

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.

ДИПЛОМНА РОБОТА

Формування елементів продуктивності і урожайності сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ

Рівень вищої освіти: другий (освітній рівень)

Кваліфікація: «Магістр з агрономії»

Виконав

_____ Ячиченко Олександр Володимирович

Науковий керівник:

доцент _____ Панченко Т.В.

Я, Ячиченко Олександр Володимирович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності

Біла Церква 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БЛЮЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агробіотехнологічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»

Затверджую
Гарант ОП «Агрономія»
професор _____ Грабовський М.Б.
«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Ячиченку Олександрю Володимировичу

Тема роботи: «Формування елементів продуктивності і урожайності сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ»

Затверджено наказом ректора №06/З від 20.01.2025 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи до 01.12.2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані:

- опрацювати не менше 50 літературних джерел та зробити розділ огляд літератури
- визначити біометричні показники посівів сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння
- дослідити та визначити вплив сорту і фракції висіяного насіння на польову схожість насіння та густоту стояння рослин сої протягом вегетації
- визначити вплив сорту та фракції висіяного насіння на висоту прикріплення нижніх бобів у рослин сої
- розрахувати біоенергетичну ефективність залежно сорту та фракції висіяного насіння сої
- провести математичну обробку результатів досліджень, а також визначити частки впливу досліджуваних факторів на урожайність
- Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	2024-2025 рр.	виконано
Методична частина	2024-2025 рр.	виконано
Дослідницька частина	2024-2025 рр.	виконано
Оформлення роботи	Жовтень 2025 р.	виконано
Перевірка на плагіат	Листопад 2025 р.	виконано
Подання на рецензування	Листопад 2025 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	Грудень 2025 р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доцент Панченко Т.В.

▪ *підпис*

Здобувач _____ Ячиченко О.В.

підпис

Дата отримання завдання: «10» вересня 2024 року.

РЕФЕРАТ

Ячиченко Олександр Володимирович. Формування елементів продуктивності і урожайності сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ.

Досліджено: вплив сортів та фракції висіяного насіння на ріст і розвиток рослин сої; особливості формування врожаю зерна сортами сої Феміда та Київська 98 залежно від фракції висіяного насіння; вивчено особливості формування зерна залежно від сорту та фракції висіяного насіння.

Використано: лабораторні та польові методи досліджень також проведено математичну обробку результатів досліджень.

Виявлено: що сівба сої сортів Київська 98 та Феміда каліброваним насінням крупної і середньої фракції, порівняно з сівбою некаліброваним насінням призводить до зростання показника виживання рослин протягом вегетації. За сівби насінням дрібної фракції показники виживання рослин протягом вегетації у посівах обох досліджуваних нами сортів виявилися гіршими, ніж на посівах контрольного варіанту.

Зроблено висновок: між крупністю висіяного насіння та часткою крупного зерна в біологічному урожаєві існує сильна пряма кореляційна залежність ($r = 0,833$). Між величиною висіяного насіння і часткою зерна середньої і дрібної фракції в біологічному урожаєві, існує обернена кореляційна залежність – середня ($r = -0,427$) та сильна ($r = -0,719$) відповідно.

Одержані результати: можуть бути використані у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності, що займаються вирощуванням сої на зерно.

Кваліфікаційна робота магістра містить 51 сторінок, 7 таблиць, 3 рисунків, список використаних джерел із 73 найменувань, 1 додатки.

Ключові слова: соя, сорт, фракція насіння, виживання рослин урожайність, елементи структури урожайності, кореляційна залежність.

ANNOTATION

Yachychenko Oleksandr Volodymyrovych. Formation of soybean productivity and yield elements depending on the variety and fraction of sown seeds in the conditions of the experimental field of the Scientific and Technological Center of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus.

The following were studied: the influence of varieties and fractions of sown seeds on the growth and development of soybean plants; features of grain yield formation by soybean varieties Themida and Kyivska 98 depending on the fraction of sown seeds; features of grain formation depending on the variety and fraction of sown seeds were studied.

Laboratory and field research methods were used, and mathematical processing of the research results was also carried out.

It was found that sowing soybean varieties Kyivska 98 and Themida with calibrated seeds of large and medium fractions, compared with sowing with uncalibrated seeds, leads to an increase in plant survival during the growing season. When sowing with seeds of a small fraction, plant survival during the growing season in crops of both varieties studied by us turned out to be worse than in crops of the control variant.

The conclusion is made: between the size of the sown seeds and the share of large grains in the biological yield there is a strong direct correlation ($r = 0.833$). Between the size of the sown seeds and the share of grains of medium and small fractions in the biological yield, there is an inverse correlation - medium ($r = -0.427$) and strong ($r = -0.719$), respectively.

The results obtained: can be used in agricultural enterprises of various forms of ownership engaged in the cultivation of soybeans for grain.

The master's qualification work contains 51 pages, 7 tables, 3 figures, a list of sources used with 73 names, 1 appendices.

Keywords: soybean, variety, seed fraction, plant survival, yield, elements of the yield structure, correlation dependence.

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Наукові та практичні основи розробки сортової технології вирощування сої	8
1.1. Значення сортів у поширенні сої, підвищенні її урожайності та поліпшенні якості зерна	8
1.2. Вплив крупності і вирівняності насіння на його посівні якості та врожайні властивості	13
Розділ 2. Об'єкт досліджень	17
2.1. Ботанічна характеристика та біологічні особливості сої	17
2.2. Характеристика сортів сої, що використовувалися в дослідженнях ...	21
2.2.1. Сорт сої Київська 98	21
2.2.2. Сорт сої Феміда	22
Розділ 3. Умови та методика проведення досліджень	23
3.1. Характеристики ґрунту дослідної ділянки	23
3.2. Агрометеорологічні умови виконання досліджень	24
3.3. Мета та завдання досліджень	27
3.4. Технологія вирощування сої на зерно в дослідах	28
3.5. Методи проведення досліджень	29
Розділ 4. Результати досліджень	30
4.1. Вплив фракції висіяного насіння на зміни густоти стояння рослин в посівах сої протягом вегетаційного періоду	30
4.2. Залежність біометричних показників рослин сої від сорту та фракції висіяного насіння	32
4.3. Біологічна урожайність зерна сої сортів Київська 98 та Феміда залежно від фракції висіяного насіння	36
Розділ 4. Біоенергетична ефективність вирощування зерна сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння	39
Висновки	42
Пропозиції	43
Список літератури	44
Додатки	51

ВСТУП

Соя вже багато років належить до найважливіших культур світового землеробства, що з великим успіхом використовується для розв'язання найбільш актуальної проблеми – проблеми рослинного білка і олії. Це унікальна продовольча, лікарська і кормова рослина.

Найважливіша перевага сої порівняно з іншими зернобобовими культурами полягає в тому, що вона містить багато білку і жиру високої якості та інших поживних речовин. Соєвий білок досить збалансований за амінокислотами, необхідними для життя людини і тварин. Він відноситься до числа добре засвоюваних, високопоживних і близький за амінокислотним складом до тваринних білків. У світовій економіці спостерігається тенденція зростання використання високоякісного рослинного соєвого білку, який має низьку вартість, високі фізіологічну активність та харчові і кормові якості.

Ще кілька десятиліть тому вважалося, що соя неприйнятна для вирощування в Україні сільськогосподарська культура у зв'язку з важкою її адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов. Однак, з часом, створення та впровадження сучасних, високопродуктивних сортів сої, розробка зональних технологій їх вирощування, а також накопичений світовий досвід аграріїв переконали в протилежному. Нині соя поступово витісняє традиційні олійні та зернобобові культури і починає займати вагоме місце у структурі посівних площ сільськогосподарських культур. Підтвердженням цього є те, що у 2000 р. частка сої у структурі олійних культур становила лише 1,6%, сільськогосподарських культур – 0,2%, а вже через десять років ці показники становили відповідно 14,7 і 4%.

У зв'язку із зростаючим попитом на білкові джерела, в Україні доцільно перебудувати структуру посівів сільськогосподарських культур в напрямку розширення посівів сої, яка здатна вирішити проблему білка і при цьому підвищити родючість ґрунту, покращити його азотний баланс. Цей процес вже розпочався і інтенсивно наростає, про що свідчить зростання посівних площ сої: за останні шість років посівні площі під соєю в Україні зросли від 64 тис. га в

2000 році до 700 тис. га в 2008 році і майже досягли 1 млн. га у 2010 році.

Відносно невисока урожайність зерна у виробничих посівах зони Лісостепу при високому потенціалі сучасних вітчизняних сортів (20-25 ц/га і більше) свідчить про недостатню вивченість особливостей росту і розвитку рослин, впливу якості посівного матеріалу на рівень урожайності сої. Тому, поряд із збільшенням площ посіву і виробництва сої, важливого значення набуває наукове обґрунтування і розробка прийомів технології вирощування сортів цієї культури, які повинні забезпечувати підвищення рівня урожаю та якості зерна в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Процеси генеративного розвитку сої дуже тривалі, а тому в період збирання на рослині утворюються боби, що суттєво різняться лінійними розмірами, фазою стиглості та фізіологічним станом зерна. При використанні такого зерна як посівного матеріалу, через його неоднорідність, формуються рослини з різним потенціалом урожайності, змінюється структура продуктивності агрофітоценозу та зменшується урожайність зерна.

Нині в насіннезнавстві накопичено певний практичний досвід щодо неоднорідності насіння, проте агротехнічні аспекти її появи та розвитку з'ясовано ще не повністю. До того ж кількість даних щодо насіннезнавства сої дуже обмежена.

У зв'язку з цим актуальним завданням є дослідження процесів формування насіння сої високої якості залежно від технологічних факторів, що дозволить розробити методи прогнозування якості посівного матеріалу і підвищення насінневої продуктивності та врожайності сої. Це і визначило вибір теми дипломної роботи.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

1.1. Значення сортів у поширенні сої, підвищенні її урожайності та поліпшенні якості зерна

В умовах зростаючої інтенсифікації виробництва сорт – сукупність рослин, створених внаслідок селекції, що володіє певними морфологічними, фізіологічними, господарськими ознаками і властивостями, які передаються у спадок, – стає однією із передумов отримання високого урожаю необхідної якості будь-якої сільськогосподарської культури [16; 25]. Але кожний сорт може повністю реалізувати свої потенційні можливості лише за оптимальних умов вирощування [55]. Інтенсифікація рослинництва в останні десятиріччя в основному зводиться до подолання протиріч між вимогами сортів до умов вирощування і можливостями в їх забезпеченні [9].

В наш час сорт є найдоступнішим і найдешевшим засобом підвищення урожайності сільськогосподарських культур [7; 55; 62; 67; 72]. В той же час сорти сої відрізняються вузьким екологічним пристосуванням. Більшість із них пристосовані до вирощування у вузькій смузі шириною 160-240 кілометрів з півночі на південь [6; 7; 35; 58; 66]. Перенесення сорту за межі цієї смуги призводить до зміни тривалості окремих фаз росту і розвитку та вегетаційного періоду взагалі [64]. Тому широкому запровадженню сорту у виробництво повинно передувати вивчення прояву фізіологічних, морфологічних та господарських ознак сорту в регіоні його можливого поширення.

Довгий період саме з відсутністю хороших сортів, адаптованих до місцевих умов, і знань їх біологічних особливостей в значній мірі пов'язані невдачі у запровадженні сої в нашій країні та за рубежем [2; 38; 42; 50].

В Україні соя вирощується з кінця ХІХ століття [18; 38]. Перші дослідні і виробничі посіви були проведені не лише в південних і центральних, а й на території нинішніх Київської, Вінницької, Житомирської, Сумської та

Чернігівської областей [42]. Площа перших виробничих посівів, що відносяться до 1926 року, складала 500 гектарів. У ХХ столітті максимального значення площа посівів сої в Україні досягла в 1931 році – 191 тис. га [6].

Сортовий склад сої в ті роки був бідним: культура була представлена переважно завезеними далекосхідними та американськими сортами, що були мало пристосованими до ґрунтово-кліматичних умов України; технологія вирощування сої була мало вивчена [5; 42]. З цих причин після 1932 року площі під цією важливою культурою в Україні різко скоротились [6].

Подальші спроби широкого запровадження сої без створення вітчизняних сортів не давали позитивних результатів [18]. Тому було розгорнуто селекційну роботу із створення вітчизняних сортів та розробки технології їх вирощування.

Перші сорти української селекції були одержані ще в дореволюційні роки. Окремі з них були використані як вихідний матеріал для створення західноєвропейських та американських сортів [42].

У довоєнні роки українськими селекціонерами було виведено цілий ряд досить продуктивних і перспективних для того часу сортів, з яких передані у виробництво були лише Староукраїнська – у 1933 році, Харківська 149 і Білоцерківська 17 – у 1939 році [42]. На жаль, більшість українських сортів в роки Великої Вітчизняної війни були втрачені.

