22, 23].

Зерно сої може містити до 26 % високоякісної олії, тому саме з неї в світі виготовляють олію, котра є основою якісних продуктів харчування.

Зерно сої може містити до 26 % високоякісної олії, тому саме з неї в світі виготовляють олію, котра є основою якісних продуктів харчування.

Цінність олії із сої, обумовлена високим вмістом (95 %) високоенергетичних жирних кислот, з них 75 % - ненасичені кислоти (лінолева, ліноленова та олеїнова) і 15 % - насичені (пальмітинова,

стеаринова) також до вмісту входять такі життєво необхідні компоненти, як лецитин і природний вітамін Е [24, 25].

Соеві боби мають високий вміст білка (до 50%) і за своїм складом близькі до білка курячих яєць, що робить їх цінною харчовою культурою.

Приблизно 90 % соєвого білка складається з водорозчинної фракції, включаючи до 80 % розчинних глобулінів і до 20% альбуміну. [26]. Соевий білок також містить незамінні амінокислоти (лізин, метіонін, цистин, тирозин, триптофан, треонін, валін, лейцин, ізолейцин і фенілаланін), які визначають його цілісність.

Наявність великої кількості гліцидину в білках згортає продукти переробки під час бродіння, дозволяючи виробляти соєві молочні продукти, такі як сир, йогурт, кефір, ряженка. Особливих успіхів у цьому напрямку досягли в Китаї [28]. Останнім часом стали доступні замінники м'яса з соєвого борошна, яка становить 30% м'ясних продуктів у США [29]. Зараз дуже гострою є проблема збалансованості кормів у тваринництві.

Згідно з нормами годівлі тварин в одній кормовій одиниці має бути 105-110 г перетравного протеїну, а насправді – 70-80 г, що є значним перевитратом корму.

В Україні через дисбаланс білкових кормів щороку залишаються недоробленими 2 млн тонн молока та 1 млн тонн м'яса. [30], Витрати на виробництво продукції збільшуються в 2,5 рази, витрати на корми в 1,5 рази порівняно зі збалансованими раціонами.

У білково-збалансованому харчуванні споживання концентрованих кормів на 30-33% менше [31]. Соевий шрот містить збалансовану кількість незамінних амінокислот, особливо лізину, і саме він є основним компонентом комбікорму для худоби [32].

При цьому важливо пам'ятати, що сирі соєві боби не можна їсти або годувати тваринами, оскільки вони містять інгібітори трипсину, ферменту підшлункової залози, який відповідає за розщеплення білків.

Крім того, в соєвих бобах накопичуються такі шкідливі речовини, як сапоніни та глюкозиди, які мають гемолітичну дію на еритроцити.

Гемаглютинін знижує здатність клітин слизової оболонки шлунка поглинати поживні речовини. Однак усі ці шкідливі речовини знищуються щоразу під час термічної обробки зерна [29].

При приготуванні силосу та зелених кормів, соя є досить важливим компонентом змішаних посівах з сорго, різними травами та кукурудзою, що дає змогу підняти вміст перетравного протеїну на 30% та збільшити поживність корму [33].

Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями після збирання соя, залишає після себе у ґрунті до 80 кг/га азоту, який надалі може використовуватись наступною культурою [27]. Завдяки створенню скоростиглих сортів сої дає можливість використовувати її як гарного попередника для озимих культур [34]. Збільшення використання сої в структурі посівних площ, особливо за рахунок посівів соняшнику, дають змогу збільшити частку зернобобових культур, які в свою чергу можуть підвищити продуктивність сівозміни до 40 % [35].

1.2 Параметри врожайності, адаптивності та якості насіння сортів сої

Україна має найбільший в Європі генофонд і сортовий склад сої. Більшість сортів національної селекції створено провідними науково-дослідними установами НААН України. Українські сорти сої не поступаються іноземним за врожайністю (3,0-4,9 т/га) і вмістом білка (до 45%), адаптовані до місцевих умов і можуть повністю забезпечити потреби внутрішнього ринку [36]. Інтродуковані Сорти в Україну попадають у зовсім інші ґрунтово-кліматичні умови і досить часто можуть не давати очікуваних

результатів. Іноземні сорти в умовах посухи мають велику абортивність бобів і квіток, дрібне, щупле, зелене, недозріле насіння, низьку врожайність та схожість, досить часто уражуються хворобами. Україна має специфічні кліматичні умови та ґрунтові умови, тому Україна повинна створювати та адаптувати власні сорти сої під свій регіон.

Завезення сортів із Китаю, США, Канади та Сербії призведе до серйозних невдач у виробництві цієї культури. [37].

В Полтавському державному аграрному університеті створено сорти сої Алмаз, Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин і Аквамарин та інші, які поширені у Лісостеповій зоні України, [38, 39, 40]. Виробництво сої у Полтавській області супроводжується зростанням врожайності та підвищенням економічної ефективності, що обумовлено вдосконаленням технології вирощування культури, впровадженням високоврожайних сортів та покращенням захисту посівів. Для беззбиткового виробництва середня врожайність сої в Полтавській області має становити не менше 0,9 т/га, а для 22 % рівня рентабельності – 1 т/га [41].

В Полтавському державному аграрному університеті створено сорти сої Алмаз, Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин і Аквамарин.

Сузір'я з високим потенціалом продуктивності, вмістом в насінні білка – 38–40 %, олії – 24–26 %. Сорт Антрацит забезпечує отриманню врожаю насіння 3–4 т/га при тривалості періоду вегетації 105 діб, а сорти Александрит, Адамос, Авантюрин і Акварин мали рівень урожайності 2,9–3,9 т/га при тривалості періоду вегетації 100–127 діб [52].

СГІ–НЦНС НААН є оригінатором сортів: Аркадія одеська, Одеська 150, Альтаїр, Чорнобура, Успіх, Мар'яна, Одеська 150, Хаджибей, Берегиня,

Донька, Васильківська, Валентія, Блискавиця, Ельдорадо, Ятрань, Мельпомена, Фарватер, Сяйво, Данко, Антарес, Руса, Фенікс та інші [441].

Сорти сої Хаджибей, Одеська 150, Берегиня, Донька в оптимальних умовах вирощування постійно формують урожай на рівні 3,2–3,6 т/га. Придатні для

виращування на всій території України, зокрема і у північному Лісостепу, скоростиглі сорти Васильківська, Валентія, Блискавиця [50]. Установлено, що високопродуктивні у Степовій зоні України зразки сої Найчастіше відносяться до скоростиглої (100–110 діб) і середньо-скоростиглої (111–120 діб) груп [51].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальні відомості про господарство

ТОВ «Білагро» Миргородського району Полтавської області знаходиться в Миргородському р-н, Полтавській обл., село Красногорівка, Вулиця Гоголя. Населення становить 990 особи.

Знаходиться на відстані 60 км від обласного центру м. Полтава, і з'єднане обласним центром асфальтною дорогою, що дозволяє без перешкод постачати продукцію замовникам.

Сільськогосподарське підприємство досить гарно забезпечене сільськогосподарською технікою і агрегатами. В господарстві в наявності є 25 тракторів, з них важких Джон дір 8r series -5 шт., тракторів МТЗ-1221 і Джон Дір 6r series - 16 шт., просапних МТЗ-80, 82 - 4 шт., 7-зернозбиральних комбайни (4- Джон дір, 3- Нью Холанд). В господарстві є: зернові сівалки, 2-кукурудзяних KINZA і три зернових Джон дір, також в господарстві є ґрунтообробні агрегати: культиватори КПС-4 – 2 шт., УСМК-5,4 – 2 шт., плуги ПЛН-5-35 – 3 шт., ПЛН-4-35 – 2 шт., ПЛН-3,35 – 2 шт. і ПЯ-3-35 – 1 шт.

Вид діяльності підприємства – це вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур.

Таблиця 2.1

Склад земельних угідь та їх структура

Види земельних угідь	2023 р		2024 р		2024 ± до 2023 р.
	га	%	га	%	
Всього с.-г. угідь	10520	100,0	10520	100,0	-
із них: рілля	10000	98,75	10000	99,75	-
багаторічні насадження	20	0,25	20	0,25	-
Пасовища і луки	500	1	500	1	-

Склад земельних угідь та їх структура представлена в таблиці 2.1.
Загальна земельна площа господарства 10520 га, з них ріллі – 10000 га

2.2. Ґрунтово-кліматичні умови

Зона Лісостепу займає площу 210 тис. км², що складає 31% території України, та належить до найбільш освоєних ландшафтних територій.

Ґрунтово-кліматичні умови даного регіону в цілому сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.

Ґрунтовий покрив в межах господарства представлений різними типами ґрунтів. Найбільш поширені серед них сірі лісові – 500 га, темносірі – 8500 га, чорноземи опідзолені – 300 га і ясно-сірі – 200 га (Таблиця 2.2).

З даної таблиці видно, що в господарстві переважають сірі лісові ґрунти середнього механічного складу. Дані ґрунти характеризуються вмістом гумусу в орному шарі 2,1-2,3%, РН (сольова) - 5,2-5,6; Нг – 2,6-3,0; S – 12,9- 13,8 мг/екв. на 100 г ґрунту; вміст азоту – 10-12 мг, обмінного калію і рухомого фосфору відповідно 11,8-13,0 та 14-15,2 мг на 100 г ґрунту.

Таблиця 2.2

Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства

Назва ґрунтових відмін	Площа, га	рН (сольова)	Гумус, %	Міліграмів на 100 г ґрунту		
				Нітрати NO ₃	Рухомий P ₂ O ₅	Обмінний K ₂ O
Чорноземи опідзолені	300	6,0	4,5	13,1	14,2	13,4
Темно-сірі опідзолені	8500	5,8	3,4	12,3	13,7	12,9
Сірі лісові	500	5,6	2,4	10,3	12,8	11,6
Світло-сірі лісові	200	4,5	1,8	8,6	7,4	6,2

Ґрунт володіє хорошими сільськогосподарськими властивостями: високою вологоємністю, хорошою водопроникністю, хорошими тепловими властивостями, що забезпечує високі врожаї більшості культур.

Тривалість періоду, протягом якого середня температура перевищує 5°C , становить 205 днів, 10°C - 160 днів. Дата переходу температури на $+5^{\circ}\text{C}$ призначена на першу половину квітня. Для цього регіону характерні північно-східні і північні вітри. Це, в свою чергу, призводить до найнижчої температури. Навесні і влітку Південні, Південно-східні вітри створюють умови для збільшення випаровування. Тривалість вегетаційного періоду становить 140-160 днів. При цьому часто спостерігаються періоди посухи.

Клімат на території підприємства помірно континентальний, з теплим літом і помірною зимою та достатньою кількістю опадів.

На клімат також впливає рельєф місцевості. Його різні форми викликають відмінності в температурі, кількості опадів, напрямку та інтенсивності вітру. Середньорічна температура коливається від $5,8^{\circ}\text{C}$ до $7,3^{\circ}\text{C}$.

Найспекотніший місяць це липень. місяць, найхолодніший місяць, дорівнює це січень. Найвища середня температура влітку становить $23,1^{\circ}\text{C}$ - $25,2^{\circ}\text{C}$, а найнижча - 17°C - $21,7^{\circ}\text{C}$. Влітку повітря може прогрітися до $+30$ - 37°C (абсолютний максимум), а взимку абсолютний мінімум до -14°C . Опадів тут досить достатня кількість - 485 мм на рік. Найбільша кількість опадів випадає влітку, а найменша - взимку. Влітку часто бувають зливи, грози, а іноді і град. Сніговий покрив формується в першій половині грудня і в основному припадає на 5-е число, і тримається до першої половини березня. Його товщина складає всього 10-15 см.

Теплий період, тобто період із середньодобовими температурами вище 0° починається в другій декаді березня і закінчується в третій декаді жовтня, середня тривалість його - 258 днів

Вегетаційний період продовжується 200-208 днів: період активної вегетації становить 153-157 днів, а найспекотніша частина літа - 90-100 днів.

Пізнні весняні заморозки на поверхні ґрунту та погані погодні умови найчастішою небезпекою для сільськогосподарських культур.

Умови зволоження дуже сприятливі для сільськогосподарського виробництва. Протягом року переважають західні і північно-західні вітри – 38 % всіх вітрів. На східні та Південно-східні вітри припадає 31 % усіх вітрів.

