

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри рослинництва

_____ **Віталій КОВАЛЕНКО**

_____ **Світлана КАЛЕНСЬКА**

« _____ » _____ **2025 р.**

« _____ » _____ **2025 р.**

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»**

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д. с.-г. наук, професор

_____ **Каленська С.М.**

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор філософії, доцент

_____ **Мазуренко Б. О.**

Виконав

_____ **Гуменюк А. В.**

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри рослинництва

доктор с.-г. наук, професор

_____ Світлана КАЛЕНСЬКА

«27» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Гуменюку Андрію Віталійовичу

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	Агрономія
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Оптимізація технології вирощування сої в умовах Лісостепу України» затверджена наказом ректора НУБіП України від 18.09.2025 р. № 1977 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.10.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Грунтово-кліматичні дані Кам'янець-Подільського району, сорти сої: ЄС Ментор, Ювілейна, Аріса; інокулянти: БТУ-р, Різотайн.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. проаналізувавши наукові джерела інформації вітчизняних та іноземних авторів щодо впливу азотфіксаторів на ріст та розвиток сої, структуру, якість і урожайність;
2. провести польовий дослід з розробленою схемою щодо встановлення впливу інокуляції насіння на продуктивність сортів сої;
3. зібрати дані щодо висоти рослин, висоти кріплення нижнього боба, площі листя та структурі врожаю сортів сої залежно інокуляції насіння; проаналізувати отримані дані та узагальнити вплив інокуляції і сортової чутливості сої на різні параметри рослини;
4. встановити економічну ефективність досліджуваних елементів технології.

Дата видачі завдання 27.10.2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Мазуренко Б.О.

Завдання прийняв до виконання

Гуменюк А.В.

РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Оптимізація технології вирощування сої в умовах Лісостепу України».

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 51 сторінці машинописного тексту, включає 9 таблиць, 11 рисунків, п'ять розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 42 найменувань, з них 22 латиницею та три додатки.

В першому розділі описано біологічні особливості сої та її реакцію на погодні умови, інокуляцію насіння та реалізацію потенціалу продуктивності через взаємодію цих чинників з врахуванням сортових особливостей.

В другому розділі наведено вихідні умови проведення дослідів, дано їх характеристику та наведено основну методологію проведення спостережень в польовому досліді за двофакторною схемою.

В третьому розділі наведено дані по впливу інокуляції на польову схожість насіння сої, формування площі листя у фазу цвітіння, висоти рослини та висоти закладання першого боба.

В четвертому розділі проаналізовано вплив інокуляції насіння на формування елементів структури врожаю, зокрема масу насіння з рослини, масу 1000 насінин, кількість продуктивних вузлів та бобів з рослини, а такої їх вплив на урожайність. Було оцінено зв'язок між вмістом білку та жиру в насінні сої

В п'ятому розділі наведено економічну ефективність технології вирощування сої та її вплив на прибуток за проведення інокуляції насіння.

Робота завершується висновками та пропозиціями виробництву.

**ВИСОТА КРІПЛЕННЯ БОБУ, ЖИР, ПЛОЩА ЛИСТЯ, ПРОТЕЇН,
СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, УРОЖАЙНІСТЬ**

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Н	
У 1.1. Біологічні особливості сої та реакція на погодні умови	10
Р 1.2. Інокуляція насіння – ефективний спосіб підвищити продуктивність та	
Е якість продукції	11
Р 1.3. Вплив інокуляції на формування висоти рослин, біомасу та площу листя	
Л	12
І 1.4. Вплив інокуляції насіння на формування елементів структури врожаю	13
К 1.5. Роль сорту в забезпеченні продуктивності сої.....	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	15
2.1. Погодні умови виконання досліджень.....	15
2.2. Огляд ґрунтових умов	16
2.2. Схема та методика проведення досліджень	17
—	
П 3.1. Вплив інокуляції насіння на польову схожість сої.....	20
У 3.2. Площа листя у фазу початку наливу бобів.....	21
Р 3.3. Висота рослин та висота кріплення нижнього боба.....	22
Е	
Р	
Н	
У 4.1. Густина стояння рослин та маса зерна з рослини	24
Р 4.2. Кількість продуктивних вузлів у сої	26
Р 4.3. Кількість бобів з рослини	27
У 4.4. Кількість насінин рослини	28
Б 4.5. Маса 1000 насінин.....	29
Н	
К	
Р	