У післявоєнні роки селекціонерами України були створені і районовані нові сорти сої, зокрема Дніпровська 1 (1945 р.), Дніпровська 12 (1958 р.), Кельменецька 2 (1956 р.), Кіровоградська 4 (1959 р.) та інші [42]. Це дозволило розширити зону вирощування сої і збільшити площі посіву цієї важливої культури: в 60-ті роки вона була районована в дев'яти областях і займала площу біля 4 тис. га, в кінці 70-х років – в двадцяти трьох областях із двадцяти п'яти, де висівалась на площі більше 40 тис. га [6].

Вирішальну роль у значному рості виробництва сої в багатьох країнах світу відіграло виведення високопродуктивних сортів [50], адаптованих до різноманітних умов вирощування. Пріоритет в цьому напрямку належить США [59]. Загальна кількість сортів американської і канадської селекції перевищує

триста. В цих країнах для кожної ґрунтово-кліматичної зони були виведені та запроваджені у виробництво високопродуктивні сорти сої і розроблена технологія їх вирощування.

Саме в Сполучених Штатах Америки були створені сорти, що знайшли широке запровадження в багатьох країнах світу в якості вихідного матеріалу для селекції та безпосередньо для отримання високоякісного товарного зерна [59]. На основі американських сортів стало можливим швидке нарощення виробництва зерна сої в Бразилії, Аргентині, Канаді, Туреччині та багатьох інших країнах. В 70-х роках американськими сортами було зайнято 55% посівних площ сої в Угорщині [40], біля 60% посівних площ сої в Румунії [36]. В цей період значні площі були зайняті сортами американської селекції Еванс, Амсой, Ходсон, Меріт, Віл'ямс, Кінгсой та іншими в Югославії, Італії, Болгарії, Франції, Ірані, Пакистані, Єгипті, Сирії [50].

В 2000 р. посіви сої в світі перевищили 75 млн. га, виробництво її зерна досягло 167,2 млн. т. Тепер сою вирощують вісімдесят країн на шести континентах з метою використання на харчові, медичні, кормові і технічні потреби [6].

В різних кліматичних зонах суттєво відрізняються ознаки сортів, що визначають можливість їх вирощування [10]. Тому при виборі сорту для конкретних ґрунтово-кліматичних умов головними критеріями повинні бути: напрям використання, скоростиглість, урожайність, стійкість проти осипання, вилягання, шкідників, хвороб; в посушливій зоні – стійкість проти посухи, у зволоженій – проти тимчасового перезволоження [6; 30; 47].

Тривалість періоду вегетації є важливою біологічною і господарською ознакою, що визначає зону поширення сорту. Сорти сої за стиглістю поділяються на ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні і пізньостиглі, а за призначенням – на зернові, кормові і зерно кормові [4; 10].

Літературні дані свідчать, що тривалість періоду вегетації змінюється не лише за сортами, а й за географічними пунктами та роками, тобто залежить не лише від сортових особливостей, а і від географічних і екологічних умов місця

вирощування. За даними Е. Курника (1975), різниця тривалості вегетаційного періоду окремих ранньостиглих сортів в одному і тому ж місці вирощування відповідала, залежно від умов року, 8-14-ти дням, а в різних місцях вирощування, в одному і тому ж році, під впливом комплексних екологічних факторів – 20-25-ти дням. Для самих пізньостиглих сортів коливання періоду вегетації складають в окремі роки 30-40 днів, а вплив умов регіону вирощування може дати різницю 50-60 днів. Чим пізньостигліший сорт, тим більша в нього амплітуда коливань у довжині вегетаційного періоду при вирощуванні в різних географічних районах та по роках в одному районі [40]. Сорт американської селекції Амсой, який культивувався в Угорщині, Болгарії та Югославії, виявився дуже пізньостиглим в умовах Північного Степу України [51]. Шведський сорт Фіскебі V в Степу України (біля міста Херсон) досягав за 80-95 днів, а при вирощуванні біля польського міста Радзіков – за 130-135 днів [23]. Багатьма дослідниками відмічалась загальна залежність для всіх сортів: вегетаційний період скорочується в напрямку з півночі на південь і південний схід, а також до певних меж із заходу на схід при одній географічній широті місця сортовипробування [38; 64].

Одним із основних критеріїв оцінки сортів є їх урожайність та її стабільність по роках. При правильному розміщенні за природноекономічними зонами України відповідно підібраних сортів і дотриманні технології їх вирощування, урожаї зерна сої досягають в богарних умовах 18-23 ц/га, а при зрошенні – 25-30 ц/га та більше [6]. Пізньостиглі сорти, як правило, мають більшу насінневу продуктивність. Але при відповідній технології вирощування скоростиглі сорти не лише не поступаються за урожайністю пізньостиглим, а у ряді випадків і переважають їх [15].

Україна – лідер на континенті за кількістю виведених і впроваджених сортів сої [24]. На даний час у Реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні нараховується 114 сортів, з них 73% – вітчизняної селекції [3; 57].

У "Реєстр сортів рослин України" на сьогодні занесено 62 сорти сої української селекції. Потенціал урожайності скоростиглих сортів сої нового

покоління становить 18-23 ц/га, ранньостиглих – 25-28, середньостиглих – 30-38 ц/га. Для кожної ґрунтово-кліматичної зони районовано цілу групу сортів, добре адаптованих до умов регіонів, вони надійно дозрівають, забезпечують високу врожайність [3; 52; 63]. Велике різноманіття дає можливість вибору та підбору найбільш пристосованих сортів до конкретних умов вирощування, які забезпечують щорічно високу і сталу урожайність зерна. Правильний добір сортів не тільки сприяє постійному зростанню урожайності та її стабілізації, але і значно підвищує конкурентоспроможність основних сільськогосподарських культур [61; 70].

Отримати достатньо високі і стійкі врожаї зерна сої можна лише за умови найбільш повного досягнення відповідності технології вирощування біологічним вимогам культури [8; 20; 54]. В інтенсивному землеробстві сорт і технологія мають бути системно пов'язані, екологічно орієнтовані і складати функціональну цілісність [9].

Вітчизняними дослідниками розроблено наукові основи інтенсивних технологій вирощування сої. Впровадження цих технологій дає змогу вирощувати високі врожаї зерна і свідчить про можливість суттєвого збільшення її виробництва вже в найближчі роки. Біологічною основою інтенсивних технологій виступають районовані сорти [8; 47], найбільш пристосовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов [6; 28; 56]. В сучасному виробництві сорт виступає як біологічний фундамент, на якому базуються всі інші елементи технології вирощування культури [24; 55]. Світовою та вітчизняною практикою рослинництва встановлено, що частка сорту та високоякісного насіння за останні 30 років у загальному рості врожайності зернових і зернобобових культур за рахунок інтенсивних факторів складає від 25 до 50% залежно від культури [24; 27; 67].

Сортова технологія має враховувати специфіку адаптивних реакцій сорту на різних етапах розвитку, в тому числі – і характер зв'язків між компонентами потенційної продуктивності. А це можливо лише при використанні закону взаємозв'язку рослинних організмів із навколишнім середовищем [8; 22].

Розробку сортової технології вирощування для нових сортів необхідно розпочинати одночасно із розмноженням найкращих номерів конкурсного сортовипробування [6].

Враховуючи приведені літературні дані, слід відмітити, що в міру створення і районування нових, більш продуктивних сортів, необхідно проводити сортозаміну та застосовувати розроблену для нового сорту технологію вирощування, спрямовану на максимальну реалізацію його біологічного потенціалу.

1.2. Вплив крупності і вирівняності насіння на його посівні якості та врожайні властивості.

На посівні і врожайні якості насіння великий вплив мають екологічні та агротехнічні умови їх вирощування. Відомо, що одна і та ж рослина дає насіння різне за розміром, масою, формою, хімічним складом і біологічними особливостями [19; 44]. Різноманітне насіння виникає внаслідок впливу умов навколишнього середовища на його розвиток, різниці в місцезнаходженні насіння на материнській рослині тощо [69]. Насіння, сформоване на різних стеблах однієї рослини, різноманітне за своєю природою. Розрізняють три категорії різноманітності насіння: генетичну, екологічну і матрикальну [31; 45; 68]. Краще за посівними, біохімічними та врожайними характеристиками насіння формується на головних стеблах, а на інших стеблах (в міру їх появи) формується насіння гіршої якості [11; 14; 43].

Є підстави вважати, що здатність насіння давати потужні, добре розвинуті плодовиті рослини зумовлюється часом появи його на материнській рослині. Відомо, що утворення квіток і досягання плодів та насіння навіть в межах однієї рослини проходить різночасно: у пшениці першими зацвітають квітки в середині колоса, у вівса та проса – у верхній частині волоті тощо.

Місце розміщення плодів на материнській рослині, як і насіння в межах одного плоду суттєво впливає на їх формування і реалізується у вигляді помітної

різномісності насіння, що досягає на одній рослині [71].

Розміри і форма насіння є зовнішніми проявами процесів синтезу і накопичення речовин в різних тканинах і органах [46]. Різномісність насіння одного і того ж сорту і навіть однієї і тієї ж рослини, мабуть, буде давати різне потомство, формувати різний урожай [44].

Різномісність насіння призводить до застосування методів відбору за такими ознаками, як крупність, щільність, виповненість насіння тощо, що з успіхом застосовується при відбиранні насіннєвого матеріалу [37; 49].

Самий простий і ефективний спосіб розділення насіння – за його розмірами. Оскільки насіння має три розміри, то його сортування може проводитися за кожним з них. Сортування за допомогою решіт – найбільш розроблений спосіб добору високоякісного посівного матеріалу [26; 31; 53].

Ряд науковців вважають, що маса 1000 зерен сильно впливає на ріст і розвиток рослин, а в кінцевому результаті – і на урожайність. В.В. Буткевич, після узагальнення літературних джерел, дійшов висновку, що сівба крупним насінням впливає на всі складові врожаю – зберігається висока густина стояння рослин, поліпшуються показники структури врожаю. В. Каппель (1980) встановив між масою 1000 насінин і розвитком рослин чітку позитивну кореляцію. На його думку, крупне насіння сприяє початковому розвитку рослин. Проте на подальших етапах цей зв'язок не прослідковується [1]. Сівба крупним насінням забезпечує кращі дружні сходи, збереження рослин протягом вегетаційного періоду, а також вищий врожай [13].

Людина з давніх часів сортує посівний матеріал, залишаючи із всієї маси отриманого врожаю краще насіння для сівби. Не дивлячись на величезну давність сортування насіння для сівби, до цих пір принципи його залишаються такими ж, як і в сиву давнину, а саме: сортування за вагою, величиною і формою. Цілком очевидно, що якість насіння зумовлюється не лише величиною, вагою і формою, а й здатністю його давати добре розвинуті плодовиті рослини. Звичайно, ні вагою, ні формою, ні величиною насіння не можна визначити цю здатність [31; 39].

В групі показників, що характеризують якість насіння, особливе місце займає його крупність. Вона має важливе значення в процесах післязбиральної обробки і зберігання насіннєвого матеріалу та підготовки його до сівби [32; 34].

Серед практиків та науковців немає єдиної думки про те, чи потрібно ділити насіння за крупністю. Ряд експериментальних досліджень свідчать про те, що найбільш урожайним насінням є середнє та більше середнього; у той же час деякі дослідники не визнають переваги крупного насіння. Узагальнювати експериментальний матеріал, отриманий різними дослідниками, досить важко, оскільки крупне насіння кожного дослідника відображало тільки його зразок. У зв'язку з цим виникає питання про врожайні властивості окремих фракцій насіння при більш ретельній підготовці їх до сівби [12; 21; 26; 31; 39; 41; 60]. Незважаючи на те, що питання це дискутується давно, дотепер серед учених немає єдиної думки щодо впливу величини насіння на врожайність одержаних із нього рослин [41].

Проведеними дослідженнями встановлено, що дрібне насіння у більшості випадків за посівними якостями і врожайними властивостями поступається як середньому, так і крупному [21; 31]. Спостереження за посівами зернових хлібів, що вирости після сівби розсортованими фракціями насіння, показують, що вирівняне однорідне насіння дає рівні дружні сходи. Пояснюється це відсутністю пригнічення слабких рослин сильними. Рослини, що вирости із насіння фракцій великого розміру, незалежно від того, як це насіння вирівняне (по довжині, товщині або ширині), були міцнішими і вищими, мали інтенсивніше зелене забарвлення порівняно з рослинами, що вирости із насіння менших розмірів. При сівбі некаліброваним насінням, тобто вихідною сумішшю насіння різних розмірів, рослини, що вирости із насіння крупних розмірів, розвивалися швидше, пригнічуючи рослини, що вирости із дрібного насіння і відставали в рості. Тому для сівби сої слід використовувати відсортоване і вирівняне за крупністю насіння з високою енергією проростання і схожістю [17; 58]. Розділенням на фракції за крупністю та питомою вагою можна покращити посівні якості низькокондиційного насіння [26].