Грунтові і осадові води відіграють важливу роль в процесі ґрунтоутворення. Властивості вологості ґрунту тісно пов'язані з рельєфом. На землю опади розподіляються майже рівномірно, проникаючи в ґрунт і поповнюючи запаси корисної вологи.

Опади, що випадають на схилах пагорбів, стікають в долини та яри в значних кількостях. В результаті цього перерозподілу ґрунт на схилі містить менше вологи, ніж ґрунт на рівній поверхні.

Грунтові води під землею підприємства знаходиться на глибині 5-8 м і це не впливає на процес ґрунтоутворення. У нижніх частин балок ґрунтові води, є важливі для ґрунтоутворення, бо вони підходять близько до поверхні. Неглибокий рівень підґрунтових вод привів до оглеєння не тільки материнської породи, а й верхніх горизонтів ґрунту.

Отже, вирощування сільськогосподарських культур в основному залежить від природних умов. Чим різноманітніше клімат, тим «строкатіший» ґрунт на виході. Так чи інакше, тепловий режим теж грає важливу роль в теплоємності ґрунту.

2.3. Аналіз гідротермічних умов в роки проведення досліджень

Згідно даних агрометеорологічних спостережень, основні показники кліматичних умов у роки проведення досліджень (2023-2024 рр.) були контрастними порівняно до середніх багаторічних даних (табл. 2.3).

Гідротермічні умови 2023 року відрізнялися від середніх багаторічних показників. Зокрема, у квітні випала менша кількість опадів порівняно із середньобагаторічними даними на 19 мм. Що стосується травня, то він

характеризувався надлишком вологи, кількість опадів склала 100 мм, що більше порівняно із середніми багаторічними показниками на 81 мм, нижча кількість опадів спостерігалася у червні на 6 мм, як і в липні та серпні на 35 і 28 мм відповідно. Що стосується температурного режиму, то він також значно відрізнявся від середніх багаторічних даних. У квітні спостерігався дещо вищий температурний режим – 9,2 °С, однак значно нижчі температури відмічено в травні – 12,6 °С, це нижче порівняно із багаторічними показниками на 2,4 °С. Що відобразилося на погіршенні процесів росту й розвитку рослин сої. Наступні місяці характеризувалися підвищеним температурним режимом на 2,2 °С у червні, на 2,4 °С у липні та на 3,4 °С у серпні.

Таблиця 2.3

Гідротермічні умови в період проведення досліджень

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С			Опади, мм		
	2023	2024	сер. баг.	2023	2024	сер. баг.
Квітень	9,2	7,0	8,0	32	34	49,0
Травень	11,6	13,5	14,0	134	102	53,0
Червень	20,2	19,3	17,0	67	83	73,0
Липень	20,4	22,4	18,0	28	35	88,0
Серпень	20,4	19,2	17,0	28	53	69,0
Вересень	19,0	15,1	13,0	63	0,9	47,0
Квітень – вересень	16,9	16,1	14,5	352	307,9	379

Умови 2024 року виявилися більш контрастними як за вологозабезпеченням так із температурним режимом, що відобразилося на процесах росту й розвитку рослин сої. Відносно температурного режиму то він виявився більш контрастним порівняно із умовами 2023 року. Зокрема, досить прохолодним був квітень місяць – 7 °С, це стосується і травня –

13,5 °C, у червні підвищення температурного режиму до 20,3 °C, це вище за середньо багаторічні показники на 3,3 °C.

Умови 2024 року виявилися не досить добре забезпеченні вологою так у квітні випало 34 мм, у травні 75 мм, а у червні 40 мм.

2.4. Схема та методика проведення досліджень

Вивчали сорти сої, генотипні відмінності у рослин сої виявляли шляхом аналізу мінливості морфо-біологічних ознак при зміні умов року за схемою досліду.

Повторність досліду чотириразова, посівна площа ділянок - 30 м². Облікова - 25 м². Насіння заробляли в ґрунт на глибину 3-4 см (залежно від погодних умов).

Таблиця 2.4

Схема досліду		
	Назва сорту	Роки
1	Алмаз	2023-2024
2	Віннер	
3	Діоніс	
4	Кивін	
5	Мрія	
6	Ворскла	
7	Єлена	
8	Аполо	
	Амадеа	

Для якісного посіву слід звернути увагу на технологію посіву і якість насіннєвого матеріалу. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводилися протягом вегетаційного періоду, а дати жовтня, проростання, цвітіння і дозрівання були зареєстровані. Після збору врожаю рослину аналізували по ряду економічно цінних ознак. Соеві боби сортів, підвищення ефективності відтворення основних оцінюється в залежності від характеристик (ваги насіння на рослину, на рослину число бобів, число насіння на рослину, 100 насінин, ваги, кількості вузлів в основний корпус, основна гілка число, корінь його ший, діаметр, рослини частина надземних вага, сортів сої. Сорти сої були оцінені на основі результатів 3-річного дослідження кількісних характеристик:

- тривалість вегетаційного періоду, дні; вага насіння, г; кількість бобів,

штук.;

- кількість насіння, ПК.; вага 1000 видів, г; висота рослини, см; загальна кількість вузлів основного стебла, шт. кількість плодових вузлів на основному стеблі, ПК; кількість гілок першого порядку, ПК; висота установки нижньої kwasолі, см; вага надземної частини рослини, г.

Дані, отримані на основі польових спостережень, структурного та біохімічного аналізу, вимірювального та гравіметричного аналізу, розрахунку та порівняльного аналізу, статистичні методи використовуються для визначення економічної ефективності.

Статистичний аналіз експериментальних даних: дисперсійний аналіз, визначення коефіцієнтів кореляції та регресії та характеристика мінливості були виконані відповідно до існуючої методології.

Результати досліджень, отримані на основі польових спостережень і аналізу структур врожайності, були широко розроблені з використанням різних статистичних методів. І особливо дисперсійний і кореляційний аналіз. У цьому дослідженні існує комплексний уніфікований Класифікатор для роду *Glycin max* [70] використовується для класифікації ознак (тривалість вегетаційного періоду, висота рослини, кількість вузлів, кількість насіння, вага насіння, вага 1000 насінин).

Під час тестування сортів і чисел Статистичний аналіз проводився з використанням загальноприйнятих методів. Статистична обробка даних здійснювалася з використанням формул і таблиць, а також комп'ютерних програм («MSExcел 7.0») [71].

2.5. Агротехніка вирощування культури в досліді

Попередником сої була соя. Бо згідно з вимогами дослідної ділянки, для створення однорідності ґрунту за вмістом поживних речовин там треба

виросувати одну й ту ж культуру 2-3 роки. Розчищення стерні проводили трактором МТЗ-80 з агрегатами БДН-3. Орають трактором МТЗ-80, оснащеним плугом ПЛН-3-35. Це агрегат пружинної борони МТЗ-80 та С-11+БЗСС-1. Передпосівну культивуацію проводили на тракторі МТЗ-80, обладнаному УСМК 5,4. У колективному розсаднику насіння висівали вручну в три рядки з довжиною міжрядь 1,5 м і міжряддями 45 см. Насіння сіяли в землю на глибину 3-4 см (залежно від погодних умов), відстань між насінням в рядках 5-6 см. Сорти сої висіли вручну по чітко виділених борознах.

Для посіву використовували найбільш повне та велике насіння без явних пошкоджень, уражень хворобами та шкідниками. Забарвлення насіннєвої оболонки та насіннєвих рубців чітко відповідає сортовим особливостям того чи іншого сорту. Відповідно до методичних вимог напрямок сівби був перпендикулярний до довгих сторін дослідних ділянок. Усі дослідні та стандартні сорти висіли одночасно в один день. Після появи сходів проводили огляд дослідних посівів на предмет затінення або загушення рядків. Коли в одній ямі ростуть дві рослини, проріджують їх. Найздоровіша і найсильніша рослина залишилася, а другу зняли з урожаю. В рамках основних заходів по догляду за рослинами проведено дві прополки міжрядь. При боротьбі з бур'янами на ділянках платили за видовим складом. Відпрацьовувався високий рівень агротехніки розпушування міжрядь, знищення бур'янів. Рослини сої збирали по черзі залежно від того, коли сорти досягли повної стиглості. Повна стиглість визначається, коли 80% бобів побуріють і листя опадає з рослини. Рослини кожного сорту збирали вручну з глибокими надрізами стебла, щоб уникнути пошкодження насіння та зменшення втрат урожаю, і зв'язували в пучки.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування продуктивності сортів сої різної групи стиглості

Створення сортів, які є найбільш ефективно використовують біокліматичні ресурси конкретного регіону, є стійкими до стресових умов навколишнього середовища і забезпечують реалізацію високого генетичного потенціалу продуктивності. Правильний вибір сорту є однією з важливих передумов для отримання максимального врожаю. Водночас це один із найбільш економічно ефективних агротехнічних заходів для зменшення негативного впливу лімітуючих факторів зовнішнього середовища на рівень продуктивності сої, що забезпечує високу пластичність вирощування для конкретних умов вирощування. Отже, враховуючи вищевикладене, у виробничих умовах необхідно вирощувати 2-3 сорти, які відрізняються тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб і шкідників, а також негативних факторів навколишнього середовища (зниження температури, посуха тощо).

Сорти сої характеризуються вузькою екологічною адаптацією, тому агротехніка вирощування цієї культури повинна базуватися на високопродуктивних, локалізованих і перспективних сортах, які найбільш адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Сортовий ресурс сої в Україні на 80% складається з сортів вітчизняної селекції та на 20% – із зарубіжних сортів, що дає змогу відібрати широкий спектр сортів з урахуванням регіону вирощування [56].

Академік А.О. Бабич зазначає, що для кожної ґрунтово-кліматичної зони є групи сортів, які краще пристосовані до місцевих умов. Вони надійно дозрівають і дають високі врожаї. Водночас автор вважає, що основні площі вирощування лісостепу та степу мають займати середньоранні та

середньостиглі сорти, які ефективно використовують увесь вегетаційний період [27].

Інтродукція та поширення сорту значною мірою залежить від його біологічних особливостей та умов середовища. Тому кожен сорт слід вирощувати в зоні чи смузі, де його біологічний і генетичний потенціал продуктивності максимальний. Сорт є одним із факторів, який значно впливає на врожайність і якість зерна [57].

Частка сорту у формуванні врожайності може становити 30-35% [58]. Однак такий великий вплив сортів культури залежить від впливу багатьох умов (родючість і вологість ґрунту, біологічний потенціал сорту, агротехніка тощо). Метою дослідження було визначити параметри екологічної пластичності та стабільності сортів сої різного походження, як вітчизняних, так і західноєвропейських, за ознакою «врожайність» за мінливих абіотичних факторів зовнішнього середовища та відповідно визначити рівні врожайності за мінливих умов абіотичні фактори середовища. Ми аналізуємо різноманітні природно-кліматичні умови України та допомагаємо виробникам зерна підібрати сорти для їхніх господарств. Останніми роками це питання набуло більшої актуальності, оскільки іноземні компанії масово імпортують західноєвропейські сорти, які хоч і є високоврожайними, але часто не пристосовані до мінливих погодних умов України [59, 60].

Сьогодні сортовий асортимент значно розширився та збільшився загальний збір зерна сої. Виведення нових сортів, адаптованих до конкретних агроекологічних зон і технологій, підвищило продуктивність сої. При вирощуванні сої рекомендується інтенсивно вирощувати 2-3 сорти сої з різними характеристиками скоростиглості. А. О. Бабич рекомендує на лісо-лугових ділянках у складі врожаю сої за групами стиглості складати 25-30 % середньоранніх сортів і 30-40% середньостиглих сортів [33].

Комплексним показником пристосованості сорту до умов вирощування є врожайність.

У досліджуваній період метеорологічні умови вегетації сої були дуже контрастними за вологозабезпеченістю та температурним режимом. Погодні умови протягом сезону вирощування сої відповідали останнім тенденціям.

Зменшення кількості опадів і підвищення температури.