4.6. Урожайність насіння сої.....	30
4.7. Вміст білка та жиру в насінні сої.....	31
4.8. Зв'язок між урожайністю та біометричними параметрами рослини....	34

Н

ВІСНОВКИ.....	40
---------------	----

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	42
------------------------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	43
--------------------------------------	----

ДОДАТКИ.....	48
--------------	----

І

Н

К

\

І

"

—

Т

о

с

2

1

2

8

8

7

2

5

5

"

ВСТУП

Актуальність теми. Соя культурна є основною бобовою культурою сьогодення та проникла у всі сфери народного господарства. Високий вміст білка та жиру в насінні робить сою незамінною складовою комбікормів для тварин, основою деяких продуктів харчування та важливою складовою структури посівних площ. Перевагою сої над іншими бобовими культурами є її універсальність використання, висока врожайність та здатність акумулювати велику кількість азоту протягом вегетації.

Світове виробництво сої за останні півстоліття виросло більше, ніж в 3 рази [26], що пов'язано з введенням ГМО сортів, створення нових високоврожайних та високоадаптованих сортів, а також підбору високоефективних штамів бактерій для симбіотичної азотфіксації. Слід розуміти, що всі сорти мають різну чутливість до певних штамів бактерій, тому актуальним є питання дослідження та пошуку найефективніших поєднань сортів та інокулянтів, щоб збільшували акумуляцію азоту і його трансформацію в амінокислоти та білок [41].

Це питання особливо загострюється у ранньостиглих сортів, оскільки період активної азотфіксації у них обмежений і після цвітіння поступово затухає. Окрім цього не слід забувати про стимулюючу роль бактерій у покращенні засвоєння ґрунтового азоту, а також підвищенні стресостійкості рослин. Опосередкована дія інокулянтів може проявлятися у збільшенні кількості та розмірів вегетативних та генеративних органів, зменшення абортатії бобів, формування більшої кількості насіння в бобах, також збільшенні ваги насіння, чи вмісту білка [27]. Тому глобальною проблемою при великій кількості сортів є пошук штамів азотфіксуючих бактерій, які будуть мати найтісніший зв'язок та найвищу продуктивність. Вирішення цієї проблеми є основою сортової технології вирощування сої, що в свою чергу призводить до економії виробничих ресурсів, а як наслідок покращення екологічної ситуації та прибутковості господарства.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Магістерська робота виконувалася в рамках тематичних напрямів кафедри рослинництва національного університету біоресурсів і природокористування України.

Мета дослідження полягає у встановленні реакції ранньостиглих сортів сої до обробки насіння інокулянтами, а також пошуку закономірностей підвищення продуктивності та урожайності.

Щоб досягти поставленої мети досліджень було вирішено наступні **завдання:**

1. проаналізовано наукові джерела інформації вітчизняних та іноземних авторів щодо впливу препаратів мікроорганізмів, що містять азотфіксуючі бактерії на ріст і розвиток рослин сої, їх продуктивність, урожайність і якісний склад насіння;

2. розроблено схему досліджень і закладено польовий дослід з вивчення впливу інокуляції насіння на параметри продуктивності сої;

3. проведено обліки і спостереження за біометричними параметрами, зокрема висотою рослин та висотою кріплення нижнього боба, площею листя у фазу наливу бобів, визначено параметри структури врожаю сої, її урожайності та якості насіння;

4. оцінено економічну ефективність використання різних інокулянтів на посівах сої та надано відповідні рекомендації виробництву.

Об'єкт дослідження: ранньостиглі сорти сої: Ювілейна, ЄС Ментор, Аріса; інокулянти: БТУ-р Соя (3 л/т насіння), Різолайн (3 л/т насіння); елементи структури врожаю, урожайність і якість насіння, економічна ефективність технології вирощування.

Предмет дослідження: процес формування продуктивності ранньостиглих сортів сої при обробці насіння інокулянтами.

Методи досліджень: використовувалися типові загальні та спеціальні методи досліджень у галузі агрономії. Площу листя визначали комбінованим програмно-розрахунковим методом. Використовували статистичні методи,

зокрема дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи програмними методами в Microsoft Excell.

Цінність отриманих результатів полягає в адаптації сортової технології сої шляхом підбору найефективніших інокулянтів, що дозволить розширити знання про вплив інокуляції.