Детальний аналіз літературних джерел свідчить про актуальність і недостатню вивченість зв'язків між урожайними властивостями насіння і його морфологічними характеристиками. Для сої найбільш доцільним є поділ вихідного зразка за співвідношенням лінійних розмірів насіння, тобто за їх формою, що характерна для даного сорту [33].

Сортування насіння можна проводити на різноманітних технічних засобах, використовуючи різні підходи та технічні рішення. Відібране за питомою вагою насіння пшениці має дещо вищу масу 1000 насінин і вищу схожість. Особливо помітна різниця за схожістю спостерігається в польових умовах. Насіння, відібране за питомою вагою дає більш дружні та густі сходи. Дружні сходи, вирівняність стеблостою та одночасність досягання посівів, як наслідок сівби розсортованими фракціями насіння, збільшує величину урожаю [60]. При підготовці насіння до сівби розміри його впливають на посівні якості та норму висіву, а також урожай сої [34].

Калібрувати і використовувати для сівби крупну фракцію насіння сої рекомендується також з метою попередження виникнення вірусних хвороб, що особливо важливо для насінневих ділянок [65].

Таким чином, враховуючи приведені дані з наукових публікацій, можна зробити висновок, що питання впливу величини висіяного насіння на продуктивність сільськогосподарських культур, в тім числі – і сої, залишається актуальним і повинно досліджуватися з метою встановлення загальних закономірностей і кореляційних залежностей в перебігах процесів формування насіння і його продуктивних якостей.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна характеристика та біологічні особливості сої

Соя за багатовікову історію селекції і вирощування в різних регіонах сформувалася в культуру, що увібрала найцінніші властивості, а її сучасні сорти відзначаються пластичністю, високим потенціалом продуктивності, чутливістю до ґрунтово-кліматичних умов, характеризуються різною холодостійкістю, посухостійкістю, строками досягання, якістю продукції, разом з тим вони мають багато спільних біологічних особливостей і вимог до умов вирощування. За вимогами до факторів життя її можна віднести до тепло-, волого- і світлолюбних культур, які крім того потребують високої культури землеробства.

Соя культурна, – *Glycine hispida*, – трав'яниста однорічна рослина з стрижневим, порівняно коротким головним коренем і великою кількістю довгих бічних корінців, які заглиблюються в ґрунт до 2 м. Тонкі корінці становлять близько 60% кореневої системи. Основна маса коріння залягає в орному шарі. Розміри і глибина кореневої системи залежать від сорту, агротехніки, вологості й температури ґрунту.

Сходи мають дві сім'ядолі, які під час проростання насіння виходять на поверхню ґрунту, далі розвиваються два простих листочки. Висота стебла від 25 см до 2 м, а товщина від 3-4 до 11-13 мм. Рослини з товстим стеблом стійкіші проти вилягання. Під час досягання стебло набуває піщаного, буро-жовтого або рудого кольору.

Листки – складні трійчасті, листочки – широкояйцеподібні, овальні, овально-видовжені, широколанцетоподібні.

Суцвіття-китиці розміщені в пазухах листків і бувають багато-, середньо- і малоквіткові. Віночок квіток метеликового типу, білого або фіолетового кольору. Соя – самозапильна рослина, квітки малі, майже без запаху, розкриваються після запліднення.

Боби прямі, зігнуті або проміжні, при досягання світло-солом'яні або

блідо-піщані, жовтувато-бурі, сіро-бурі, руді різного відтінку й темно-сірі, майже чорнуваті. Висота прикріплення нижніх бобів над поверхнею ґрунту від 2-3 до 20-25 см. Насіння жовте, коричневе, чорне й зелене різних відтінків; за формою кулясте, овальне, видовжене і проміжне між ними; вага 1000 насінин від 40 до 500 г. Сім'ядолі жовті або зелені. Вони становлять близько 90% ваги насінини. На місці оболонки, де насінний зачаток прикріплювався до сім'яніжки, є слід – рубчик, який буває одного кольору з насінною або іншого. Стебло, гілки, черешки, листки й боби сої вкриті волосками білого або рудого кольору різної густоти.

Вимоги до ґрунту. Сою можна культивувати на добре дренованих землях і збирати високі врожаї на різних ґрунтах – чорноземних, каштанових, дерново-підзолистих та ін. Добрими для неї є суглинкові ґрунти. Важкі глинисті ґрунти можуть призводити до труднощів при сівбі та появі сходів, однак, якщо сходи з'явилися, в подальшому рослини можуть добре адаптуватися. Для одержання високого врожаю для неї найбільш придатні, окультурені, багаті гумусом та вапном, удобрені, пухкі, ґрунти, що легко прогриваються з доброю водо- і повітропроникністю. Піщані і гравійні ґрунти найменш придатні для вирощування сої, у зв'язку з тим, що вони мають тенденцію до пересихання у період вегетації рослин. Вона переносить високий рівень ґрунтових вод і рН ґрунтового розчину від 5,5 до 8,5, однак оптимальним для неї – рН 6,5-7. На ґрунтах з рН 3-4 загибель сої спостерігається після сходів через 40-50 днів, при рН 5 вона спочатку розвивається, а потім пригнічується і майже не утворює здорового насіння. Коренева система потребує доброї аерації, структурного ґрунту. Вона добре росте на розпушених ґрунтах з об'ємною масою 0,9-1,2 г/см³. При підвищенні щільності до 1,27 г/см³ і більше, послаблюється ріст рослин, коренева система розміщується близько до поверхні ґрунту, на її коріннях мало формується бульбочок, у рослинах слабше відбувається фотосинтез і як результат, зменшується продуктивність рослин і знижується врожай на 5,1-7,5 ц/га і більше.

Не придатні для сої без меліорації солонці та солончаки, заболочені та

кислі ґрунти, піски. Найважливішою умовою одержання високих урожаїв є наявність у ґрунті доступних елементів живлення, азотфіксуючих бульбочкових бактерій, вологи і температурного режиму.

Вимоги до тепла. Соя – теплолюбна культура, бо сформувалася в умовах теплового мусонного клімату. Одночасно вона пластична до умов вирощування, ареал її поширення – від екватора до 52-54° північної широти. Потреба її до тепла зростає від проростання насіння до сходів, потім – до цвітіння, зав'язі та формування насіння, а пізніше під час досягання вона зменшується. Для більшості сортів за вегетаційний період необхідна сума активних температур повітря вище 10 °С від 1600-2000 до 3200 °С.

Мінімальною температурою для проростання сої є 6-7 °С на глибині загортання насіння, достатня – 12-14°С, оптимальна – 15-18°С. Для росту проростків температура має бути на 2-3 °С вищою, ніж для проростання насіння, а мінімальна для цієї фази – 8-10 °С, достатня – 15-18 °С, оптимальна – 20-22 °С. Якщо після сходів установилася тепла погода і є волога, рослини будуть більшими, а цвітіння настане раніше.

Сходи сої краще розвиваються при теплій і вологій погоді, вони витримують короткочасне зниження температури до мінус 2-3 °С і навіть дещо нижчої. Однак тривалі приморозки з температурою 2,5 °С і нижчою вже згубно впливають на сходи сої.

Ріст вегетативних і генеративних органів значною мірою залежить від теплового режиму. На період від цвітіння до повної стиглості сої припадає 2/3 всього тепла, необхідного для росту і розвитку її рослин, з деякими відхиленнями залежно від сортів і умов вирощування. Зниження температури на 0,5 °С може затримувати цвітіння на 2-3 дні.

Для формування репродуктивних органів сої сприятлива температура 18-19 °С, оптимальна – 21-23 °С; для цвітіння – мінімальна 16-18 °С, сприятлива – 19-21 °С, оптимальна – 22-25 °С, максимальна близько 28 °С; для формування бобів і насіння відповідно 13-14, 17-18 і 20-23 °С, а для досягання – 7-8, 13-16, 18-20 °С. У посівах при температурі 15-19 °С насіння досягає за 10-15, а при

більш високій – за 6-8 днів. При зниженні температури до 10-13 °С листки поступово жовтіють і досягання затримується до 18-20 днів, а ще більше – при 8-9 °С. Якщо соя достигла, то осінні приморозки до мінус 3°С не впливають негативно на врожай насіння. Але збирати її необхідно в суху погоду, щоб не травмувати насіння.

Вимоги до вологи. Соя – вимоглива до умов вологозабезпеченості. Для неї характерне нерівномірне використання вологи за фазами росту і розвитку рослин. Найбільше вологи вона споживає у період цвітіння, формування і наливання бобів. Транспіраційний коефіцієнт у сої становить 500-650.

Для набубнявіння і нормального проростання насіння потребує 130-160% води від своєї маси. Насіння сої бубнявіє швидше, ніж інших культур, однак проросток при нестачі вологи сильно пригнічується.

У перший період вегетації – від сходів до початку цвітіння, – вона споживає 15-30 м³/га води на добу і відзначається достатньо високою посухостійкістю. Після появи сходів у сої перший відносний максимум споживання вологи настає у фазі гілкування, а другий більш інтенсивний – у фазі формування та наливання насіння. З наростанням вегетативної маси збільшуються витрати води посівом сої, досягаючи максимум 40-60 м³/га за добу в період цвітіння – формування бобів – наливання насіння.

Для сої критичним за вологоспоживанням є період цвітіння – наливання насіння, коли дефіцит води може призвести до різкого зниження врожаю. Хороші врожаї можна одержувати при дещо пониженій вологозабезпеченості в перший період вегетації, але завжди обов'язково при достатньому зволоженні в наступний період цвітіння – формування бобів – наливання насіння. Якщо під час цвітіння і формування бобів розвинулася міцна вегетативна маса, а потім настала посуха, то у сої спостерігається абортівність квіток, обпадання частини листків і бобів, слабе наливання насіння і зниження врожаю. Надмірне зволоження в поєднанні з прохолодною погодою особливо несприятливе для проростання насіння, а потім різко знижує продуктивність рослин. В роки з великою кількістю опадів під час цвітіння, але з посушливим періодом при

формуванні та наливанні бобів, урожаї бувають нижчими, ніж у роки з рівномірним розподілом вологи за фазами росту і розвитку рослин.

2.2. Характеристика сортів сої, що використовувалися в дослідженнях

2.2.1. Сорт сої Київська 98 внесений у Реєстр сортів рослин України з 2001 року. Виведено методом індивідуального добору з гібрида від схрещування сорту Іскра і канадського зразка 421968-7613.

Висота рослин 95-100 см. Облистяність добра. Суцвіття – багатоквіткова китиця, на квітконосі 9-14 фіолетових квіток. Боби грубоволокнисті, опушені, з 2-3 насінинами. Висота прикріплення нижніх бобів 10-14 см.

Належить до маньчжурського підвиду, апробаційної групи – *sordida*. Стебло з прямим закінченням, темно-коричневе, з рудим опушенням. Листки трійчасті, широкояйцевидні, цільнокрайні, із загостреним кінчиком. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний. Маса 1000 насінин 150-160 г.

Скоростиглий, стійкий проти ураження найпоширенішими хворобами, а також проти понижених температур у період цвітіння та плодоутворення. У насінні міститься 40-41% протеїну і 21-23% олії.

Урожайність у конкурсному сортовипробуванні в середньому за три роки (1997-1999 рр.) становила 3,2 т/га, у виробничому сортовипробуванні – 2,8 т/га.

Рекомендується для вирощування в основних посівах Лісостепових районів України, на півдні Лісостепу може висіватись у післяюкісних і післяжнивних посівах та використовуватись як попередник для озимих культур.

Оригізатори сорту – Інститут землеробства УААН, Інститут фізіології рослин та генетики НАН України.

Автори сорту: Михайлов В.Г., Щербина О.З., Романюк Л.С., Кошевський І.І.

2.2.2. Сорт сої Феміда створено шляхом індивідуального відбору з гібридної комбінації Рада х Шведська 243334. Належить до маньчжурського підвиду, апробаційна група *sordida*.

З 2004 року занесений до Реєстру сортів рослин України. Середньостиглий, високопродуктивний, стійкий до основних грибкових і вірусних хвороб.

Має понижену чутливість до дефіциту вологи в період формування генеративних органів порівняно зі стандартом – Київської 27. Завдяки високому вмісту білка і жиру в насінні має високі смакові якості, тому придатний для використання у харчовій промисловості.