Несприятливі умови для врожайності сої були у 2024 році, коли індекс стану становив -0,13, тоді як попередній рік був ще кращим, з індексом стану 0,14. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Урожайність насіння сортів сої різних груп стиглості, т/га

Група стиглості	Сорт	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2023–2024 рр.
Скоростигла	Ворскла	2,72	2,43	2,57
	Єлена	2,67	2,31	2,49
	Амедеа	2,60	2,40	2,54
	Нір 0.05	0,13		
Ранньостигла	Алмаз	3,38	3,01	3,19
	Мрія	2,84	2,59	2,72
	Кивін	3,26	2,94	3,1
	Нір 0.05	0,09		
Середньорання	Віннер	2,79	2,53	2,66
	Діоніс	3,07	2,85	2,96
	Аполло	3,10	3,0	3,05
	Нір 0.05	0,2		
Середнє		2,94	2,67	2,8
Індекс умов середовища, (Ij)		-0,13	0,14	

Найкращою оцінкою сприятливих погодних умов на рік завжди є середня врожайність дослідів. Тому в ці роки спостерігалися показники середньої врожайності сортів сої з протилежними значеннями.

2024 рік був не дуже сприятливим для отримання високої врожайності сої з індексом екологічного стану -0,13.

Як показують дослідження, урожайність сої з роками змінювалася. Встановлено, що коливання врожайності сої коливаються від 2,4 до 3,1 т/га на рік. Для всіх досліджуваних сортів, незалежно від групи стиглості, середня

врожайність була найнижчою у 2024 році (2,67 т/га), а найвищою у 2023 році (2,94 т/га), коли погодні умови наближалися до кліматичних норм. В умовах 2023 р. урожайність сої дуже ранньої групи (сорт Ворскла) становила 2,72 т/га.

Урожайність ранньостиглої групи (сорт Алмаз та Мрія) – 3,38 т/га та 2,84 т/га відповідно. Середньорання група (сорт Виннер, Діоніс, Аполлон) – 2,79 т/га та 3,07, 3,10 т/га. У середньому за досліджувані роки високу врожайність сортів сої зафіксовано у 2024 році. У групі скоростиглих сортів Ворскла (2,43 т/га) та Єлена (2,67 т/га). Урожайність сортів групи раннього дозрівання становила 2,79 т/га, що на 0,35 т/га менше минулорічного показника, і становили показники сортів Алмаз 3,01 т/га, сорту Ківін 2,94 т/га, Мрія 2,59 т/га. Серед середньоранніх сортів найвищу врожайність в умовах 2024 року отримали Аполлон (3,10 т/га) та Діоніс (2,85 т/га), Виннер – 2,53 т/га та відповідно.

У результаті проведеного аналізу вдалося виділити сорти сої, які мають високу врожайність за будь-яких погодних умов, сорти сої з надзвичайно низькою врожайністю та сорти, урожайність яких сильно залежить від погодних умов року. Аналіз результатів досліджень показав, що середня урожайність з посіву сортів сої ранньої та середньоранньої груп була відносно високою. Після визначення середньої продуктивності 2-річного дослідження відібрано кращі сорти сої групи раннього терміну дозрівання, що забезпечують високі показники продуктивності: Ворскла (2,57 т/га), Єлена (2,49 т/га), Амедея (2,54 т/га).

Відібрано найкращі сорти сої групи ранніх термінів дозрівання з високими показниками продуктивності: Алмаз (3,19 т/га), Мрія (2,72 т/га) та Ківін (3,1 т/га). Урожайність насіння сортів сої середньоранньої групи становила від 2,66 до 3,05 т/га. При цьому найвищої врожайності досягли сорти Аполло (3,05 т/га) та Діоніс (2,96 т/га). Найвища середня врожайність насіння сої становила 3,01 т/га у ранньостиглій групі. Найвищої врожайності

в середньому за роки досліджень досягали сорти Алмаз (3,19 т/га) та Аполло (3,05 т/га).

Отже, за досліджуваний період середня урожайність усіх груп сортів становила 2,8 т/га, а ранньостиглих сортів – Алмаз, Кивін (3,01 і 2,94 т/га відповідно). Середньоранній – Аполло (3,05 т/га), Діоніс (2,85 т/га).

За коефіцієнтом еластичності (E_2) визначено, на скільки відсотків результативна ознака урожайності (Y) насіння сої підвищиться зі збільшенням суми опадів (R , мм) та суми температур (T , °C) на 1%. Варто відмітити підвищення врожайності сої при збільшенні суми опадів за вегетацію на 1% спостерігалось за вирощування ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих сортів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Коефіцієнти еластичності урожайності сортів сої

Сорт	Урожайність, т/га	Коефіцієнти еластичності за температурою повітря (°C) та кількістю опадів (мм) за вегетацію							
		Сума температур, °C				Кількість опадів, мм			
		Δx	EA	E1	E2	Δx	EA	E1	E2
Асука	0,11	-44,0	-0,01	-0,3	-12,6	-5,1	-0,127	-0,5	-5,5
Кофу	0,14	-44,0	-0,01	-0,3	-11,7	-5,1	-0,114	-0,5	-5,1
Аляска	-0,13	-44,0	-0,02	-0,3	-13,5	-5,1	-0,129	-0,5	-5,9
Кіото	0,63	-48,3	-0,02	-0,5	-17,7	7,8	0,123	0,2	6,5
Амадеус	0,25	-48,3	-0,02	-0,4	-15,2	7,8	0,097	0,5	5,6
Мерлін	0,08	-48,3	-0,02	-0,5	-17,6	7,8	0,127	0,5	6,5
Ліссабон	0,14	-66,7	-0,01	-0,2	-9,2	13,8	0,049	0,2	2,6
Кордоба	0,48	-66,7	-0,02	-0,4	-14,1	13,8	0,078	0,2	4,0
Кент	0,4	-36,2	-0,02	-0,5	-16,3	3,8	0,171	1,1	8,9

Примітка: температурний режим та режим зволоження відповідає умовам року, в який було одержано максимальну (y_{max}) та мінімальну (y_{min}) урожайність

Найбільший коефіцієнт еластичності при збільшенні на 1% суми опадів спостерігали за вирощування середньоранніх сортів Аполло – 8,9%; ранньостиглих – Кивін і Алмаз ($E_2=6,5\%$). За вирощування скоростиглих сортів сої збільшення кількості опадів на 1 % сприяло збільшенню урожайності насіння на $E_2=4,7 - 8,5\%$. Отже, висока урожайність насіння сої більшою мірою відмічається при високій кількості суми опадів.

Аналіз залежності зміни врожайності насіння сої від суми температур показав, що при збільшенні суми температур на 1 % урожайність зменшувалася на 8,2 до 175,7 %.

Гідротермічні умови визначаються сумою активних температур і опадів, що випадають у цей період, і в цілому характеризують наявність специфічних умов для росту і розвитку рослин сої.

Загалом достатня кількість опадів і сприятливий температурний режим забезпечують високу продуктивність.

Однак такі ситуації трапляються вкрай рідко.

Результати впливу температури та опадів на врожайність сої через модуль пружності в цілому показали, що формування врожайності безпосередньо залежить від суми опадів і температури. Збільшення кількості опадів на 1 мм підвищує врожайність від 5 до 171 кг/га.

За умов підвищення загальної температури на 1 °C урожайність сої знижується на 1,0–2,0 кг/га.

3.2 Параметри відповідності умов навколишнього середовища кращій реалізації біопотенціалу сортів сої

За словами Джованні Ацці, врожайність залежить від продуктивності та стійкості. Це пов'язано з адаптацією та генетичною стабільністю. Адаптація - це пристосування сортів сільськогосподарських культур до ґрунтово-кліматичних умов, а пластичність - здатність рослин виживати в конкретних умовах середовища [65].

Враховуючи потенційні можливості для появи сортів сої з принципово новими властивостями, необхідно вдосконалити систему селекції та раціонального розміщення їхнього генетичного потенціалу та зниження енергетичних витрат на виробництво.

Біологічні особливості, адаптивність, агроекологічна пластичність, реакція на умови вирощування та агрокліматичні умови регіону вирощування.

Сорти демонструють свій продуктивний потенціал різними способами в різних умовах вирощування. Щоб максимізувати продуктивність сортів сої в різних регіонах вирощування, важливо знати адаптивність сортів сої, яка оцінюється за їх екологічною пластичністю та стабільністю. Ці ознаки характеризують особливості пристосованості сорту до умов навколишнього середовища, дають уявлення про переваги і недоліки того чи іншого сорту і його поведінку в різних умовах вирощування. В даний час найбільш поширені методи оцінки пластичності засновані на аналізі врожайності насіння сортів за кілька контрастних років або на випробуванні сортів в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Термін «адаптивність» відноситься до здатності генотипу забезпечувати високу і стабільну продуктивність рослини в різних умовах середовища. У вітчизняній і зарубіжній літературі для оцінки ступеня взаємодії «генотип-середовище» використовується багато таких понять, як стабільність, пластичність, гомеостаз, стресостійкість, загальна і специфічна адаптивність.

Оцінка сортів за цими показниками дозволяє виділити екологічно стійкі форми, які дають стабільні врожаї в різних місцях вирощування.

В якості кількісної міри взаємодії «генотип і середовище» при описі реакції генотипу (сорту, гібрида) на навколишнє середовище перевага віддається терміну «стабільність», що відображає здатність сорту протистояти стресовим факторам [66].

Екологічна пластичність – здатність сорту ефективно використовувати сприятливі фактори зовнішнього середовища. Стабільність і пластичність агрономічних властивостей сортового зразка визначається здатністю генетичних механізмів рослини мінімізувати наслідки негативних впливів зовнішнього середовища, тобто протистояти їм [67].

Тому використання високотехнологічних сортів, добре адаптованих до екстремальних факторів навколишнього середовища, є основою для досягнення високої продуктивності та якості насіння сої. Аналіз результатів досліджень сортів сої, занесених до Реєстру сортів України, виявив, що вони суттєво відрізняються як за потенціалом продуктивності, так і за стійкістю до несприятливих умов середовища. З метою об'єктивної оцінки генетичного потенціалу сортів сої різних груп стиглості та їх реакції на зміну зовнішніх факторів, стресостійкості, генетичної гнучкості, екологічної пластичності, стійкості, загальної адаптивності визначали константність і селекційні значення сорту як урожайності. Ступінь стресостійкості визначається як різниця між мінімальною і максимальною врожайністю. Чим менше значення, тим стресостійкіший сорт. Чим менша відстань між мінімальною та максимальною врожайністю, тим сорт стійкіший до стресових умов і ширший діапазон його адаптивних можливостей [68].

Сорти сої з високою адаптацією рік за роком розвивають свої здібності за гідротермальної системи вирощування, що забезпечує високоефективне виробництво сої. На основі проведених досліджень встановлено, що найбільшу стресостійкість має середньоранній сорт Віннер (-1,16) (табл.3.3) в додатку.

Сорти, стійкі до стресових умов, характеризуються відносно повільною швидкістю реакції на зміну умов вирощування, з коефіцієнтом регресії менше 1, а подальше зниження коефіцієнта регресії підвищує їх толерантність до несприятливих умов.

У нашому дослідженні сорти Аполло та Амедея також показали відносно високу толерантність до несприятливих умов навколишнього середовища, а їх індекс стресостійкості був майже на однаковому рівні (1,32 до -1,36).

Найнижчий показник стресостійкості мав ранньостиглий сорт Єлена (-2,27).

Характеристики сортів щодо стресостійкості доповнюються показниками генетичної гнучкості або екологічної пластичності, які представляють ступінь відповідності між генотипом сорту та різними факторами навколишнього середовища.

Середня врожайність сорту за різних (сприятливих і несприятливих) умов характеризує його генетичну гнучкість.

Чим краще збігається генотип породи з різними факторами навколишнього середовища (клімат, біологія тощо), тим вищим буде цей показник.

Високі значення індексу генетичної гнучкості у сортів Алмаз (3,12), Кивін (3,08) та Аполлон (3,00) свідчать про високий ступінь узгодженості між генотипами сортів і факторами середовища.

Відносно високі показники генетичної гнучкості забезпечили сорти Ворскла (2,90), Єлена (2,82), Мрія (2,73), Діоніс (2,72).

Діапазон коливання врожайності, тобто різниця між максимальним і мінімальним показниками, визначає ступінь стійкості сорту у відповідь на зміну умов середовища. Чим нижче цей показник, тим стійкіший сорт.

Досліджувані сорти суттєво відрізнялися за амплітудою коливань урожайності.

Розрахунки показують, що найбільшу мінливість мають показники врожайності, виходячи зі значення коефіцієнта варіації (%), який характеризує ступінь мінливості ознаки (вище 20 %). Скоростиглий сорт Єлена – $V = 25,2\%$, діапазон варіювання 2,27 т/га. Сорт Мрія мав високу варіацію врожайності (коефіцієнт варіації $V \geq 20\%$) та широкий діапазон варіації врожайності ($V = 2,09$ та $1,79$ т/га).