Веgetаційний період – 120-130 днів. Висота прикріплення нижніх бобів – 14-20 см. Урожайність насіння – 23,4-28,2 ц/га. Вміст сирого протеїну – 36,4-39,5%. Вміст рослинного жиру – 17,3-19,4%. Рекомендована зона вирощування: Степ, Лісостеп.

Оригізатори сорту: Інститут кормів УААН, Інститут землеробства південного регіону УААН.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристики ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводились на території центрального Лісостепу України в польовій десятипільній сівозміні кафедри рослинництва на дослідному полі Білоцерківського національного аграрного університету.

Рельєф території дослідного поля являє собою хвилясту рівнину з незначним нахилом на північний захід. Мікрорельєф чітко виражений. Рівнинний характер місцевості ускладнюється наявністю мілких западин та блюдць.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий на лесових породах. Вміст гумусу в орному шарі складає 2,49%, рН = 6,4, вміст легкогідролізованого азоту – 10 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору та калію – відповідно 8 та 14 мг/100 г ґрунту. Гідролітична кислотність ґрунту складає 1,3 мг.-екв./100 г ґрунту, сума вбирних основ – 25,4 мг.-екв./100 г ґрунту, ступінь насиченості основами – 95,0%.

Ґрунт сівозміни характеризується такими морфологічними ознаками: товщина гумусового горизонту сягає 63 см, далі, до глибини 160 см, розміщується перехідний горизонт, з глибини 160 см і нижче – материнська порода. Гумусово-аккумулятивний горизонт чорного кольору, легкосуглинковий, грудкувато-пилуватої структури, містить новоутворення у вигляді кварцових зерен та включення у вигляді коренів рослин. Глибина скипання – 47 см. Гумусово-аккумулятивний горизонт поступово переходить у верхній перехідний. Верхній перехідний горизонт сірого кольору з буруватим відтінком, грудкувато-зернистої структури, легкосуглинковий, з включеннями у вигляді коренів рослин. Перехід до нижнього перехідного горизонту поступовий. Нижній перехідний горизонт сірого кольору з жовтуватим відтінком, легкосуглинковий, призматично-грудкуватої структури, містить новоутворення (карбонати у вигляді міцелію) та включення (корені рослин). Перехід до материнської породи поступовий, бурувато-палевого кольору. Материнська порода – карбонатний лес.

3.2. Агрометеорологічні умови виконання досліджень

Територія НВЦ Білоцерківського НАУ розташована в зоні з теплим помірно-зволоженим кліматом. Середньорічна температура становить $+7^{\circ}\text{C}$, з найвищими її показниками ($+38,5^{\circ}\text{C}$) в липні–серпні і найнижчими ($-34,0^{\circ}\text{C}$) – в січні–лютому. Слід відмітити, що періоди з надто високою і надто низькою температурами недовготривалі і спостерігаються відносно рідко.

Тривалість вегетаційного періоду із середньодобовою температурою повітря вище 10°C становить 200-205 днів. Сума активних температур за це період складає біля 2650°C .

Стійкі холоди настають в кінці листопада і тривають до кінця березня, іноді тримаються і в першій декаді квітня. Останні весняні заморозки в окремі роки спостерігаються в другій декаді травня, перші осінні – в кінці вересня. Зима відзначається незначним сніговим покривом – 10-22 см. Сталий сніговий покрив утворюється в грудні і утримується біля 90 днів. Зима нестійка, з частими відлигами, нерідко спостерігаються ожеледі, на посівах утворюється льодова кірка, що негативно відображається на рості та розвитку посівів озимих культур.

Річна кількість опадів в зоні розміщення господарства в середньому становить 530 мм; при цьому спостерігаються значні коливання кількості опадів: у дощові роки їх кількість може сягати до 700-800 мм, в посушливі – біля 300 мм. За період вегетації випадає біля 70% опадів. В літній період опади мають зливовий характер, що сприяє розвитку водної ерозії ґрунтів.

Вітри протягом року розподіляються практично рівномірно по всіх напрямках горизонту: взимку – північних напрямків, влітку – західного та південно-західного; в посушливі роки переважають південно-східні вітри.

В цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування основних сільськогосподарських культур та одержання високих сталих врожаїв, в тім числі – і сої.

Агрометеорологічні умови в роки проведення наших досліджень відрізнялися як між собою, так і від середніх багаторічних даних (табл. 3.1.).

Особливістю 2022 року, порівняно із середніми багаторічними даними, є

Таблиця 3.1. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень

Місяці	Середня температура повітря, °С					Сума опадів, мм				
	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	багато-річна	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	багато-річна
Січень	-4,0	-8,7	-2,7	-2,2	-6,0	19,8	63,0	15,1	40,8	28,0
Лютий	-1,7	-3,3	-5,9	-11,0	-5,4	39,4	43,8	17,4	29,1	27,0
Березень	2,3	0,4	0,9	1,2	-0,6	34,8	18,6	4,5	21,3	30,0
Квітень	10,4	9,9	9,6	10,8	7,1	0,1	41,8	21,7	64,9	44,0
Травень	14,9	16,9	15,8	16,4	14,2	32,5	45,9	47,7	31,2	55,0
Червень	20,4	21,2	20,1	20,0	17,3	30,5	61,7	138,8	61,1	67,0
Липень	20,7	23,1	21,4	22,4	19,3	104,6	125,8	57,3	51,9	72,0
Серпень	18,2	22,6	19,0	17,6	18,6	18,8	28,2	63,9	108,3	62,0
Вересень	16,3	14,4	14,6	16,5	13,6	10,0	30,1	18,4	28,7	43,0
Жовтень	9,0	6,0	7,0	10,2	7,4	24,9	33,7	30,0	42,3	39,0
Листопад	4,7	8,3	2,1	4,7	1,0	18,7	13,9	1,6	37,7	38,0
Грудень	-2,8	-4,1	2,1	-5,5	-3,5	57,1	0,0	32,6	116,4	33,0
$\Sigma t > 10^{\circ}$	3004,5	3198,6	3045,7	3231,8	2545,1	–	–	–	–	–
$\Sigma t > 15^{\circ}$	2340,5	2558,5	2375,7	2703,8	1696,9	–	–	–	–	–
Сума опадів: за рік						391,2	428,8	449,0	633,7	536,0
за травень – вересень						196,4	261,6	326,1	281,2	299,0

значно вищі показники температури – сума температур вище 10° С склала 3004,5 і перевищила середню багаторічну норму на $459,4^{\circ}$ С (+18,1%). При цьому протягом року випало опадів на 144,8 мм менше багаторічної норми та їх розподіл був вкрай нерівномірним: протягом весни перевищення багаторічної суми опадів було зафіксовано лише в березні, літом – лише в липні, осінь була посушливою. За таких умов ГТК Селянінова за вегетацію склав 0,67, що дозволяє визнати 2022 рік в цілому сприятливим за умовами зволоження.

2023 рік відрізнявся від попереднього року проведення досліджень. Цей рік відзначився ранньою, але затяжною і прохолодною весною та жарким і посушливим літом. Сума опадів за січень – лютий 2023 року перевищила середню багаторічну норму майже у два рази. А от за весняно-літній період (з березня по серпень) сума опадів жодного місяця, крім липня, не досягла середніх багаторічних значень, і лише у липні кількість опадів перевищила середню багаторічну норму у 1,5 рази. Протягом весняно-літнього періоду цього року випало 322, 0 мм опадів при середній багаторічній сумі 330,0 мм, а це дозволяє вважати вегетаційний період 2023 року для сої в цілому сприятливим, що підтверджується показником гідротермічного коефіцієнта Селянінова, який

складає 1,01.

За даними спостережень, 2024 рік також суттєво відрізнявся від середньобогаторічних метеорологічних показників та від показників інших років проведення досліджень. На фоні зниженої суми опадів за рік, цього року за період розвитку сої сума опадів перевищила середньо богаторічне значення цього показника на 27,1 мм (+9,1%). При цьому значне перевищення суми опадів спостерігалось у червні, часткове – у серпні; а протягом травня і липня сума опадів була нижчою за середньобогаторічні значення цього показника. Цьому року були також притаманні значні відхилення у величині середньої температури повітря та сумі ефективних температур: середні місячні температури повітря протягом десяти місяців перевищували середньо богаторічні значення, сума активних температур перевищила середнє богаторічне значення на 500,6⁰ С (+19,7%). Коефіцієнт Селянінова в середньому за період вегетації сої склав 1,15 з коливаннями по декадах від 0,02 (третьа декада квітня) до 6,06 (третьа декада червня).

За температурними показниками 2025 рік, , суттєво вирізнявся серед років проведення наших досліджень. Як і в попередній рік, температури повітря протягом десяти місяців перевищували середньобогаторічні значення, і лише в лютому та жовтні ці показники були меншими за середні богаторічні. Значення суми ефективних температур у 2025 році на 686,7⁰ С (+27,0%) перевищило богаторічне значення цього показника і стало найвищим серед років проведення наших досліджень.

Ще однією особливістю 2025 року є значне перевищення річної суми опадів – 97,7 мм (+18,2%), хоч при цьому слід відмітити, що за період травень–вересень опадів випало на 17,8 мм менше (–6%) від середньої богаторічної норми.

Враховуючи наведені дані про середні температури та суми опадів, визначений нами коефіцієнт Селянінова в середньому за період вегетації сої в 2025 році склав 0,88 з коливаннями по декадах від 0,05 (третьа декада червня) до 4,73 (друга декада серпня).

Таким чином, агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень різнилися між собою, але були, в основному, сприятливими для росту і розвитку сої. Це свідчить, що зона правобережного Лісостепу України за кліматичними умовами сприятлива для вирощування ранньо- та середньостиглих сортів сої інтенсивного типу з метою отримання високих врожаїв зерна хорошої якості.

3.3. Мета та завдання досліджень

Наукові дослідження проводились протягом 2024-2025 рр. на дослідному полі Білоцерківського національного аграрного університету.

Основна мета досліджень – встановити закономірності формування зерна рослинами сої залежно від фракції висіяного насіння.

Проведенням наукових досліджень передбачалось вирішити такі **завдання**:

- дослідити вплив сортів та фракції висіяного насіння на ріст і розвиток рослин сої;
- вивчити особливості формування зерна залежно від сорту та фракції висіяного насіння;
- дослідити особливості формування врожаю зерна сортами сої Феміда та Київська 98 залежно від фракції висіяного насіння.

Для вивчення цих питань було закладено польові досліді в умовах стаціонарної сівозміни кафедри рослинництва на дослідному полі Білоцерківського НАУ. Середній розмір поля сівозміни – 0,48 га.

Дослідження проводили в умовах дрібноділянкового лабораторно-польового двофакторного досліді. Схему досліді відображено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Схема лабораторно-польового двофакторного досліді

Сорт (фактор А)	Фракція висіяного насіння (фактор Б)
Київська 98 (А ₁) Феміда (А ₂)	крупна (Б ₁) середня (Б ₂) дрібна (Б ₃) не каліброване (Б ₄) к

Площа дослідної ділянки 4,0 м², облікова площа – 3,0 м². Кількість повторень – три, їх розміщення – суцільне, однарусне.

Насіння, призначене для сівби, піддавалося калібруванню на лабораторних решетах з круглими отворами: до крупної фракції відносили зерно, що мало діаметр 7 мм та більше (залишалося на решеті з діаметром отворів 7 мм), до середньої фракції відносили зерно діаметром від 5,5 до 7 мм, до дрібної – зерно з діаметром менше 5,5 мм (проходило через решето відповідного діаметру). В якості контролю використовували не каліброване насіння.

Всі фракції насіння висівали широкорядно (45 см), норма висіву становила 31,5 схожих насінин на 1 погонний метр (700 тис. шт./га схожих насінин).

3.4. Технологія вирощування сої на зерно в дослідах

Підготовку ґрунту під посів сої розпочинали після збирання попередника. Звільнені площі обробляли дисковою бороною (БДТ-3), через 10-15 днів проводили оранку на глибину 20-22 см лемішним плугом.

Мінеральні добрива під сою не вносили.

Весною, при досяганні ґрунту, проводили ранньовесняне боронування та вирівнювання поля. Для цього використовували середні борони та шлейфи. Передпосівна підготовка ґрунту включала культивування комбінованими знаряддями на глибину загортання насіння.

Для сівби використовували насіння сортів, включених до схеми дослідів. Перед сівбою насіння протруювали (фундазол 3 кг/т + ПВС), в день сівби проводили інокуляцію ризоторфіном (штам 634Б) із розрахунку 50 г на одну гектарну норму насіння.

Сіяли сою при температурі ґрунту 7-8°C на глибині загортання насіння і стійкому підвищенні середньодобових температур повітря. Спосіб сівби – широкорядний, з міжряддями 45 см. Глибина загортання насіння – 4 см. За звичай сівбу проводять сівалкою ССТ-12Б, обладнаною спеціальними соєвими дисками. Сівбу сої згідно схеми наших дрібноділяночних дослідів проводили вручну.