Великий діапазон варіації або великий коефіцієнт варіації в продуктивності окремого сорту не вважається позитивною характеристикою, але через його високу абсолютну величину середній рівень продуктивності за кілька років може бути дуже високим. Серед досліджуваних сортів найбільш

урожайними виявилися сорти з коливанням урожайності 12,9–15,1 %. Кивін ($V = 15,1 \%$), Алмаз ($V = 15,6 \%$), Аполлон ($V = 12,9 \%$). Ці сорти мали покращені умови вирощування в сприятливі роки та дещо знижували продуктивність в обмежених умовах. Решта сортів характеризувалася середнім коефіцієнтом варіації показників урожайності ($V = 12,9\text{--}20,0 \%$) залежно від впливу умов зовнішнього середовища. Ці сорти добре відреагували на покращені умови вирощування з дещо зниженою продуктивністю в обмежених умовах.

Одним із важливих показників, що характеризують стійкість рослин до шкідливих факторів середовища, є гомеостаз – універсальна властивість у системі взаємодії генотипу та середовища. Критерієм сталості сорту можна вважати здатність зберігати низькі коливання продуктивних характеристик [57]. Отже, зв'язок між гомеостатичністю (Hom) і коефіцієнтом варіації (V) характеризує стабільність прояву ознаки і тим самим стійкість рослинних організмів при мінливих умовах середовища [58].

Те, що визначення гомеостатичності дозволяє не лише оцінити продуктивність сорту за його середньою врожайністю, а й визначає норми реакції сорту на лімітуючі чинники зовнішнього середовища різного походження (абіотичні, біотичні, антропогенні та ін. Тому що високий рівень гомеостатичності властивий стійким і продуктивним сортам [59]. Чим вище значення цього показника, тим краща придатність сорту до умов вирощування.

Найбільше значення цього показника отримано у середньостиглого сорту Аполло – Омме = 5,89. За стійкістю до швидких змін середовища (Hom) найкращим визнано середньоранній сорт – вінер (5,09). Діапазон коливань коефіцієнтів гомеостазу для решти досліджених сортів становив від 1,75 до 4,72. Найнижчий показник зафіксовано при вирощуванні ранньостиглої сої сорту Олена ($Hom = 1,75$). Зроблені нами раніше висновки та оцінки підтверджуються розрахунками таких показників, як селекційна

цінність сортів (Sc), що входять до базового пакету оцінки пластичності та стійкості сортів. Селекційна цінність - це комплексний показник, який поєднує врожайність і генотипову придатність.

У нашому дослідженні високі селекційні значення від 1,88 до 1,55 спостерігалися для багатьох сортів, особливо середньостиглого сорту Аполло ($Sc=1,88$) і ранньостиглого сорту Алмаз ($Sc=1,84$), Ківін ($Sc = 1,76$), а також ранньостиглий сорт Ворскла ($Sc = 1,59$) і середньоранній сорт Віннер ($Sc = 1,70$). Він поєднує в собі високу продуктивність і стабільність навіть при багаторічному вирощуванні в різних умовах. Оцінка ресурсів сорту за показниками продуктивності, пластичності та стабільності є основою для більш ефективного використання генетичного потенціалу продуктивності, що в свою чергу призводить до отримання гарантованого насіння сої, що гарантує хороший урожай. Виробнича цінність сорту визначається як його генетичним потенціалом, так і стабільністю його реалізації. Сорти з відносно високими значеннями пластичності можуть виявитися менш продуктивними протягом певного періоду часу, ніж породи з нижчим генетичним потенціалом, але вони здатні більш стабільно використовувати свій потенціал продуктивності [60].

Відповідно до методу Ебергарда-Рассела коефіцієнт регресії врожайності сорту за екологічними показниками називають коефіцієнтом екологічної пластичності, а дисперсію регресії – стабільністю.

З суто агротехнічної точки зору екологічно стійкі сорти – це сорти середньої міцності, здатні давати стабільні, але не дуже високі врожаї за сприятливих і несприятливих умов.

Через негативні генетичні кореляції дуже важко досягти бажаних комбінацій ознак у породах, використовуючи лише методи селекції. Таким чином, вирішуючи проблему екологічної стійкості, необхідно включати технології сортового землеробства, де проблема полягає в тому, щоб найкраще задовольнити специфічні потреби сорту.

Для систематизації отриманих результатів використано рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметра пластичності (b_i) та стабільності Si^2 [63].

2) $b_i < 1$ ~~xss=видалене~~ ~~xss=видалене~~ ~~xss=видалене~~ ~~xss=видалене~~ > 0 - добре реагує на покращені умови, але нестабільний.

5) $b_i > 1$, $Si^2 = 0$ – кращі результати та стабільність за хороших умов.

6) $b_i > 1$, $Si^2 > 0$ – за сприятливих умов отримують кращі результати.

При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (порівняно із середньогруповим), а $1 > b_i = 0$ – до відносно низькопластичних.

У більшості випадків b_i має позитивне значення, але може набувати негативного знака внаслідок впливу певних абіотичних або біотичних факторів (урожай, пошкодження хворобами та шкідниками тощо).

Дисперсія стабільності ознаки (Se^2) показує, наскільки надійно зразок сорту реагує на цю пластичність, згідно з оцінкою коефіцієнта регресії b_e .

Встановлено, що підвищення стабільності врожаю сорту Si^2 супроводжується зниженням пластичності [68].

До екологічно стабільних відносять варіанти, у яких варіанса стабільності наближається до нуля ($Si^2 = 0$)

Сорт із найменшим значенням дисперсії більш стабільний.

Водночас менш стійкі сорти більш чутливі до умов вирощування.

У нашому дослідженні сорти з коефіцієнтами регресії від 1,09 до 2,35 характеризувались високою пластичністю, тобто хорошою екологічною пристосованістю.

Серед досліджених сортів дуже високу пластичність мали Єлена ($b_i = 2,35$), Ворскла та Мрія ($b_i = 1,30$), Діоніс ($b_i = 1,29$), Алмаз ($b_i = 1,25$).

Дуже чутливими до погодних умов вирощування виявилися такі сорти, як Віннер ($b_i = 0,11$), Кивін ($b_i = 0,72$).

Усі інші різновиди за пластичністю наближаються до коефіцієнта, близького до одиниці, Аполлона ($b_i = 0,92$).

Іншими словами, У цьому випадку ці сорти вважаються інтенсивними сортами, які позитивно реагують на поліпшення умов вирощування.

За Eberhart S. A. та Russel W. A. стабільність урожайності характеризується індексом відхилення від загальної дисперсії.

Чим більший негативний показник відхилення від загальної дисперсії, тим більша стабільність урожайності сорту.

Серед досліджуваних сортів сої Альянс характеризувався високою генетичною стабільністю ($S_i^2 = -0,15$), відхилення від середнього розкиду, позначені як «негативні», значно нижче 0.

За показником стійкості також кращим став ранньостиглий сорт Амедеа, коефіцієнт стійкості якого 0.

Сорти з показниками характеризувались високою стабільністю продуктивності S_i^2 , близькою до нуля: Ворскла ($S_i^2 = 0,07$) та Віннер ($S_i^2 = 0,08$), тобто з низькою та середньою пластичністю.

Поєднання високої пластичності та стабільності врожаю з усієї сортової селекції виявлено лише у двох сортів – Єлена ($b_i = 2,35$ для $S_i^2 = 0,14$).

Адаптивність сорту до умов навколишнього середовища в основному визначається такими параметрами, як пластичність, стабільність і адаптивність.

Розроблено один із найефективніших методів оцінки придатності генотипів, що дозволяє визначити реакцію сортів на умови вирощування [61, 62].

Відповідно до цього методу реакція сорту на умови вирощування характеризується його загальною адаптивністю (ЗАЗ), яка є середнім значенням ознаки за різних умов середовища.

Найкращі сорти – це сорти з високою загальною пристосованістю, високою експресією ознак і помірною пластичністю.

Як показав аналіз результатів досліджень, найсильніший вплив ЗАЗ протягом досліджуваного періоду мав на ранньостиглих сортах Кивін (0,51), Алмаз (0,46) та Мрія (0,13), скоростиглі сорти – Ворскла (0,27), Єлена (0,14), середньоранні сорти – Діоніс (0,20), Віннер (0,08), Аполло (0,36), тобто в середньому більш урожайні при вирощуванні в нестабільних умовах.

Аналіз адаптивності сортів сої за рівнем урожайності виявив, що загальна адаптивність даного сорту позитивна. Для решти сортів індекс ЗАЗ від’ємний.

Коефіцієнт агрономічної стабільності – показник, який дозволяє оцінювати сорти за поєднанням продуктивності та стабільності врожаю.

Найбільш цінними для виробництва є сорти зі стійкістю 70 % і вище.

За ступенем агрономічної стійкості їх класифікують так: 1 – дуже низька ($< 20 > 80\%$).

Ми оцінили агрономічну стабільність вирощування сої та виявили, що ці сорти повністю використали свій потенціал урожайності.

Коефіцієнти агрономічної стійкості всіх представлених сортів становили $As > 70\%$ ($As = 74,8–87,1\%$).

Найвищих показників досяг середньостиглий сорт Аполло ($As = 87,1\%$), який у нашому дослідженні також характеризувався високою продуктивністю.

Високі показники агрономічної стабільності показав і ранній сорт Ворскла (84,9).

Практично всі генотипи з низькими коефіцієнтами агрономічної стійкості також характеризувались низькою продуктивністю.

Індекс міцності сорту вказує на потенціал сорту в промисловому вирощуванні.

Серед сортів, які показали високу міцність, була Єлена (83,4 %).

Інші високоврожайні сорти також мали високі показники міцності.

Однак, якщо важлива вологість і висока температура, це буде не

найсильніший сорт, а менш міцний і більш стійкий сорт.

Найстабільнішими з високопродуктивних сортів були сорт Аполлон з міцністю менше 50 %.

Крім того, рівень міцності цього сорту в 51 % вказує на потенціал для більш стабільного та продуктивного використання цього конкретного сорту в сухих умовах.

Ми впорядковуємо значення, оскільки існують різні виміри характеристик, які потрібно узагальнити в одному показнику. Це дозволяє нам визначити ранг кожної породи на основі її індивідуальних параметрів пристосованості та на основі їх суми обчислити середньоарифметичний індекс (Y) суми рангів, який потім можна інтегрувати в інтеграл породи фітнес може бути цінністю.

Породи з низькими значеннями цього показника в першу чергу повинні бути включені в групи з високою загальною тренованістю. Проте потенціал продуктивності генотипу враховується лише частково і рівномірно при створенні рейтингового списку. Тому необхідно нормалізувати індекс середньої арифметичної ознаки (в даному випадку врожайність, поділену на середній індекс суми рангів), щоб внесок високого генетичного потенціалу продуктивності був вирішальним у цьому інтегральному параметрі. Тоді отримане максимальне значення цього показника відповідає високій загальній тренованості, а мінімальне – низькій.

Сукупні показники називають «оцінкою породної пристосованості». Чим нижчий ранг серед випробуваних сортів або порівняно з районованими сортами, тим вища його економічна цінність [67].

За ранговою оцінкою такі показники, як продуктивність, гомеостатичність, пластичність, загальна пристосованість, селекційна цінність посідали вищі позиції з більшими номерами. Чим менше число, тим вище значення - стабільність, коефіцієнт варіації (табл. 3.4).

У рейтингу не враховувалися показники стресостійкості та генотипової

гнучкості, щоб уникнути суттєвого збільшення ваги показників, розрахованих на основі простих математичних дій з урожайністю сортів сої.

За РАС перше місце в загальному рейтингу зайняв середньостиглий сорт Аполло (0,56).

Основними перевагами сорту є висока гомеостатичність, селекційна цінність, коефіцієнт варіації та третє місце за іншими оціночними показниками (врожайність, загальна адаптивність).

Друге місце в рейтингу посідає ранньостиглий сорт Алмаз (0,47), в основному за рахунок високих показників продуктивності, загальної адаптивності та селекційної цінності генотипу. Сорт Кивін (0,39) також посів третє місце за високою врожайністю, загальною адаптивністю, селекційною цінністю та коефіцієнтом варіації. Ранні сорти Ворскла та середньоранні Діоніс і Амедея, які оптимально поєднували індекс урожайності та параметри адаптації, посіли 4-6 місця за оцінкою адаптивності сортів. Сорти Віннер Мрія та Олена отримали 7, 8 та 9 місця в оцінці адаптивності сорту за продуктивністю.