Залежно від тривалості періоду “сівба – сходи”, проводили одне або два боронування під кутом до напрямку рядків середніми та легкими боронами.

У фазу повних сходів сої проводили першу міжрядну культивування

культиватором УСМК-5,4. Другу міжрядну культивацію проводили при появі на рослинах третього-четвертого справжнього листків. При необхідності, для боротьби з бур'янами використовували післясходові гербіциди.

Збирання проводили у фазі повної стиглості при вологості зерна 13-14% методом прямого комбайнування. Дрібні дослідні ділянки збирали вручну з наступним обмолотом на сноповій молотарці. Після збирання сої поля готували під наступні культури згідно технологічної карти.

3.5. Методи проведення досліджень

В дослідженнях використовували діючі загальноприйняті методики, Державні стандарти та Методичні вказівки Державної комісії із сортовипробування при Міністерстві аграрної політики України, Методичні вказівки та рекомендації Інституту кормів Української академії аграрних наук:

- облік густоти стояння рослин проводили на закріплених майданчиках, виділених у двох несуміжних повтореннях. Підрахунок проводили двічі: після появи повних сходів та перед збиранням при відборі пробного снопа;

- висоту рослин визначали перед збиранням у двох несуміжних повтореннях шляхом вимірювання у п'яти рівновіддалених місцях ділянки;

- урожайність зерна на кожній дослідній ділянці визначали зважуванням зерна після ручного збирання рослин і обмолоту їх на сноповій молотарці та приведення до стандартної вологості;

- при аналізі пробного снопа визначали товщину стебла біля кореневої шийки, кількість стеблових вузлів, бобів, бічних гілок, озерненість бобів;

- математичну обробку отриманих експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу (Е. Р. Єрмантраут 2014) на персональному комп'ютері Pentium-III з використанням спеціальних пакетів програм.

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив фракції висіяного насіння на зміни густоти стояння рослин в посівах сої протягом вегетаційного періоду

Калібрування вихідного насіння сортів сої, які були включені нами до схеми дослідів, призводило до сівби фракціонованим насінням, що суттєво різнилося за масою 1000 насінин (табл. 4.1.).

Так, у сорту Київська 98 маса 1000 насінин змінювалась від 109,3 (дрібна фракція) до 200,6 г (крупна фракція), тоді як у сорту Феміда залежно від фракції ці коливання були значно більшими – від 99,9 до 198,9 г відповідно.

Експериментальні дані, отримані нами протягом 2024-2025 рр. в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ, свідчать про вплив фракції висіяного насіння на прояв конкурентних взаємовідносин між рослинами в посівах сої протягом вегетаційного періоду (табл. 4.1, додатки А, Б).

Таблиця 4.1. – Вплив сорту і фракції висіяного насіння на його польову схожість та густоту стояння рослин сої протягом вегетації (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт	Фракція висіяного насіння	Маса 1000 насінин, грамів	Густота стояння рослин за фазами росту, шт./м ²		Польова схожість насіння, %
			повні сходи	господарська стиглість	
Київська 98	крупна	200,6	57,9	55,5	82,7
	середня	135,4	56,6	53,8	80,9
	дрібна	109,3	56,0	51,0	79,9
	не каліброване	125,8	55,5	51,9	79,3
Феміда	крупна	198,9	60,9	58,5	87,0
	середня	146,4	62,3	59,6	89,0
	дрібна	99,9	62,0	58,3	88,6
	не каліброване	144,0	61,5	57,5	87,8

Проявом конкурентних взаємовідносин є зміна густоти стояння рослин у посівах протягом періоду вегетації.

У фазу повних сходів в середньому за роки проведення досліджень густота стояння рослин у посівах сорту Київська 98, залежно від крупності висіяного насіння, становила від 55,5 до 57,9 шт./м², то у посівах сої сорту Феміда даний показник був вищим і змінювався від 60,9 до 62,3 шт./м². Коливання по

роках мали більше значення (додаток А).

У фазу повної стиглості густина стояння рослин сорту Київська 98, залежно від фракції висіяного насіння, становила від 51,0 до 55,5 шт./м², у сорту Феміда ці показники становили від 57,5 до 59,6 шт./м².

Польова схожість насіння сої, згідно отриманих і представлених у таблиці 4.1 даних, серед досліджуваних нами сортів, за роки проведення спостережень вищою була у сорту Феміда: в середньому цей показник становив 88,1% з коливаннями від 87,0 (крупна фракція) до 88,6% (дрібна фракція). У сорту Київська 98 польова схожість насіння в середньому була меншою, ніж у сорту Феміда.

Між зміною фракції висіяного насіння і зміною польової схожості насіння в межах схеми досліджу нами виявлено певну залежність: із збільшенням розміру висіяного насіння відмічається тенденція до збільшення його польової схожості. Це підтверджується результатами кореляційного аналізу: маса 1000 висіяних насінин і польова схожість насіння пов'язані слабкою прямою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом $r = 0,14$.

За роки досліджень нами відмічено також вплив фракції висіяного насіння на виживання рослин протягом вегетації (рис. 4.1)

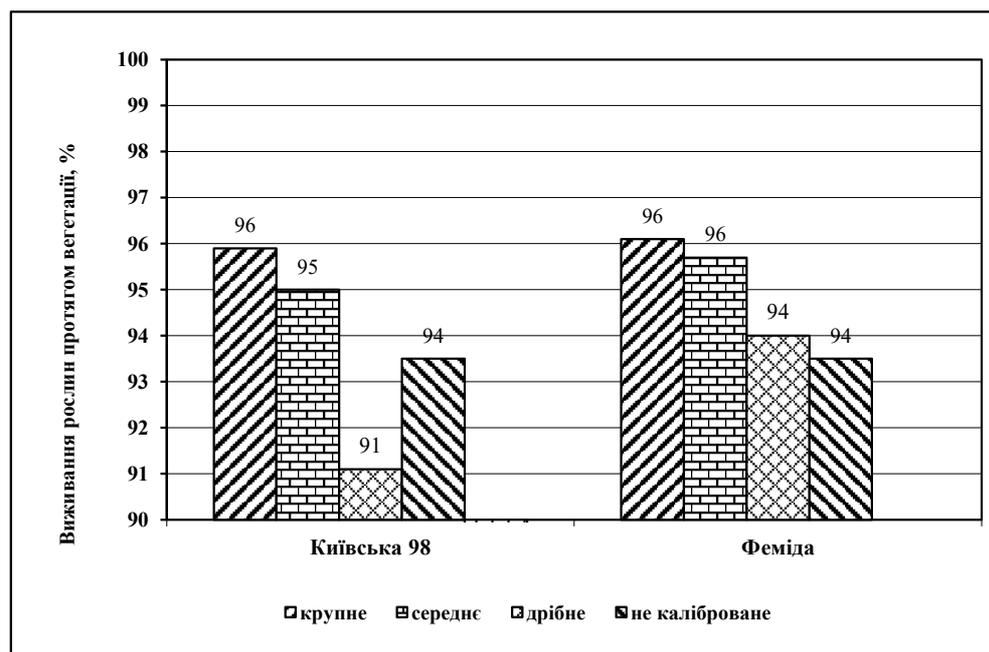


Рис. 4.1. Вплив фракції висіяного насіння та сортів на виживання рослин у посівах сої протягом вегетаційного періоду (середнє за 2024-2025 рр.)

Із досліджуваних нами сортів меншу кількість рослин протягом вегетації за сівби каліброваним насінням втрачали посіви сорту Феміда. Господарської стиглості досягали 96,1% рослин цього сорту від кількості сходів за сівби каліброваним насінням крупної фракції та 94,0% – за сівби дрібним каліброваним насінням. У сорту Київська 98 ці показники були відповідно в межах 95,9% та 91,1% (табл. 4.1, рис. 4.1). Між масою 1000 висіяних насінин та виживанням рослин протягом вегетації нами виявлено тісну пряму кореляційну залежність, яка виражається коефіцієнтом кореляції $r = 0,74$. Кореляційний аналіз вказує також на існування прямої середньої кореляційної залежності між польовою схожістю насіння та виживанням рослин протягом періоду вегетації. Ця залежність підтверджується коефіцієнтом кореляції $r = 0,42$.

Аналіз даних, представлені на рис. 4.1, вказує на те, що сівба каліброваним насінням крупної та середньої фракції, порівняно з сівбою некаліброваним насінням призводить до зростання показника виживання рослин протягом вегетації. За сівби насінням дрібної фракції показники виживання рослин протягом вегетації у посівах обох досліджуваних нами сортів виявилися гіршими, ніж на посівах контрольного варіанту.

Таким чином, отримані експериментальні дані свідчать про пряму кореляційну залежність польової схожості насіння та виживання рослин протягом вегетації від крупності висіяного насіння.

4.2. Залежність біометричних показників рослин сої від сорту та фракції висіяного насіння

На господарську урожайність зерна сої суттєво впливають біометричні показники посівів (висота рослин, товщини стебел, кількість та розміщення бічних гілок, кількість бобів і насіння, висота прикріплення нижніх бобів) цієї цінної сільськогосподарської культури: від висоти прикріплення нижнього боба залежить якість комбайнування і кількість втрат зерна при збиранні, поєднання висоти рослин і товщини стебла біля кореневої шийки зумовлюють стійкість рослин до вилягання тощо.

Тому вивчення впливу фракції висіяного насіння на зміну біометричних показників має важливе теоретичне і практичне значення.

Отримані нами експериментальні дані вказують, що біометричні показники рослин сої досліджуваних нами сортів суттєво залежать від впливу фракції висіяного насіння (табл. 4.2., рис. 4.2., додаток В).

Таблиця 4.2. – Біометричні показники посівів сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт	Фракція висіяного насіння	Висота рослин, см	Товщина стебла біля кореневої шийки, мм	Кількість вузлів на головному стеблі, шт.		Висота прикріплення нижніх бобів, см
				всього	з бобами	
Київська 98	крупна	84,4	6,4	13,4	10,0	17,9
	середня	82,6	5,4	13,0	9,1	17,1
	дрібна	75,2	5,1	12,9	8,4	14,9
	не каліброване	77,3	5,4	13,5	9,6	16,7
Феміда	крупна	80,7	6,1	15,2	9,8	18,1
	середня	80,2	5,4	14,9	9,6	15,8
	дрібна	73,9	4,8	13,8	8,7	14,5
	не каліброване	77,6	4,9	13,9	9,2	16,2

Так, збільшення розміру фракції висіяного насіння в роки досліджень призводило до збільшення висоти рослин сорту Київська 98 із 75,2 до 84,4 см за висоти рослин контрольного варіанту 77,3 см. Аналогічне збільшення висоти із збільшенням величини висіяного насіння в межах схеми досліджу спостерігалось і у рослин сорту сої Феміда (рис. 4.2.).

Кореляційний аналіз вказує на існування тісного прямого кореляційного зв'язку між величиною висіяного насіння та висотою рослин досліджуваних нами сортів сої, який виражається коефіцієнтом кореляції $r = 0,92$. Таким чином, зміна висоти рослин у посівах сортів сої Київська 98 та Феміда на 84,6% визначається зміною крупності висіяного насіння – коефіцієнт детермінації між цими показниками виражається значенням $d = r^2 = 0,846$.

Показник товщини стебла біля кореневої шийки у рослин досліджуваних сортів сої зменшувався при зменшенні розмірів висіяного насіння (рис. 4.2).

Максимальне значення цього показника ми виявили у сорту Київська 98 за сівби каліброваним насінням крупної фракції – 6,4 мм, мінімальне значення – 4,8 см, – у сорту Феміда за сівби дрібним каліброваним насінням.