Загалом класифікуючи сорти сої за показниками пластичності та стабільності, за цінними показниками, що визначають можливість використання того чи іншого сорту сої для забезпечення сталого вирощування та виробництва сої у виробничих умовах можна класифікувати сорти.

Таблиця 3.4

Ранжирування параметрів урожайності і її стабільності та рейтинг адаптивності сортів сої

Сорт	X сер	V	bi	Si ²	ЗАЗ	Ном	C	Середній показник суми рангів	(т/га)/Y X	Рейтинг (ранг /Y)
Ворскла	4	8	3	16	4	14	5	7,7	0,37	4
Єлена	6	22	1	14	6	22	17	12,6	0,22	9
Амедеа	11	12	5	9	11	9	8	9,3	0,28	6
Алмаз	2	7	6	18	2	8	2	6,4	0,47	2
Мрія	7	19	3	13	7	20	11	11,4	0,24	8
Кивін	1	3	16	19	1	12	3	7,9	0,39	3
Віннер	9	11	21	11	9	4	4	9,9	0,27	7
Діоніс	5	13	4	15	5	15	5	8,9	0,31	5
Аполло	3	1	11	17	3	1	1	5,3	0,56	1

Примітка: середня урожайність – , коефіцієнт варіації – V, коефіцієнт екологічної пластичності – bi, коефіцієнт стабільності – Si², загальна адаптивна здатність – ЗАЗ, показники гомеостатичності – Ном та селекційної цінності – Sc

3.3 Особливості взаємозв'язків між ознаками сортів сої

Рослини постійно взаємодіють із зовнішніми факторами середовища і змінюються під впливом різних умов існування.

Тому зв'язки між персонажами проявляються у вигляді так званої кореляційної залежності.

При генотипуванні рослин мають на меті дослідити зв'язок між господарськими та цінними ознаками згідно селекційного завдання [64].

Оскільки об'єднання всіх господарсько-цінних ознак в один сорт є складною проблемою, практичне значення має вивчення кореляційних зв'язків між ними.

Асоціація ознак означає, що відбір для покращення однієї ознаки може передбачати певні зміни в іншій ознаці або їх комбінації.

Якщо такий облік не існує, вплив виборів може бути зменшений або зник.

Ефективність селекції залежить від знання корельованої мінливості ознак порід і породних зразків, які беруть участь у селекційному процесі.

Виходячи з результатів досліджень, вивчення взаємозв'язку господарсько-ціннісних ознак відіграє важливу роль у селекції культур.

Ці знання дозволяють проводити ефективніший вибір, особливо коли безпосередня оцінка матеріалів стосується конкретних властивостей.

Оскільки кореляційні зв'язки залежать від умов вирощування та характеристик сорту, необхідно вивчати ці взаємозв'язки в конкретних агроекологічних умовах регіону.

Визначаючи коефіцієнт кореляції, можна встановити наявність і ступінь зв'язку між ознаками, які змінюються залежно від росту і розвитку рослин.

Вважається, що високі рівні кореляції вказують на загальні механізми контролю ознак.

Відсутність зв'язків між ознаками дає можливість виконувати селекційні завдання за різними ознаками, не ризикуючи погіршити одну ознаку та покращити іншу [59].

Коли виникають небажані тісні залежності між ознаками, завдання селекціонера полягає в тому, щоб знайти способи порушити такі кореляції.

Визначення кореляції між двома ознаками особливо корисно, коли одну з двох ознак визначити набагато легше, ніж іншу.

У той же час, визначення кореляцій може значно зменшити обсяг обліку ознак, роблячи селекційні дослідження більш економічно ефективними та певною мірою скорочуючи тривалість процесу відбору [59].

Вивчення корельованих залежностей є теоретичною основою селекції рослин.

Вивчення мінливості кількісних ознак і ефективності селекції в сучасних дослідженнях передбачає з'ясування взаємозв'язку окремих показників і методів математичної статистики.

Кореляційні матриці між кількісними ознаками можна з успіхом використовувати для пошуку стабільних показників при виділенні продуктивних генотипів.

Метод визначення стабільного індексу базується на закономірності.

Чим сильніша кореляція між двома характеристиками, тим менша варіація індексу в результаті співвідношення цих характеристик.

Математична суть цієї закономірності полягає в тому, що чим більше значення коефіцієнта кореляції, тим більший зв'язок між двома характеристиками.

Цей зв'язок наближається до функціонального зв'язку і виражається лінійною регресією [59].

Кореляційний аналіз використовувався для визначення взаємозалежності між ознаками.

Завдяки тісноті зв'язків між ознаками можна встановити визначення коефіцієнта кореляції.

Високі рівні кореляції вказують на спільні механізми контролю ознак.

Ми досліджували кореляції між 12 ознаками масових зразків сої в умовах з 2023 по 2024 рік.

Більшість персонажів, включених у дослідження, мали значні кореляції між собою.

У 2023 році було виявлено 52 значущі асоціації, з яких 16 були виявлені на високому рівні асоціації.

Найбільш тісні кореляції між парами ознак: «урожайність» – «маса насіння на рослині» ($r = 0,98$), «кількість продуктивних вузлів на рослині» – «кількість бобів на рослині» ($r = 0,95$), «Маса насіння рослини» - «Маса 1000 насінин» ($r = 0,95$), «Кількість бобів на рослину» - «Маса насіння» «1000 шт. насіння» ($r = 0,94$), «Маса 1000 насінин» – «Урожайність» ($r = 0,94$), «Маса насіння на рослину» – «Кількість бобів на рослину» ($r = 0,93$), «урожайність» – «кількість бобів на рослину» ($r = 0,92$), «маса 1000 насінин» – «Кількість виробничих вузлів» «Вага насіння рослини» ($r = 0,91$), «Вага насіння на рослину» – «Кількість виробничих вузлів» $r = 0,91$.

Пари ознак також характеризувалися високими позитивними кореляціями.

«Вага насінин на рослину» - «Кількість насінин на рослину» ($r = 0,81$), «Кількість насінин на рослину» - «Кількість бобів на рослину» ($r = 0,79$), «Урожайність» – «Кількість насінин на рослину» ($r = 0,79$), «Кількість насінин на рослину» – «Кількість продукційних вузлів на рослині» ($r = 0,78$), «Насіння 1000 шт.

«Кількість насінин на рослину» ($r = 0,76$) і «Нижня висота установки бобів» - «висота рослини» ($r = 0,72$) (табл. 3.5).

У 2023 році ми виявили 61 значущий зв'язок.

Високі коефіцієнти кореляції між 17 парами ознак: «урожайність» – «маса насіння на рослину» ($r = 0,98$), «кількість бобів на рослину» – «рослина кількість продукційних вузлів на одиницю» ($r = 0,94$), «Маса насіння на рослину» - «Маса 1000 насінин» ($r = 0,94$), «Урожайність» - «Маса 1000

насінин» ($r = 0,92$), «Маса 1000 насінин» - «Кількість бобів на рослину» ($r = 0,91$), «Вага насіння на рослину» - «Кількість бобів на рослину» ($r = 0,91$), «Урожайність» - «Кількість бобів на рослину» ($r = 0,89$), «Кількість виробничих вузлів рослини» ($r = 0,87$), «Насіння на рослину» «Вага» - «Кількість виробничих вузлів на рослині» ($r = 0,87$), «Урожайність» - «Кількість виробничих вузлів» «Вага насіння на рослині» ($r = 0,86$), «маса насінин на рослину» - «кількість насінин на рослину» ($r = 0,79$), «урожайність» - «кількість насінин на рослину» ($r = 0,78$), «висота прикріплення нижніх бобів» - «Висота рослини» ($r = 0,74$), «Кількість насінин на рослину» - «Кількість продуктивних вузлів на рослині» ($r = 0,74$), «Кількість насінин на рослину» - «Кількість бобів на рослині» ($r = 0,74$), «Кількість насінин в бобах» - «Кількість бобів на рослині» ($r = -0,70$), «Вага 1000 насінин» - «Кількість насінин у рослинах» ($r = 0,70$) (табл. 3.6).

Таблиця 3.5

Коефіцієнт кореляції (r) між господарсько-цінними ознаками сортів сої, 2023 р.

Ознаки	ТВП	ВР	ВПНБ	ТСНЧ	КГР	КПВР	КБР	КНР	КНБ	М1000	МНР	У
Тривалість періоду вегетації (ТВП)	1,00											
Висота рослини (ВР)	0,48*	1,00										
Висота прикріплення нижнього бобу (ВПНБ)	0,43*	0,72*	1,00									
Товщина стебла в нижній частині (ТСНЧ)	0,38*	0,50*	0,34*	1,00								
Кількість гілок на рослині (КГР)	0,06	-0,01	-0,02	0,26*	1,00							
Кількість продуктивних вузлів на рослині (КПВР)	0,48*	0,20*	0,06	0,42*	0,55*	1,00						
Кількість бобів на рослині (КБР)	0,49*	0,16	0,08	0,38*	0,47*	0,95*	1,00					
Кількість насіння з рослини (КНР)	0,44*	0,20*	0,11	0,37*	0,41*	0,78*	0,79*	1,00				
Кількість насінин в бобі (КНБ)	-0,26*	-0,04	-0,03	-0,20*	-0,20*	-0,52*	-0,61*	-0,03	1,00			
Маса 1000 насінин (М1000)	0,49*	0,16	0,09	0,36*	0,43*	0,91*	0,94*	0,76*	-0,55*	1,00		
Маса насіння з рослини (МНР)	0,60*	0,20*	0,13	0,38*	0,44*	0,91*	0,93*	0,81*	-0,48*	0,95*	1,00	
Урожайність (У)	0,59*	0,19*	0,13	0,37*	0,43*	0,90*	0,92*	0,79*	-0,48*	0,94*	0,98*	1,00

Примітка: * – коефіцієнти кореляції істотні на 5%-му рівні.

Таблиця 3.6

Коефіцієнт кореляції (r) між господарсько-цінними ознаками сортів сої, 2024 р.

Ознаки	ТВП	ВР	ВПНБ	ТСНЧ	КГР	КПВР	КБР	КНР	КНБ	М1000	МНР	У
Тривалість періоду вегетації (ТВП)	1,00											
Висота рослини (ВР)	0,60*	1,00										
Висота прикріплення нижнього бобу (ВПНБ)	0,53*	0,74*	1,00									
Товщина стебла в нижній частині (ТСНЧ)	0,45*	0,52*	0,47*	1,00								
Кількість гілок на рослині (КГР)	0,03	0,07	0,10	0,25*	1,00							
Кількість продуктивних вузлів на рослині (КПВР)	0,44*	0,30*	0,19*	0,48*	0,57*	1,00						
Кількість бобів на рослині (КБР)	0,47*	0,29*	0,26*	0,46*	0,51*	0,94*	1,00					
Кількість насіння з рослини (КНР)	0,52*	0,34*	0,21*	0,42*	0,35*	0,74*	0,74*	1,00				
Кількість насінин в бобі (КНБ)	-0,20*	-0,13	-0,21*	-0,28*	-0,35*	-0,61*	-0,71*	-0,10	1,00			
Маса 1000 насінин (М1000)	0,53*	0,34*	0,28*	0,46*	0,39*	0,87*	0,91*	0,70*	-0,63*	1,00		
Маса насіння з рослини (МНР)	0,61*	0,33*	0,29*	0,47*	0,39*	0,87*	0,91*	0,79*	-0,53*	0,94*	1,00	
Урожайність (У)	0,60*	0,31*	0,28*	0,47*	0,40*	0,86*	0,89*	0,78*	-0,50*	0,92*	0,98*	1,00

Примітка: * – коефіцієнти кореляції істотні на 5%-му рівні.

У продуктивних ознаках рослин важливу роль відіграють зв'язки з кількісними ознаками, які характеризують внесок окремих ознак у показники врожайності насіння на видовому рівні. Основну роль у формуванні продуктивності рослин відзначали такі ознаки: «маса 1000 насінин» ($r = 0,95$), «кількість бобів на рослину» ($r = 0,92$), «кількість виробничих вузлів на рослину» ($r = 0,89$), «Кількість насінин на рослину» ($r = 0,8$) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Кореляції маси насіння з рослини з кількісними ознаками сортів сої, 2023-2024 рр.