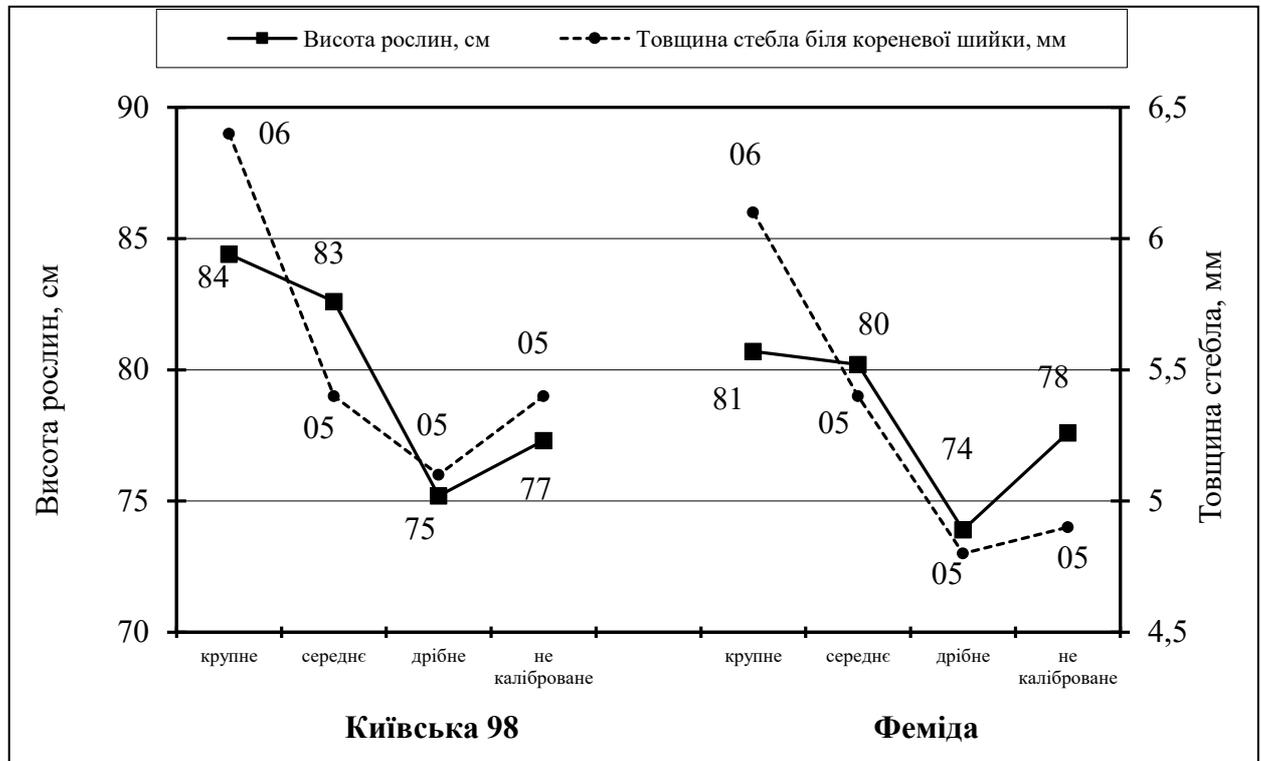


Рис. 4.2. Вплив сорту і фракції висіяного насіння сої на висоту рослин та товщину стебла біля кореневої шийки (середнє за 2024-2025 рр.)

Між показниками крупності висіяного насіння та товщиною стебла рослин біля кореневої шийки нами встановлено пряму кореляційну залежність, виражену коефіцієнтом $r = 0,89$.

На кількість вузлів головного стебла рослин обох досліджуваних нами сортів сої величини висіяного насіння суттєвого впливу не чинила. Збільшення величини висіяного насіння в межах схеми дослідження призводило до незначного збільшення кількості вузлів та вузлів з бобами. Сівба каліброваним насінням обох досліджуваних сортів сої призводила до зростання як загальної кількості стеблових вузлів, так і кількості вузлів з бобами, порівняно із сівбою некаліброваним насінням. (табл. 4.2.). Провівши кореляційний аналіз показників загальної кількості вузлів на головному стеблі та вузлів з бобами, ми встановили, що на величину обох цих показників чинить вплив крупність висіяного насіння: між фракцією висіяного насіння та загальною кількістю вузлів на головному стеблі існує середня пряма кореляційна залежність, яка описується коефіцієнтом кореляції $r = 0,44$; кореляційний зв'язок між крупністю висіяного насіння та кількістю вузлів з бобами на головному стеблі рослин досліджуваних нами сортів

сої виражається коефіцієнтом кореляції $r = 0,86$; зростання загальної кількості вузлів спричиняє зростання кількості вузлів з бобами – $r = 0,50$.

У роки проведення наших досліджень сорти, що були включені до схеми дослідів, реагували на зростання величини висіяного насіння сої зростанням показника висоти прикріплення нижніх бобів (рис. 4.3.).

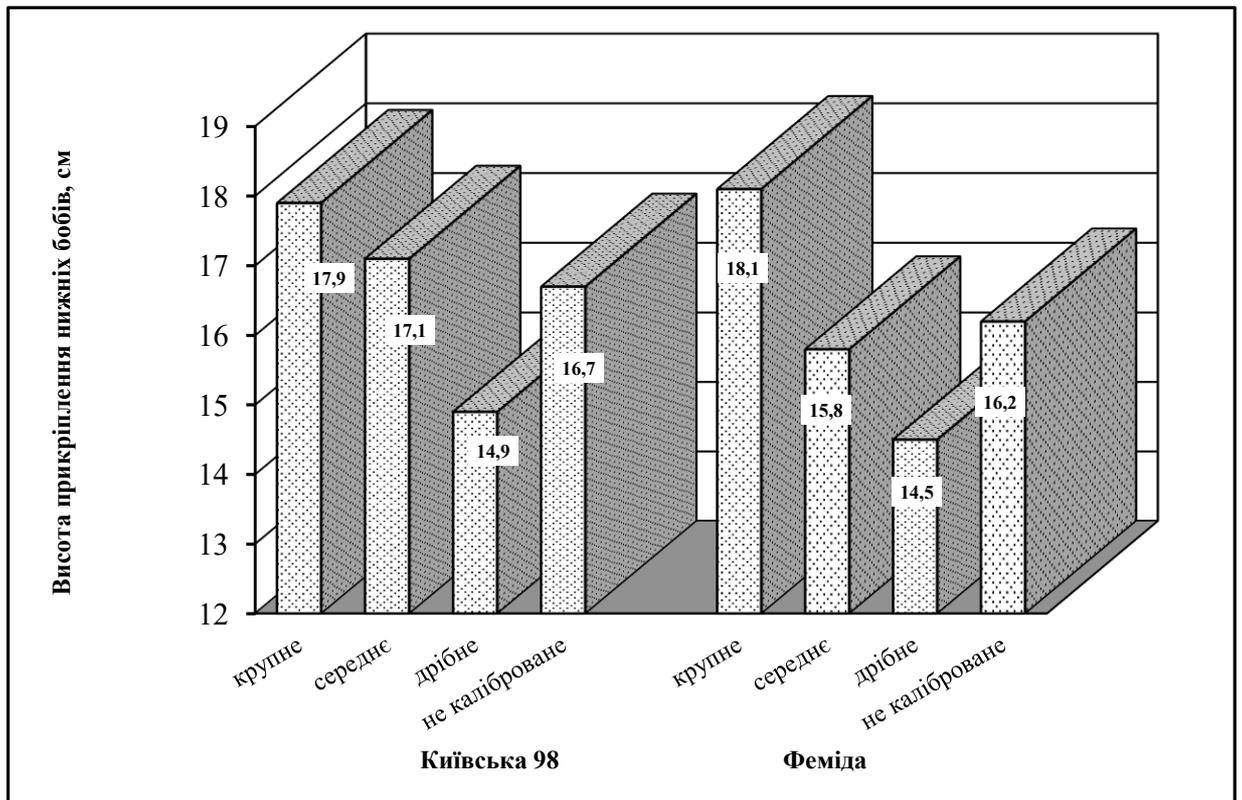


Рис. 4.3. Вплив сорту та фракції висіяного насіння на висоту прикріплення нижніх бобів у рослин сої (середнє за 2024-2025 рр.)

Рослинами сорту Київська 98 боби нижнього ярусу закладалися в роки досліджень за сівби дрібним насінням – на висоті 14,9 см, за сівби насінням крупної фракції – на висоті 17,9 см при значенні цього показника 14,9 см на контрольному варіанті. У сорту Феміда висота прикріплення бобів нижнього ярусу була такою: боби закладалися на висоті 14,5 см за сівби дрібного насіння, і на висоті 18,1 см – за сівби насінням крупної фракції. При цьому на рослинах контрольного варіанту цього сорту нижні боби закладалися на висоті 14,5 см від поверхні ґрунту.

Висота закладання нижніх бобів, згідно отриманих нами даних, тісно корелює з крупністю висіяного насіння ($r = 0,90$), висотою рослин ($r = 0,92$), товщиною стебла біля кореневої шийки ($r = 0,89$), кількістю вузлів з бобами на

головному стеблі рослини ($r = 0,87$) та має середній кореляційних зв'язок із загальною кількістю вузлів на головному стеблі рослини ($r = 0,44$).

Таким чином, після аналізу приведених експериментальних даних, можна зробити висновок, що величина фракції насіння, яке використовується для сівби сої сортів Київська 98 та Феміда, впливає на формування біометричних показників посівів сої, від яких залежить реалізація урожайного потенціалу цієї культури.

4.3. Біологічна урожайність зерна сої сортів Київська 98 та Феміда залежно від фракції висіяного насіння

Результати збирання вказують, що в середньому за чотири роки наших досліджень, біологічна урожайність зерна у сорту Київська 98, залежно від фракції висіяного насіння, змінювався від 27,6 до 34,2 ц/га, у сорту Феміда – від 27,4 до 33,9 ц/га (табл. 4.3., додаток Г).

Таблиця 4.3. – Вплив крупності висіяного насіння на біологічну урожайність та фракційний склад зерна сої, середнє за 2024-2025 рр.

Сорт	Фракція висіяного насіння	Маса зерна з ділянки 1 м ² по фракціях, г			Біологічна урожайність			Частка зерна в урожаєві ділянки, %		
		крупне (> 7,0 мм)	середнє (5,5-7,0 мм)	дрібне (< 5,5 мм)	г/м ²	ц/га	ц/га, ± до контролю	крупне (> 7,0 мм)	середнє (5,5-7,0 мм)	дрібне (< 5,5 мм)
Київська 98	крупне	66,59	264,32	10,59	341,5	34,2	5,4	19,5	77,4	3,1
	середнє	28,49	251,05	17,21	296,8	29,7	0,9	9,6	84,6	5,8
	дрібне	9,11	225,22	41,68	276,0	27,6	-1,2	3,3	81,6	15,1
	некаліброване (к)	25,61	239,12	23,02	287,8	28,8	–	8,9	83,1	8,0
Феміда	крупне	41,70	286,79	10,51	339,0	33,9	4,9	12,3	84,6	3,1
	середнє	18,69	280,35	12,46	311,5	31,2	2,2	6,0	90,0	4,0
	дрібне	4,38	246,87	22,74	274,0	27,4	-1,6	1,6	90,1	8,3
	некаліброване (к)	15,65	257,30	16,81	289,8	29,0	–	5,4	88,8	5,8

Сівба каліброваним насінням крупної фракції сої сорту Київська 98 викликало підвищення рівня біологічної урожайності зерна в середньому за 2024-2025 рр. на 5,4 ц/га, порівняно із сівбою некаліброваним насінням (контроль). У сорту Феміда відмічено таку ж закономірність, але різниця між контрольним варіантом і варіантом із сівбою насінням крупної фракції була

трохи меншою – 4,9 ц/га.

За використання для сівби каліброваного насіння середньої фракції в обох досліджуваних сортів нами також відмічалось зростання рівня біологічної урожайності зерна, порівняно з контролем: у сорту Феміда цей приріст становив 2,2 ц/га, у сорту Київська 98 – 0,9 ц/га.

На варіантах дослідів, де висівалося каліброване насіння дрібної фракції, біологічна урожайність зерна обох досліджуваних сортів сої була нижчою, порівняно із сівбою некаліброваним насінням (табл. 4.3.).

Посіви обох досліджуваних нами сортів найвищу біологічну урожайність зерна формували за сівби каліброваним насінням крупної фракції (табл. 4.3.).

Зміна фракції насіння, що використовувалася нами для сівби дослідних посівів чинила вплив не лише на фізичну величину біологічної врожайності зерна, а й спричиняла суттєві коливання його фракційного складу. Про це свідчать дані, наведені в таблиці 4.3.

Аналіз даних про фракційний склад урожаю зерна, отриманого з різних ділянок дослідів вказує на те, що в середньому за роки проведення досліджень сівба насінням крупної фракції спричиняла формування в урожаєві 12,3-19,5% зерна крупної фракції, 77,7-84,6% зерна середньої фракції та 3,0-3,1% зерна дрібної фракції. При цьому між досліджуваними нами сортами суттєвої різниці за кількістю сформованого зерна за фракціями не спостерігалось.

Зменшення величини каліброваного насіння, що використовувалося для сівби, викликало зростання в урожаєві частки насіння середньої та дрібної фракції при зменшенні частки насіння крупної фракції як у сорту Київська 98, так і в сорту Феміда.

Таким чином, отримані нами експериментальні дані свідчать, що кожен із досліджуваних нами сортів має свої особливості формування зерна, які проявляються в кількості і в варіюванні фракційного складу та змінюються під впливом фракції висіяного насіння.