Ознаки	Роки досліджень		
	2023	2024	Середнє
Тривалість періоду вегетації, діб	0,60*	0,61*	0,61*
Висота рослини, см	0,20*	0,33*	0,26*
Висота прикріплення нижнього бобу, см	0,13	0,29*	0,22*
Товщина стебла в нижній частині, мм	0,38*	0,47*	0,43*
Кількість гілок на рослині, шт.	0,44*	0,39*	0,42*
Кількість продуктивних вузлів, шт.	0,91*	0,87*	0,89*
Кількість бобів на рослині, см	0,93*	0,91*	0,92*
Кількість насіння з рослини, см	0,81*	0,79*	0,8*
Кількість насінин в бобі, шт.	0,48*	0,53*	0,51*
Маса 1000 насінин, г	0,95*	0,94*	0,95*

Примітка* – достовірно при 5 % - рівні значущості.

Виявлено середні кореляції між масою насіння на рослину та тривалістю вегетаційного періоду ($r = 0,61$), нижньою товщиною стебла ($r = 0,43$) і кількістю гілок на рослині ($r = 0$). Нижча висота рослини ($r = 0,26$) і нижча висота основи бобу ($r = 0,22$).

Середня негативна асоціація з кількістю насіння в бобі ($r = -0,51$).

Зв'язки подавалися у вигляді кореляційної залежності. Він вказує на існування статистичного зв'язку між двома змінними показниками та показує, як одна змінна змінюється при зміні значення іншої змінної.

(рис. 3.1).

а)

б)

Рис. 3.1. Кореляційна залежність між масою насіння з рослини та масою

1000 насінин (а), кількістю бобів (б), продуктивних вузлів (в), кількістю насіння (г)

За допомогою побудови моделі, що залежить від графіка, було показано, що рівень урожайності (г/м^2) масового зразка сої зростає зі збільшенням маси насіння рослини, маси 1000 насінин і кількості бобів на рослині. (рис. 3.2).

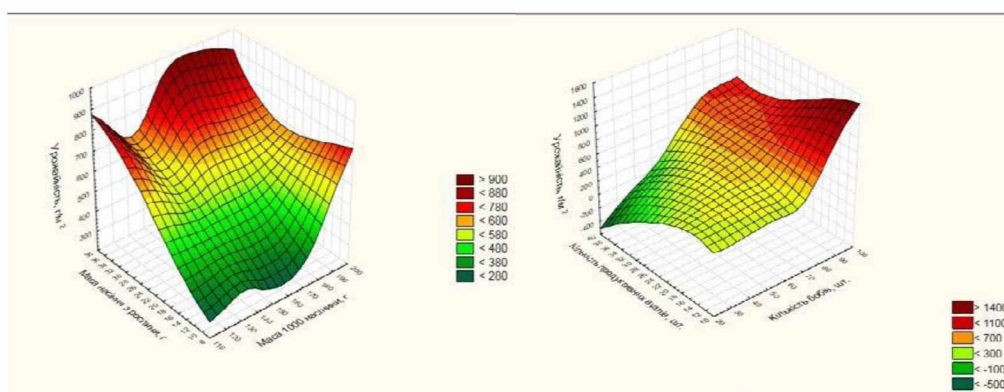


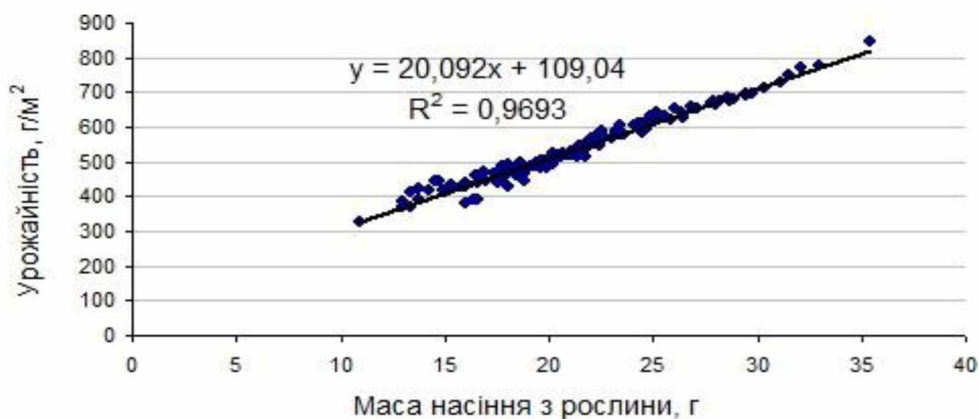
Рис. 3.2. Графічна модель відображення множинної залежності між урожайністю та (а) масою насіння з рослини і масою 1000 насінин, (б) кількістю продуктивних вузлів і кількістю бобів, 2023-2024 рр.

Коефіцієнти кореляції, детермінації та рівняння регресії розподіляються таким чином:

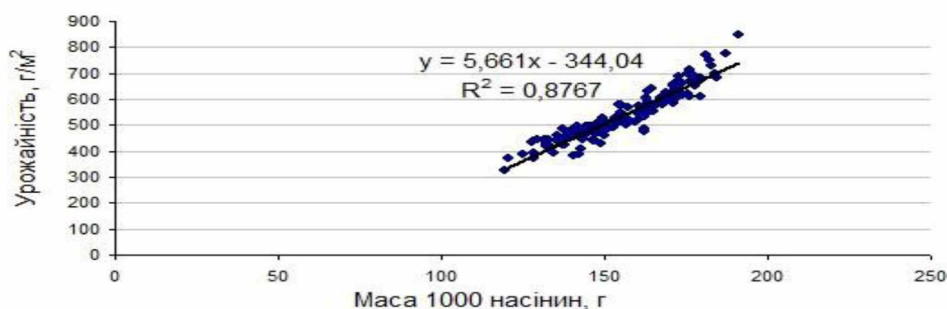
- урожайність-маса насіння з рослини – $r = 0,98$; $R^2 = 0,96$;
- $y = 20,092x + 109,04$;
- урожайність-маса 1000 – $r = 0,94$; $R^2 = 0,87$; $y = 5,661x - 344,05$;
- урожайність-кількість бобів – $r = 0,91$; $R^2 = 0,82$; $y = 7,1724x + 133,65$;
- урожайність-кількість продуктивних вузлів – $r = 0,90$; $R^2 = 0,80$; $y = 18,019x + 117,64$;
- урожайність-кількість насіння з рослини – $r = 0,77$; $R^2 = 0,59$; $y = 3,9751x + 76,459$.

Ступінь залежності ознак оцінюється коефіцієнтом детермінації (R^2), тобто ступенем спряженості мінливості результуючого стосовно факторіального (рис. 3.3).

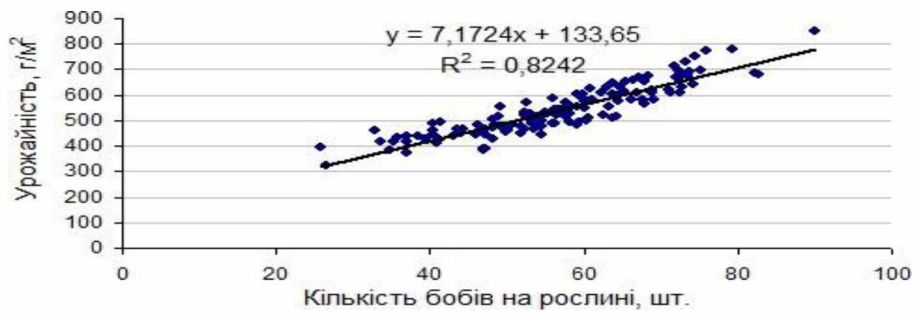
а)



б)



в)



Г)

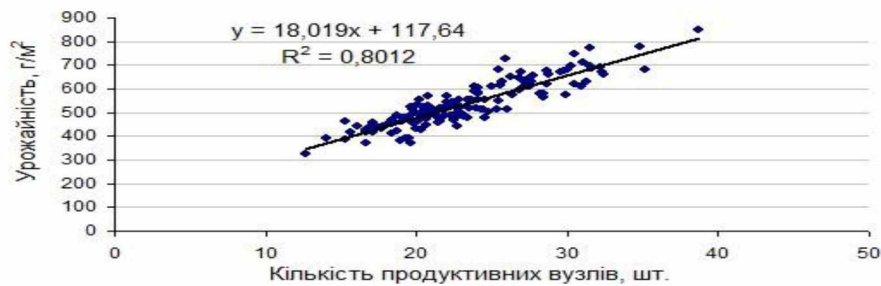


Рис. 3.3. Регресійна залежність між урожайністю сої та масою насіння (а), масою 1000 (б), кількістю бобів (в), продуктивних вузлів (г)

За допомогою методу множинного регресійного аналізу було виведено 2 рівняння залежності урожайності (г/м²) зразків сої з іншими кількісними ознаками. Урожайність (г/м²) має функціональний зв'язок з тривалістю ознаками. Урожайність (г/м²) має функціональний зв'язок з тривалістю вегетації та масою 1000 насінин:

$y_{x_{1,2}} = -367,52 + 0,85x_1 + 5,17x_2$, де y – урожайність, г/м²; x_1 – тривалість періоду вегетації, діб; x_2 – маса 1000 насінин, г.

З рівняння видно, що при подовженні періоду вегетації на 1 добу за умови, що інший фактор кореляційної моделі залишається на середньому рівні, урожайність збільшується на 0,85 г/м². Збільшення маси 1000 насінин на 1 г тягне за собою збільшення урожайності на 5,17 г/м².

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

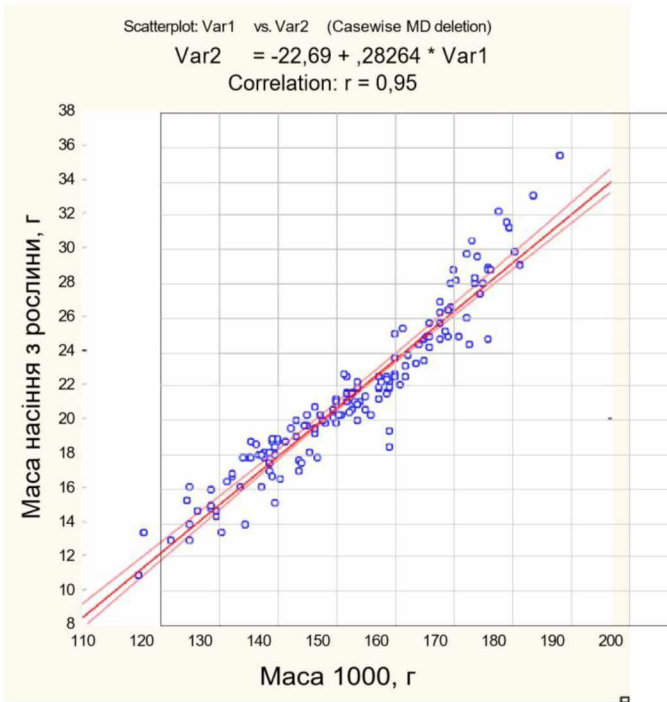
Для розвитку ринкових відносин першочергове значення має оцінка економічної ефективності застосування тієї чи іншої аграрної політики.

Це дає змогу за вартісними показниками визначити найбільш вигідну технологію вирощування в сільськогосподарському виробництві.

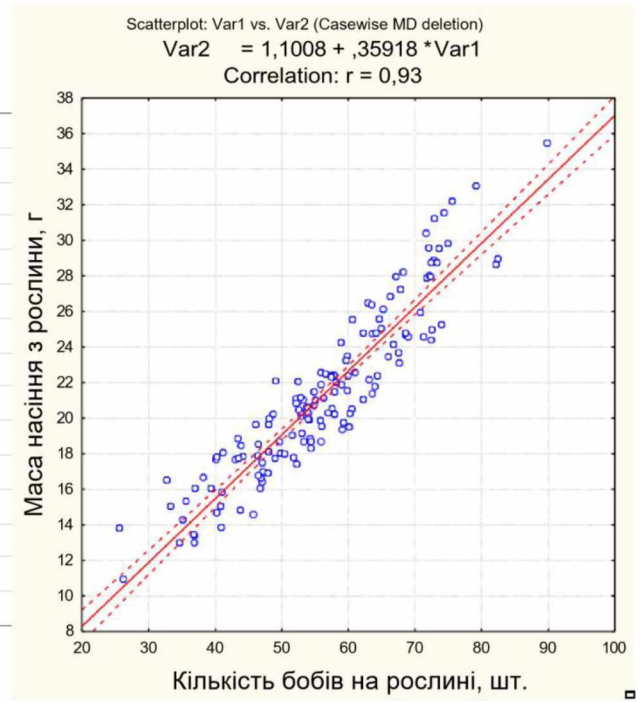
Ключовим фактором, який найбільше впливає на продуктивність і собівартість виробництва сільськогосподарських культур, є використання ефективних технологій вирощування, які дають найбільшу рентабельність витрат.