Результати дисперсійного аналізу вказують, що використання для сівби сої каліброваного насіння суттєво впливали на величину урожаю зерна (табл.

4.4., додаток Д). Із досліджуваних нами прийомів технології вирощування найбільш суттєво на рівень урожайності зерна впливала фракція висіяного насіння – частка впливу цього фактора в загальній варіації становила 70,356%.

Таблиця 4.4. – Результати дисперсійного аналізу біологічної врожайності зерна сої (середнє за 2024-2025 рр.)

Середня урожайність зерна, ц/га				НІР _{0,05}	Частка, %
Сорт					
Київська 98		Феміда			
30,1		30,4		0,6	0,278
Фракція висіяного насіння					
крупне	середнє	дрібне	не каліброване		
34,0	30,4	27,5	28,9	0,146	70,356
Взаємодія факторів				0,291	1,441
Гідротермічні умови року та інші невраховані фактори					27,925

Збільшення лінійних розмірів висіяного насіння сої у наших дослідах призводило до підвищення рівня урожайності. Статистично достовірне підвищення цього показника нами зафіксовано за сівби насінням крупної та середньої фракції. Сівба насінням дрібної фракції призводило до статистично достовірного зменшення величини біологічної урожайності зерна.

За результатами кореляційного аналізу нами встановлено, що між крупністю висіяного насіння і біологічною урожайністю зерна існує сильна пряма кореляційна залежність, виражене коефіцієнтом кореляції $r = 0,818$. Між крупністю висіяного насіння та часткою крупного зерна в біологічному урожаєві також існує сильна пряма кореляційна залежність – $r = 0,833$. А от між величиною висіяного насіння і часткою зерна середньої і дрібної фракції в біологічному урожаєві, згідно наших даних, існує обернена кореляційна залежність – середня ($r = -0,427$) та сильна ($r = -0,719$) відповідно.

Таким чином, опираючись на результати аналізу даних про урожайність зерна досліджуваних нами сортів сої Київська 98 та Феміда, можна зробити висновок, що калібруванням насіння сої, призначеного для сівби, можна керувати формуванням фракційного складу урожаю насіння.

РОЗДІЛ 5.

Біоенергетична ефективність вирощування зерна сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння

В сільському господарстві створення кожного додаткового центнера урожаю забезпечується за рахунок зростаючих вкладень енергії, носіями якої є не лише техніка, добрива, пестициди, а й усі фактори родючості, що активно впливають на ріст та розвиток рослин. Відомо, що затрати енергії на виробництво мінеральних добрив, засобів захисту рослин досить високі: 1 кг азотних добрив в перерахунку на 100% діючої речовини еквівалентний 86,8 МДж, фосфорних – 12,6 МДж, калійних – 8,3 МДж, комплексних – 51,5 МДж, ризоторфіну – 3 МДж; 1 кг біологічно активної речовини гербіцидів еквівалентний 263-420 МДж, фунгіцидів – 116-273 МДж. Енергетичний еквівалент 1 л бензину становить 42,3 МДж, дизельного пального – 47,7 МДж, 1 кВт/год електроенергії – 12 МДж. Енергетичний еквівалент зерна сої складає 20,6 МДж/кг, посівного матеріалу – 30,9 МДж/кг, соломи – 17,4 МДж/кг. Тому раціональне використання непоновлюваної та максимальне використання поновлюваної енергії нині повинно стати пріоритетним напрямом у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва [48].

В таблиці 5.1. наведено результати розрахунку біоенергетичної ефективності вирощування зерна сої залежно від сорту та фракції висіяного насіння. В своїх дослідженнях витрати енергії на вирощування і збирання врожаю ми визначали як загальні витрати енергії на виконання технологічних операцій (витрати на техніку, пальне, насіння, пестициди, людську працю) згідно технологічних карт. Величину накопиченої енергії визначали окремо за кожним варіантом залежно від досліджуваних факторів.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ce}), що характеризує коефіцієнт корисної дії посівів, визначали як відношення енергії, одержаної з урожаєм зерна, до витраченої на її вирощування.

Розрахунки вказують, що вирощування сої згідно схеми наших дослідів вимагає витрат енергії в середньому від 9204 (сівба каліброваним насінням дрібної

фракції сорту Феміда) до 9951 (сівба каліброваним насіння крупної фракції сорту Київська 98) МДж/га. В урожаї зерна за вказаних витрат енергії накопичується від 56444 до 70452 МДж/га енергії.

**Таблиця 5.1. – Біоенергетична ефективність вирощування зерна сої
(середнє за 2024-2025 рр.)**

Сорт	Фракція висіяного насіння, тис./га	Витрати енергії на вирощування, МДж/га	Урожайність зерна, ц/га	Накопичено енергії урожаєм зерна, МДж/га	Енергетична собівартість зерна, МДж/ц	Коефіцієнт енергетичної ефективності, K_{ee}
Київська 98	крупне	9951	34,2	70452	291,0	7,08
	середнє	9330	29,7	61182	314,1	6,56
	дрібне	9291	27,6	56856	336,6	6,12
	не каліброване	9426	28,8	59328	327,3	6,29
Феміда	крупне	9909	33,9	69834	292,3	7,05
	середнє	9594	31,2	64272	307,5	6,70
	дрібне	9204	27,4	56444	335,9	6,13
	не каліброване	9624	29,0	59740	331,9	6,21

Енергетична собівартість, що визначається як відношення витраченої енергії до урожайності зерна, в середньому за роки досліджень змінювалася від 291,0 до 336,6 МДж/ц, залежно від сорту та фракції використаного посівного матеріалу. Найменша енергетична собівартість вирощеного зерна сої, 291,0 МДж/ц, відмічена нами у сорту Київська 98 за сівби крупною фракцією каліброваного насіння. Найвища енергетична собівартість – 336,6 МДж/ц – була нами зафіксована, в межах схеми дослідів, на посівах цього ж сорту, де для сівби було використане каліброване насіння дрібної фракції.

Мінімальними витрати енергії на вирощування посівів обох сортів сої, включених нами в схему дослідів, були за сівби насінням дрібної фракції насіння (табл. 4.5.). Збільшення величини висіяного насіння сої обох сортів призводить до додаткових витрат енергії на її вирощування за рахунок додаткових витрат фізичної маси насіння, протруйника, додаткових витрат на збирання та транспортування вирощеного зерна.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}), що характеризує коефіцієнт корисної дії посівів, визначали як відношення енергії, одержаної з урожаєм

зерна, до витраченої на її вирощування. Дані таблиці 4.5. свідчать, що найвищим коефіцієнт енергетичної ефективності в обох досліджуваних сортів є за сівби каліброваним насінням крупної фракції: 7,07 у сорту Київська 98 та 7,05 – у сорту Феміда. При цьому, як була вказано вище, саме на цих варіантах кожним із сортів була сформовано найвищу біологічну урожайність зерна. Зменшення фізичних розмірів каліброваного насіння веде до зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності та зростання енергетичної собівартості зерна.

Між величиною висіяного насіння та витратами енергії на вирощування, згідно проведених нами розрахунків, існує сильна пряма кореляційна залежність – на це вказує коефіцієнт кореляції $r = 0,902$.

Від крупності висіяного насіння залежать і інші показники біоенергетичної ефективності вирощування зерна сої, залежно від факторів наших досліджень: енергетична собівартість вирощеного зерна на 54% визначається крупністю висіяного насіння (коефіцієнт детермінації $d = 0,540$, коефіцієнт кореляції $r = -0,735$), коефіцієнт енергетичної ефективності K_{ee} при вирощуванні сої та крупність висіяного насіння пов'язані прямою кореляційною залежністю ($r = 0,740$, $d = 0,548$).

Таким чином, з метою економного використання енергетичних ресурсів найбільш доцільно при вирощуванні сої досліджуваних нами сортів – Київська 98 та Феміда, – для сівби використовувати каліброване насіння крупної фракції.

ВИСНОВКИ

На основі отриманих протягом 2024-2025 рр. експериментальних даних встановлено, що в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ зернова продуктивність посівів сої залежить від сорту, фракції висіяного насіння, а також від гідротермічних умов вегетаційного періоду.

1. Сівба сої сортів Київська 98 та Феміда каліброваним насінням крупної і середньої фракції, порівняно з сівбою некаліброваним насінням призводить до зростання показника виживання рослин протягом вегетації. За сівби насінням дрібної фракції показники виживання рослин протягом вегетації у посівах обох досліджуваних нами сортів виявилися гіршими, ніж на посівах контрольного варіанту. Між масою 1000 висіяних насінин та виживанням рослин протягом вегетації існують тісна пряма кореляційна залежність, що виражається коефіцієнтом кореляції $r = 0,74$. Кореляційний аналіз вказує також на існування прямої середньої кореляційної залежності між польовою схожістю насіння та виживанням рослин протягом періоду вегетації. Ця залежність підтверджується коефіцієнтом кореляції $r = 0,42$.

2. Кореляційний аналіз вказує на тісний прямий кореляційний зв'язок між величиною висіяного насіння та висотою рослин сої, що виражається коефіцієнтом кореляції $r = 0,92$: зміна висоти рослин у посівах сортів сої Київська 98 та Феміда на 84,6% визначається зміною крупності висіяного насіння – коефіцієнт детермінації між цими показниками виражається значенням $d = r^2 = 0,846$.

3. Між показниками крупності висіяного насіння та товщиною стебла рослин біля кореневої шийки існує пряма кореляційна залежність, виражена коефіцієнтом $r = 0,89$.

4. Висота закладання нижніх бобів, згідно отриманих нами даних, тісно корелює з крупністю висіяного насіння ($r = 0,90$), висотою рослин ($r = 0,92$), товщиною стебла біля кореневої шийки ($r = 0,89$), кількістю вузлів з бобами на головному стеблі рослини ($r = 0,87$) та має середній кореляційний зв'язок із загальною кількістю вузлів на головному стеблі рослини ($r = 0,44$).

5. За сівби насінням крупної фракції посіви досліджуваних сортів сої забезпечували найвищу біологічну урожайність зерна: 34,2 ц/га посіви сорту Київська 98 та 33,9 ц/га – сорту Феміда. Частка впливу фактора “Фракція насіння” в загальній варіації урожайності становить 70,4%.

6. Між крупністю висіяного насіння та часткою крупного зерна в біологічному урожаєві існує сильна пряма кореляційна залежність ($r = 0,833$). Між величиною висіяного насіння і часткою зерна середньої і дрібної фракції в біологічному урожаєві, існує обернена кореляційна залежність – середня ($r = -0,427$) та сильна ($r = -0,719$) відповідно.

7. Від крупності висіяного насіння залежать показники біоенергетичної ефективності вирощування зерна сої: енергетична собівартість вирощеного зерна на 54% визначається крупністю висіяного насіння (коефіцієнт детермінації $d = 0,540$, коефіцієнт кореляції $r = -0,735$), коефіцієнт енергетичної ефективності K_{ee} при вирощуванні сої та крупність висіяного насіння пов’язані прямою кореляційною залежністю ($r = 0,740$, $d = 0,548$).

ПРОПОЗИЦІЇ

Враховуючи показники біологічної врожайності, енергетичну ефективність, коефіцієнт енергетичної ефективності, при вирощування сої сортів Київська 98 та Феміда на зерно слід рекомендувати у виробництві використовувати для сівби каліброване насіння крупної фракції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азуркін В.О. Маса 1000 зерен та її взаємозв'язок із насінневою продуктивністю кукурудзи //Вісник БДАУ. – 2002. – Вип. 24. – С. 80-84.
2. Бабич А. Нові сорти сої і перспективи виробництва її в Україні //Пропозиція. – 2007. – № 4. – С. 46-50.
3. Бабич А., Дробітько А. Соя в умовах південно-західного Степу України //Пропозиція. – 2000. – №10. – С. 40.
4. Бабич А.А. Сортова агротехника сои //Зерновое хозяйство. – 1976. – №2. – С. 43-44.
5. Бабич А.О. Сучасне виробництво та використання сої. – К.: Урожай, 1993. – 432 с.
6. Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.І., 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. – Вип. 69. – С. 113-121.
7. 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.
8. Бакай С.С. Інтенсивне насінництво зернових культур. – К.: Урожай, 1992. – 184 с.
9. Бахмат О.М. Оптимізація технології вирощування сої на зерно в умовах західного Лісостепу України //Збірник наукових праць /За ред. доктора с.-г. наук, професора М.І. Бахмата. – Кам'янець-Подільський, 2009. – Вип. 17. – С. 29-33.
10. Бахмат О.М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю. Кам'янець-Подільський. 2009. 208 с.
11. Білоножко В.Я. Агробіологічні та екологічні основи формування врожайних властивостей насіння гречки в правобережному Лісостепу України: Автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 /Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. –

Харків, 2004. – 35 с.

12. Білоножко В.Я., Аверчев О.В., Полторецький С.П. Урожайність гречки залежно від крупності насіння //Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 19. – Херсон, 2001. – С. 87-92
13. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В., Шаповал О.С., Панченко С.С. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2020. № 4. С. 45–52.
14. Білявська Л.Г., Пилипенко О.В. Поради щодо вибору сорту сої для виробника. *Агроексперт*. 2016. № 3. С. 26–27
15. Будков А.Ф. Влияние крупности семян на урожай //Селекция и семеноводство. – 1946. – № 9-10. – С. 72-73.
16. Гавенда, Д., Новак, А., Галіняж, М. та Возняк, А. (2020). Врожайність та економічна ефективність вирощування сої за різних систем вирощування. *Міжнародний журнал рослинництва*, 14(3), 475-485.
17. Гангур В.В., Сидоренко А.В., Бондар П.І. Принципи визначення придатності сорту чи гібриду для конкретного регіону вирощування //Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – № 2. – С. 51-53.
18. Долаберидзе С., Петровський О. Обробка ґрунту під посів сої і значення сівозміни //Агроном. – 2007. – № 2. – С. 150-151.
19. Жарінов В.І., Судін В.М., Мунтян С.В. Вивчення матрикальної різноякісності рису //Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 19. – Херсон, 2001. – С. 23-26.
20. Жемела Г.П., Мусатов А.Г. Агротехнічні основи підвищення якості зерна. – К.: Урожай, 1989. – 160 с.
21. Захарчук О.В. Сорт як інноваційна основа розвитку рослинництва //Агроінком. – 2009. – № 5. – С. 17-22.
22. Іванюк С.В., Семцов А.В., Темченко І.В. Продуктивність посівів сої залежно від сортових і екологічних факторів в умовах правобережного Лісостепу України – Соя: селекція, виробництво і використання для розв'язання глобальної продовольчої проблеми / Тези доповідей міжнародної науково-

- практичної конференції / 8-9 серпня 2011 р. – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2011. – С. 13-14.
- 23.Каленська С.М., Новицька Н.В. Травмування насіння польових культур. Київ, 2016. 246 с.
- 24.Камінський В.Ф. Значення сорту в сучасних технологіях вирощування зернобобових культур //Корми і кормовиробництво. – 2006. – Вип. 57. – С. 84-94.
- 25.Камінський В.Ф., Заболотній Г.М., Баб'як В.М. Продуктивність сортів сої залежно від рівня удобрення, способів сівби та норми висіву //Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН (випуск 2). – К.: Нора-принт, 1998. – С. 91-93.
- 26.Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизєва Л.Н., Посиляєва О.О., Чернищенко П.В. Соя (*Glycine max (L.) Merr.*). Харків : НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2016. 400 с.
- 27.Кирпа М.Я., Скотар С.О. Крупність насіння кукурудзи та її агрономічне значення // Селекція і насінництво. – 2008. – Вип. 96. – С. 331-340.
- 28.Кліценко Г.Г. Морфологічні аспекти гетероспермії сої і її використання при доборі насіння: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.14 – насінництво. – Сімферополь, 2008. – 18 с.
- 29.Кобак С.Я., Чорна В.М., Головенько Ю.О. Вплив ретардантів на формування врожайності насіння сої. Корми і кормовиробництво. 2024. № 97. С. 40–50.
- 30.Когут М.М., Іщенко А.В. Особливості технології вирощування сої на півдні України //Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2005. – Вип. 2. – С. 170-176.
- 31.Коковіхіна О.С. Якість насіння сої та маса тисячі насінин залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин за умов зрошення на Півдні України. Зрошуване землеробство. 2022. № 78. С. 57–62.
- 32.Колісник С.І., Іванюк С.В., Петриченко Н.М. Вирощування сої на насіння //Насінництво. – 2005. – № 12. – С. 15-16.
- 33.Коробко В.А., Лебедовский А.И. Соя в Румынии //Масличные культуры. –

1984. – №1. – С. 20.
34. Костецька К. В. Підвищення якості сої шляхом її фракціонування: матеріали Всеукраїнської інтернет-конференції “Інноваційні зернопродукти і технології”. 19 лютого 2021 р. Умань, 2021. С. 55–56.
35. Лаптев І.Я. Крупність насіння // Насінництво. – 2005. – № 10. – С. 18.
36. Лещенко А.К. Культура сої на Україні. – К.: Вид-во УАСГН, 1962. – 328 с.
37. Мазур О.В., Мазур О.В., Лозінський М.В. Селекція та насінництво польових культур : навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ВНАУ. 2020. 348 с.
38. Макрушин М.М., Макрушина Е.М. Гетеросперматологія, або наука про мінливість насіння // Корми і кормовиробництво. – 2001. – Вип. 47. – С. 41-43
39. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Насінництво : підручник. Сімферополь, 2011. 476 с.
40. Мартинюк О.М. Соя в західному Лісостепу // Насінництво. – 2007. – № 10. – С. 8-10.
41. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
42. Михайлов В.Г., Фартушняк А.Т., Щербина О.З., Романюк Л.С., Фартушняк Г.Б. Сорт сої Чернятка. – Українська академія аграрних наук: розробки – виробництву. – К.: Аграрна наука, 1999. – С. 207.
43. Насінництво багаторічних та однорічних кормових культур / за ред. Г.І. Демидася, І.Т. Слюсаря. Київ, 2018. 231 с.
44. Насінництво й насіннезнавство зернових культур / За ред. М.О. Кіндрука. – К.: Аграрна наука, 2003. – 240 с.
45. Насінництво й насіннезнавство олійних культур / За ред. М.М. Гаврилюка. – К.: Аграрна наука, 2002. – 224 с.
46. Петриченко В.Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні // Корми і кормовиробництво. – 2011. – № 69. – С. 3-10.
47. Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Іванюк С.І. Передпосівна обробка насіння. Посібник українського хлібороба. 2009. С. 244–246.

- 48.Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І., Іванюк С.В., Венедіктов О.М. та ін. Соя: технологічні аспекти вирощування на насіння //Насінництво. – 2008. – № 6. – С. 5-9.
- 49.Петриченко, В. Ф., Корнійчук, О. В. (2022). Наукове забезпечення виробництва кормів в умовах військового стану. Корми і кормовиробництво, (93), 10-20.
- 50.Пилипенко О.В., Брижак Я.В., Білявська Л.Г., Білявський Ю.В. Напрями та досягнення у насінництві сої. Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої пам'яті професора Г.П. Жемели, м. Полтава, 30.09.2022 р. Полтава : ПДАУ, 2022. С. 124–127.
- 51.Погоріла Л., Антонів С., Колісник С. Насіння сої без втрат. The Ukrainian Farmer. 2016. № 9. С. 84–85
- 52.Рибаченко О.М. Особливості концентрації виробництва сої в Україні //Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 69. – С. 217-222.
- 53.Рябуха С.С., Чернищенко П.В., Святченко С.І., Садовой О.О., Тесля Т.О. Вплив гідротермічних чинників довкілля на врожайність та біохімічний склад насіння сої. Селекція і насінництво. 2019. № 115. С. 93–102.
- 54.Січкач В. Сорти сої одеської селекції //Пропозиція. – 2000. – №4. – С. 46-47.
- 55.Соя /Лавриненко Г.П., Бабич А.А., Кузин В.Ф., Губанов П.Е. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 184 с.
- 56.Соя: модель сорту, новостворені неопушені лінії, насінництво, фітосанітарний стан посівів : колективна монографія / за ред. Л.Г. Білявської. Полтава : ПДАУ. 2023. 187 с.
- 57.Статистичний аналіз даних агрономічних досліджень в пакеті Statistica 10 / Е. Р. Єрмантраут та ін. Київ : НВП «Інтерсервіс», 2014. 160 с.
- 58.Степанова В.М. Климат и сорт (Соя) – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 184 с.
- 59.Стрихар А.Є. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування //Науковий вісник Національного аграрного університету /

- Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2007. – Вип. 116. – С. 118-123.
60. Сусський О.М., Кліценко Г.Г. Біологічні якості насіння сої в залежності від розташування на материнській рослині // Корми і кормовиробництво. – 2001. – Вип. 47. – С. 37-38
61. Ткачик С.О. Збереженість сортів рослин // Насінництво. – 2005. – № 10. – С. 2-3.
62. Ходаницька О.О., Погоріла Л.Г., Шевчук О.А., Ткачук О.О., Матвійчук О.А. Врожайність та якість насіння сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2024. № 98. С. 120–128.
63. Ходаницька, О.О., Погоріла, Л.Г., Шевчук, О.А., Ткачук, О.О., & Рудик, О.В. (2024). Врожайність її за вплив мікробних препаратів. Корми і кормовиробництво, 97, 77-84.
64. Цицюра Т.В., Темченко І.В., Барвінченко С.В. Оцінка пластичності та стабільності показників якості насіння сортів сої різного еколого-географічного походження. Корми і кормовиробництво. 2021. № 92. С. 104–115.
65. Цицюра Т.В., Темченко І.В., Семцов А.В. Статистична оцінка сортового потенціалу сої за показниками якісного хімічного складу насіння в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво. 2019. № 87. С. 19–26.
66. Чернишенко П.В. Вплив крупності насіння на формування насінневої продуктивності сортів сої. Таврійський науковий вісник. 2008. № 59. С. 28–32.
67. Швалюк С.Л. Знехтувані можливості // Насінництво. – 2004. – № 9. – С. 6.
68. Board, JE, & Kahlon, CS (2011). Формування врожаю сої: що його контролює та як його можна покращити. Фізіологія та біохімія сої, 1-36.
69. Borowska M., Prusiński J. Effect of soybean cultivars sowing dates on seed yield and its correlation with yield parameters. Plant, Soil & Environment. 2021. Vol. 67 (6). P. 360–366.

70. Kostetska K. V. Physical and mechanical properties and quality indicator of triticale. Вісник Сумського НАУ. 2016. Вип. 2. С. 151–154.
71. Kostetska K. V., Yevchuk Y. V. Physical and mechanical properties and quality indicator of wheat. Carpathian journal of food science and technology. 2016. № 8 (2). P. 187–192.
72. Osokina N. M., Kostetska K. V. Physical and mechanical properties and quality indicator of barley. Вісник Уманського НУС. 2016. № 2. С. 48–51.
73. Osokina N. M., Kostetska K. V., Gerasymchuk O. P., Yevchuk Y. V. Physical and mechanical properties and quality indicator of corn. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2016. № 89. С. 96–103.

ДОДАТКИ

Додаток А

Математична обробка результатів урожайності

(число варіантів фактора А) L_a =	4
(число варіантів фактора В) L_b =	4
(кількість повторень) n =	3

$N=L_a*L_b*n$ =	48
$C=СУММ X^2/N$ =	10962,61
$CY= СУММ X^2-C$ =	11110,13
$CP= СУММ P^2/L-C$ =	0,07625
$CV= СУММ V^2/n-C$ =	11109,14
$CZ=CY-CP-CV$ =	0,917083

	1	2	3	4	5	6	Суми А
1	102,6	89,1	82,8	86,3	0	0	360,8
2	101,7	93,6	82,3	87	0	0	364,6
Суми В	204,3	182,7	165,1	173,3	0	0	725,4

$Ca= СУММ(A^2/L_b*n-C$ =	10963,20917
При (L_a-1) =	3 ступенях волі
$Cb= B^2/L_a*n-C$ =	71,44916667
при (L_b-1) =	3 ступенях волі
$Cab=Cv-Ca-Cb$ =	74,48083333
при $(L_a-1)(L_b-1)$ =	9 ступенях волі

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені волі	Середній квадрат	Fф
Загальна	11110,1325	47		
Повторень	0,07625	2		
Фактор А	10963,20917	3	3654,403056	119544
Фактор В	71,44916667	3	23,81638889	779,09
Взаємодія АВ	74,48083333	9	8,275648148	270,72
Залишок (похибки)	0,917083333	30	0,030569444	

Значення критерія t_{05} =	2,04
S_x =корінь S^2/n =	0,100945
S_{dAB} =корінь $2*S^2/n$ =	0,142757
$H_{PAB} 05=t_{05}*S_d$=	0,291225
S_{dA} =корінь $2*S^2/n*I_A$ =	0,071379
$H_{PA} 05=t_{05}*S_{dA}$=	0,145612
S_{dB} =корінь $2*S^2/n*I_B$ =	0,071379
$H_{PB} 05=t_{05}*S_{dB}$=	0,145612

Частка впливу факторів	
Фактору А (C_a/C_y*100) =	98,67757
Фактору Б (C_b/C_y*100) =	0,643099
Взаємодія факторів АВ =	0,670387