Після отримання вартісних показників можна зробити висновки про економічну ефективність на основі співвідношення результатів виробництва і ресурсів, що дозволяє детально проаналізувати і всебічно оцінити виробництво [71].

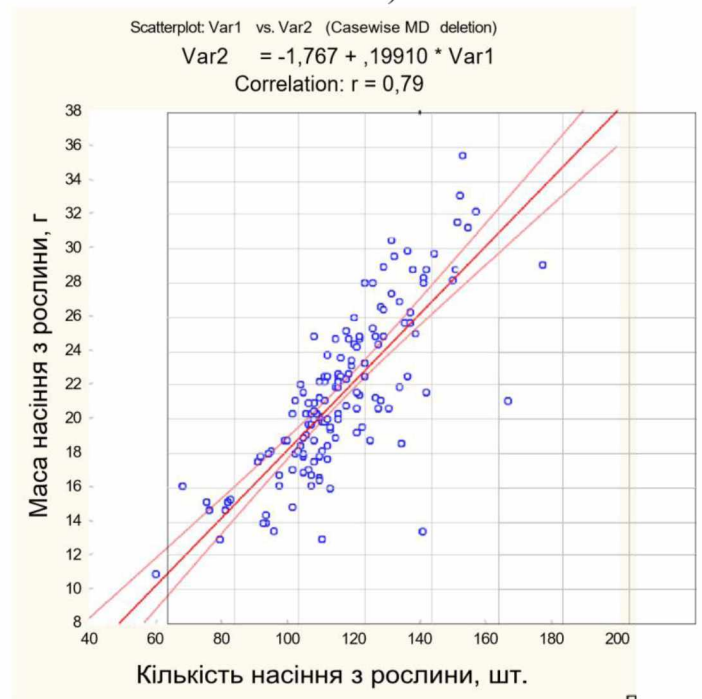
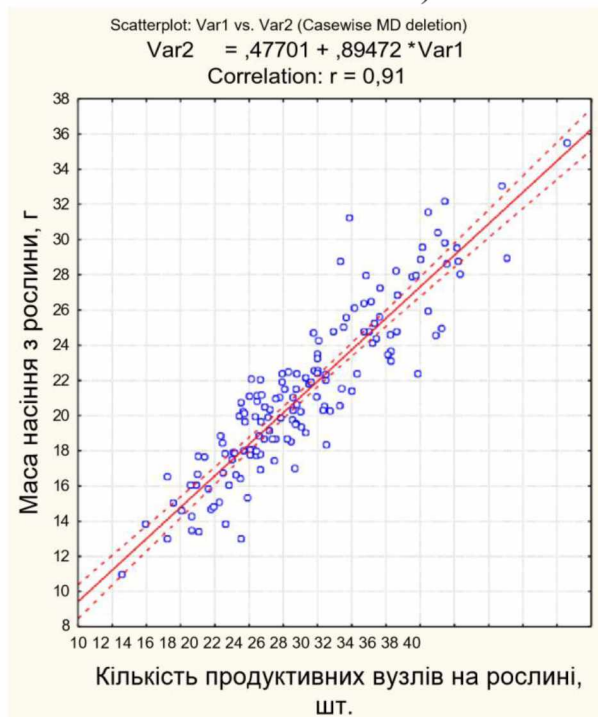
Економічна ефективність означає отримання максимальної кількості продукції з одиниці площі при мінімізації трудових і грошових витрат на одиницю продукції.



В)



Г)



Економічну ефективність можна визначити шляхом порівняння витрат з досягнутими результатами (умовний чистий прибуток і рівень рентабельності) [71].

Шляхом оцінки економічної ефективності досліджуваних елементів технології вирощування сої, а саме етапів застосування та видів регуляторів росту з антистресовою дією, визначено та узагальнено всі види витрат та виявлено їх вплив на економічну ефективність .

Рівень рентабельності визначають за формулою:

$Pr = P : C \times 100 \%$, де

П – сума прибутку, тис. грн.;

С – повна собівартість реалізованої продукції, тис. грн.

При розрахунку економічної ефективності вирощування різних за стиглістю сортів сої ми використовували ціни на насіння, зерно, добрива, оплату праці та ін. ми використовували прайси фірми виробника (2023-2024 р.). Розглянемо структуру виробничих витрат при вирощуванні різних за стиглістю сортів сої на зерно розглянемо на рис. 4.1.

Як ми бачимо з даного рисунку, найбільший відсоток в структурі виробничих витрат належить мінеральним і органічним добривам – 16 %, відносно великий відсоток належить сушці зерна – 17, заробітна плата – 13%,

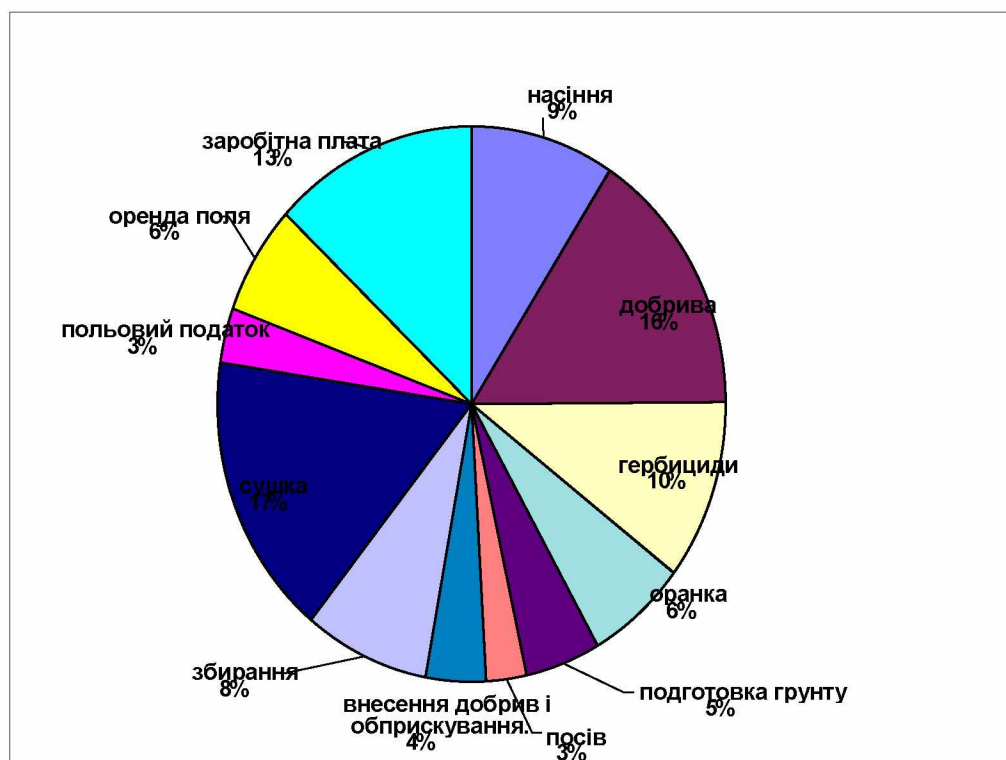


Рис. 4.1. Структура виробничих витрат при вирощуванні сої на зерно, %

Як ми бачимо з даного рисунку, найбільший відсоток в структурі виробничих витрат належить мінеральним і органічним добривам – 16 %, відносно великий відсоток належить сушці зерна – 17, заробітна плата – 13%,

відносно великий відсоток належить сушці зерна – 17, заробітна плата – 13%, засоби захисту рослин від шкідників і хвороб займають 10% і насіннєвий матеріал – 9%, збирання – 8 відсотків.

Використання високоврожайних сортів сої вітчизняного виробництва потребує певного капіталу для закупівлі, але оскільки врожайність зерна висока, витрати можна покрити за рахунок збільшення врожайності.

Урожайність сої коливається від 2,5 до 3,5 т/га, і, незважаючи на вартість вирощеного насіння 18 тис. грн/т, вона є дуже рентабельною в сучасних економічних умовах.

(табл. 4.1).

52

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сортів сої різних груп стиглості, грн./га (середнє за 2023-2024 рр.)

Показники	Сорти	
	Ранньостиглі	Середньоранні
	Алмаз	Аполло
Урожайність, т	3,01	3,0
Вартість валової продукції, грн.	54180	54000
Виробничі затрати, грн.	25753	25698
Собівартість 1 т, грн.	8555	8566
Умовно – чистий прибуток, грн.	28427	28302
Рівень рентабельності, %	110,3	110,1

Розрахунки показали, що найвищий урожай зерна (3,01 ц/га) та найвищу вартість вирощеної продукції (54180 грн/га) отримано при вирощуванні ранньостиглого сорту Алмаз. При вирощуванні цього сорту рентабельність також досягла 110,3%. У середньоранній групі найвищі показники економічної ефективності показав сорт Аполло, врожайність якого становила 54 тис. грн/га, прибуток – 28,3 тис., рівень рентабельності – 110,1%.

ВИСНОВКИ

1. У ході досліджень було встановлено, що середня урожайність по всіх групах сортів становила 2,6 т/га. Ранньостиглі сорти Кивін та Алмаз досягли значно вищих результатів, продемонструвавши урожайність 2,94 і 3,01 т/га відповідно. Середньоранні сорти Діоніс та Аполло також перевищили середній показник із урожайністю 2,85 і 3,0 т/га відповідно.

2. Найвищий коефіцієнт еластичності при збільшенні кількості опадів на 1% спостерігався у середньораннього сорту Аполло (8,9%) та у ранньостиглих сортів Кивін і Алмаз (6,5%). У скоростиглих сортах сої збільшення опадів на 1% підвищувало урожайність насіння на 4,7–8,5%. Таким чином, високі показники урожайності насіння сої значною мірою залежать від кількості опадів.

3. Дослідження впливу температури та опадів на урожайність сої за коефіцієнтом еластичності підтвердили, що урожайність прямо пропорційно залежить від суми опадів і температур. При збільшенні кількості опадів на 1 мм урожайність підвищується на 5–171 кг/га. Водночас підвищення температури на 1°C призводить до зниження урожайності на 1,0–2,0 кг/га.

4. Високі значення генетичної гнучкості, зафіксовані у сортів Алмаз (3,12), Кивін (3,08) та Аполло (3,00), свідчать про їхню високу адаптацію до умов навколишнього середовища та відповідність генотипу екологічним чинникам.

5. Найбільш урожайними серед досліджених сортів виявилися Кивін ($V = 15,1\%$), Алмаз ($V = 15,6\%$) і Аполло ($V = 12,9\%$), які демонстрували високу стабільність продуктивності. Ці сорти добре реагували на сприятливі умови та незначно знижували урожайність у несприятливі роки.

6. Аналіз продуктивності рослин показав, що провідна роль у формуванні урожайності належить таким ознакам: «маса 1000 насінин» ($r =$

0,95), «кількість бобів на рослині» ($r = 0,92$), «кількість продуктивних вузлів» ($r = 0,89$) та «кількість насіння з рослини» ($r = 0,8$).

7. Найвищі показники урожайності зерна (3,01 т/га), вартості вирощеної продукції (54 180 грн/га) та рівня рентабельності (110,3%) досягнуто при вирощуванні ранньостиглого сорту Алмаз. Середньоранній сорт Аполло продемонстрував найкращі економічні показники в своїй групі: вартість продукції – 54 000 грн/га, прибуток – 25 698 грн/га, рівень рентабельності – 110,1%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Сільськогосподарським підприємствам різних форм власності рекомендується звернути увагу на сорти сої, які забезпечують стабільну урожайність на рівні 2,8–3,3 т/га та відзначаються високою адаптивністю до різних кліматичних умов. Серед рекомендованих:

- ранньостиглий сорт – Алмаз, який демонструє відмінну продуктивність і пластичність до умов вирощування;
- середньоранній сорт – Аполло, який поєднує високу урожайність із стійкістю до впливу несприятливих чинників середовища.

Окрім вирощування для отримання високих врожаїв, ці сорти мають значну цінність для селекційної роботи. Вони можуть використовуватися як донори ключових господарсько-цінних ознак, таких як кількість бобів та насінин на рослині, а також загальної зернової продуктивності.

Завдяки своїй генетичній гнучкості сорти Алмаз і Аполло можуть бути основою для створення нових високопродуктивних сортів, адаптованих до різноманітних природно-кліматичних зон. Вони є чудовим вибором для аграріїв, орієнтованих на максимізацію урожайності та ефективності виробництва.

Ці сорти також добре себе зарекомендували у сприятливі роки, забезпечуючи підвищену урожайність, і демонструють стабільність за умов лімітованих ресурсів, що робить їх універсальним рішенням для агробізнесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамень Ф. Ф., Письменов В. Н. Использование сои в народном хозяйстве. Симферополь: Таврида, 1995. 200 с.
2. Бабич А. А. Соя. К.: Урожай, 1983. 225 с.
3. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. К.: ІТІ. 1995. 298 с.
4. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля: монографія. Київ: Аграрна наука, 1998. 272 с.
5. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 430 с.
6. Бабич А. Сортвая агротехника сои. *Зерновое хозяйство*. 1976. № 2. С. 43–44.
7. Бабич А., Побережна А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. *Пропозиція*. 2000. № 4. С. 42–45.
8. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 12–26.
9. Бобро М. А., Огурцов Є. М., Бітсінду Е. Вплив строків та способів сівби на продуктивність сої. *Вісник ХДАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 1997. № 3. С. 30–32.
10. Бобро М. А., Огурцов Є. М., Чоунг Еанг Способи підвищення продуктивності сої. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2002. № 5. С. 47–49.
11. Боровик В.О., Кузьмич В.І. Генофонд сої – цінний вихідний матеріал для селекції в умовах зрошення півдня України. 2016. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: матер. міжнар. конф., 11–12 серпня 2016 р. Вінниця*, 2016. С. 21–22.
12. Вишнякова М. Л. Соя – історія культури. *Агроном*. 2004. №3 (5). С. 82–83.

13. Голохоринська М.Г., Вихристюк М.А., Мікус В.Є., Коруняк О.П. Перспективи селекції та вирощування сої в південно-західному регіоні Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 44–49.

14. Григорчук Н.Ф., Шугурова Н.О. Перспективні сорти сої селекції ІОК НААН з високою врожайністю та стійкістю до ураження збудниками хвороб. 2016. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: матер. міжнар. конф., 11–12 серпня 2016 р.* Вінниця, 2016. С. 23.

15. Григорчук Н.Ф., Якубенко О.В. Створення сортів сої скоростиглого типу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 19. С. 43–48.

16. Жаркова О. Сортівий арсенал сої на 2017 рік. *Пропозиція*. 2017. (260) 4/17. С. 66–68.

17. Калетнік Г.М., Браніцький Ю.Ю., Гунько І.В., Мазур О.В. Генотипні відмінності сортів сої за вмістом та виходом олії для виробництва біодизеля. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С.5-14.

18. Калініченко В. М., Горб О. О., Гета А. А. Деякі екологічні аспекти виробництва сої. Бізнес и екологія: Мат-ли наук. практ. конф. Донецьк, 2001. С. 36–39.

19. Камінський В.Ф., Голодня А.В., Дворецькі С.П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. *Вісник аграрної науки*. 2000. С. 45–49.

20. Кобизєва Л. Н. Широкий універсальний класифікатор роду *Glycine* max (L.). НЦГРРУ Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва Х., 2004. 38 с.

21. Кобизєва Л.Н. Теоретичні основи формування банку генетичних ресурсів зернобобових культур України. Автореф. дис ... доктора с.-г. наук 06.01.05 – селекція і насінництво. Дніпропетровськ, 2011. 43 с.

22. Коротич П. Надання соя й новий погляд на сівозміни. *Пропозиція*. 2006. № 1. С. 72–75.

23. Лавриненко Ю.О., Кузьмич В.І, Боровик В.О. Перспективи виробництва сої у світі та Україні. 2016. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: матер. міжнар. конф., 11–12 серпня 2016 р.* Вінниця, 2016. С. 25–26.

24. Мазур О. В. Вихідний матеріал для селекції зернобобових культур із підвищеною адаптивністю та зерновою продуктивністю в умовах Лісостепу Правобережного. Монографія, ВНАУ, 2019. 345 с.

25. Мазур О. В. Гетерозис, ступінь домінування ознак зернової продуктивності сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №5. С. 91–98.

26. Мазур О.В. Вивчення зв'язку тривалості вегетаційного періоду з врожайністю сортів рослин сої. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2012. Вип. 10 (50). С.159-166.

27. Мазур О.В. Генотипні відмінності сортів рослин сої за вмістом олії в насінні. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. 2014. Вип. 6 (83). 2014. С.108-112.

28. Мазур О.В. Перспективи виробництва сої в Україні. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 1 (57). С.57-61.

29. Мазур О.В. Пластичність і стабільність сої за селекційними індексами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №19. С.243-250.

30. Мазур О.В. Полторецький С.П. Оцінка сортозразків сої за селекційними індексами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. №20. С. 170-178.

31. Мазур О.В. Соя – цінна біоенергетична культура. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2011. Вип. 8 (48). С.39-43.

32. Мазур О.В., Мазур О.В. Відмінності зернобобових культур за пластичністю і стабільністю господарсько-цінних ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С.69-86.

33. Мазур О.В., Мазур О.В. Пластичність і стабільність зернобобових культур за господарсько-цінними ознаками та селекційними індексами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №15. С. 111-136.

34. Мазур О.В., Шерепітко В.В. Генотипні відмінності сортів рослин сої за мінливістю кількісних ознак в умовах дослідного посіву ВНАУ. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2011. Вип. 9 (49). С.159-166.

35. Мартьянов В. П. Методические указания для подготовки и написания дипломных проектов по экономической и энергетической оценке результатов исследований: метод. рекомендации. Харьков, 1996. 32 с.

36. Медведева Л.Р., Кренців Я.І. Новий високопродуктивний, з високими кормовими та харчовими якостями насіння сорт Ромашка. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 104. С. 100–102. doi.org/10.30835/2413-7510.2013.42027.

37. Медведовский О. К. Шляхи збільшення виробництва кормового білка в республіці. *Вісник с.-г. науки*. 1979. № 2. С. 29–30.

38. Михайлов В.Г., Щербина О.З., Романюк Л.С., Стариченко В.М. Характеристика скоростиглих і середньостиглих сортів сої для зони Лісостепу і Полісся України. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 306– 314. doi.org/10.30835/2413-7510.2011.66659.

39. Міхеєв В. Вплив ризогуміну та біопрепаратів на урожайність сої в умовах Східного Лісостепу України. *Вісник Львівськ. держ. аграр. унту: Агрономія*. Львів: Львів. держ. Агроуніверситет. 2007. № 11. С. 509–514.

40. Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г. Дешевий і екологічно чистий спосіб збільшення врожайності сої. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія: Росинництво, селекція і насінництво, овочівництво*. Харків. 2006. № 4. С. 67–70.

41. Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія: Росинництво, селекція і насінництво, овочівництво*. Харків. 2008. № 5. С. 59–63.

42. Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія. Харків, 2016. 272 с.

43. Пащенко В. Ф., Огурцов Є. М., Гусаренко М. П., Міхєєв В. Г. Урожайність скоростиглих сортів сої залежно від способів обробітку ґрунту в умовах лівобережного лісостепу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми сталого розвитку агросфери», присвяченої 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 4–6 жовтня 2011 р. Харків: ХНАУ, 2011. С. 380–383.

44. Побережна А. Соя на світовому ринку високобілкових кормів. *Пропозиція*. 2002. № 12. С. 61–63.

45. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Мазур О.В. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С.36-43.

46. Січкач В.І. Особливості селекції сортів сої. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 47–51.

47. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115.

48. Січкач В.І. Селекційна цінність колекційних зразків при створенні високопродуктивних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 83–92. doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42133. 52. Білявська Л.Г. Сорт сої Антрацит. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 64–66.

49. Чернятин Д. С. Эффективность рационов без кормов животного происхождения с включением сои и серосодержащих компонентов при интенсивном выращивании индюшат на мясо: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Киев, 1982. 25 с.

50. Щербаков В. Я., Лазер П. Н., Яковенко Т. Н. Сучасний стан та перспективи виробництва олійних культур на Україні. *Таврійськ. наук. вісник*. 2004. Вип. 33. С. 10–18.

51. Alexandre D., Paulo J., Vanderley P., Louise L. Agrosilvopastoral system enhances suppressiveness to soybean damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and alters *Fusarium* and *Trichoderma* population density. *Acta Scientiarum. Agronomy*. v.40, 0, 2018. URL:<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.35075>.

52. Biliavska, L. H. (Вінни). Seleksiino-henetychne polipshennia soi v umovakh Lisostepu Ukrainy. Extended abstract of doctor's thesis. Dnipro [In Ukrainian]. Жаркова О. Сортовий арсенал сої на 2017 рік. *Пропозиція*. 2017. (260) 4/17. С. 66–68.

53. Biliavska, L. H., & Pylypenko, O. V. (2016). Porady shchodo vyboru sortu soi dlia vyrobnyka. *Agroexpert*, 3 (92), 26–27 [In Ukrainian]

54. Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB]. (2015). Acompanhamento da safra brasileira: grão safra 2014/2015, segundo levantamento, novembro 2015. Brasília. Retrieved on Nov. 17, 2015 from www.conab.gov.br.

55. Fabiana M., Elise de Matos P., Bruno H., Dilermando P., Antonio O. and Sandra H. Strategies to select soybean segregating populations with the goal of improving agronomic traits. *Acta Scientiarum. Agronomy*. v. 40, e39324, 2018. URL:<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.39324>.

56. Fritsche S. & Steinhart H. (1999). Occurrence of hormonally active compounds in food: a review. *European Food Research and Technology*. 209(1). 153–179.

57. Liggins, J., Bluck, L. J. C., Runswick, S., Atkinson, C., Coward, W. A., & Bingham, S. A. (2000). Daidzein and genistein content of fruits and nuts. *Journal of Nutrition Biochemistry*. 11(6), 326–331.

58. Liu, Z., Kanjo, Y., & Mizutani, S. A. (2010). Review of phytoestrogens: Their occurrence and fate in the environment. *Water Research*. 44(2). 567–577.

59. Rimbach, G., Boesch-Saadatmandi, C., Frank, J., Fuchs, D., Wenzel, U., Daniel, H., ... Weinberg, P. D. (2008). Dietary isoflavones in the prevention of cardiovascular disease – A molecular perspective. *Food Chemical Toxicology*. 46(4). 1308–1319.

ДОДАТКИ

Дисперсійний аналіз урожайності скоростиглих сортів сої					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	47,6	11			
Сорти	37,4	2	18,7	14,1	2,9
Повторення	2,12	3	0,71	0,53	3,3
Випадкові відхилення	8,12	6	1,33		
Похибка різниці середніх $sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,06$ т/га; Найменша істотна різниця (Нір _{0,05} = t ₀₅ · Sd = 2,13 · 0,06 = 0,13 т/га)					
Дисперсійний аналіз урожайності ранньостиглих сортів сої					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	41,6	11			
Сорти	29,4	2	14,7	8,0	2,9
Повторення	1,12	3	0,37	0,2	3,3
Випадкові відхилення	11,1	6	1,85		
Похибка різниці середніх $sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,043$ т/га; Найменша істотна різниця (Нір _{0,05} = t ₀₅ · Sd = 2,13 · 0,043 = 0,092 т/га)					

Дисперсійний аналіз урожайності середньоранніх сортів сої					
Дисперсія	Сума квадратів	Число степенів свободи	Середній квадрат	Критерій F 0,05	
				Фактичний	Теоретичний
Загальна	75,5	11			
Сорти	63,5	2	31,7	15,3	7,7
Повторення	0,63	3	0,21	0,42	6,38
Випадкові відхилення	11,3	6	2,0		
Похибка різниці середніх $sd = \sqrt{\frac{2s^2}{n}} = 0,1$ т/га; Найменша істотна різниця ($H_{p0,05}$) – $H_{p0,05} = t_{05} \cdot Sd = 2,1 \cdot 0,1 = 0,2$ т/га					