Апробація результатів дослідження проведена на XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (25 квітня 2025 р., с. Центральне, Київська обл., Україна)

Публікації. За проміжними результатами досліджень опубліковані тези доповідей:

Мазуренко Б.О., Гуменюк А.В. (2025). Вплив позакореневого підживлення на формування продуктивності ранньостиглих сортів сої. Селекція, генетика, сортовипробування та агротехнології культурних рослин: виклики та перспективи: Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (25 квітня 2025 р., с. Центральне, Київська обл., Україна) / НААН, МІП ім. В. М. Ремесла, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua/>, 2025. – 124 с.

РОЗДІЛ 1

РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Біологічні особливості сої та реакція на погодні умови

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – бобова культура із високою пластичністю до умов вирощування та здатністю до фіксації азоту з повітря. Це явище є наслідком симбіотичного зв'язку з бактеріями роду *Bradyrhizobium*, які утворюють на кореневій системі колонії у вигляді бульбочок. Взаємовигідний обмін між рослиною та бактеріями забезпечує значну частку потреби культури в азоті та знижує залежність від мінеральних добрив [25]. Симбіоз можливий лише при сумісності рослини з певним штамом бактерій, а деякі сорти взагалі не утворюють цього зв'язку. На ефективність азотфіксації впливають фізико-хімічні параметри ґрунту, такі як реакція ґрунтового розчину, вміст доступного фосфору й молібдену, температура та вологість у посівний період [32]. На ранніх етапах органогенезу критичними для рослини є температура ґрунту та доступна волога, бо їхній дефіцит погіршує формування бульбочок, їх розмір та активність основного азотфіксуючого ферменту (нітрогенази), що опосередковано зменшує інтенсивність росту та поглинання азоту [28, 39]. Рослини сої більшість періоду вегетації, починаючи з появи першого трійчастого листка і до завершення наливу насіння, характеризуються максимальною чутливістю до водного стресу та високих температур, які можуть обмежувати закладання вузлів, цвітіння, запилення та налив насіння [34, 37].

Підвищення температури повітря та нестабільність зволоження можуть провокувати ризики зниження врожаю, навіть при надлишку інших ресурсів [29]. Продуктивність сої також визначається балансом теплового режиму (уникнення стресу), дефіциту вологи й екстремальних явищ, які все частіше фіксуються в агроландшафтах. Ранньостиглі сорти порівняно з іншими групами мають морфологічні обмеження для реалізації врожаю, оскільки мають детермінований ріст та невелику кількість гілок та продуктивних вузлів. У ранньостиглих сортів вирішальними елементами структури врожаю є кількість бобів на рослині,

кількість насінин у бобі та маса 1000 насінин. Саме ці елементи, а не висота рослин, найтісніше корелюють з урожайністю [37]. Адаптивність сої до погодних умов є результатом взаємодії трьох чинників: ефективного симбіозу з бульбочковими бактеріями, чутливістю до нестабільних і нетипових погодних умов та сортовими особливостями формування врожаю [1-3].

1.2. Інокуляція насіння – ефективний спосіб підвищити продуктивність та якість продукції

Інокуляція насіння сої штамми *Bradyrhizobium japonicum* є основою інтенсифікації біологічної азотфіксації, що підвищує забезпечення рослин азотом, пришвидшує стартовий ріст і формування фотосинтетичного апарату. Активна азотфіксація у помірно збіднених субстратах знижує потребу в мінеральному N та покращує екологічні показники технології [20]. Узагальнення багаторічних досліджень показує, що інокуляція та обробка насіння іншими ріст-стимулюючими бактеріями (*Azospirillum brasilense*) може збільшувати кількість і масу бульбочок, масу кореневої системи, вміст азоту у надземній біомасі, що забезпечує приріст урожайності насіння [23, 30, 35]. Проте більшість дослідників дотримуються ідеї, що саме симбіотична азотфіксація є основним елементом підвищення засвоюваності азоту, навіть при сумісній обробці з іншими діазотрофами [8, 19], що підкреслює значення ґрунтово-кліматичних умов, агрофону та сортової чутливості різних сортів сої.

Посіви сої з активною симбіотичною системою зазвичай формують насіння з вищим вмістом вторинних метаболітів, таких як білок та жир через зміну метаболічних процесів на рівні насінини та більшому забезпеченню азотом. Симбіотична азотфіксація також підвищує стійкість до стресів, зокрема тих, що викликають осмотичними чинниками та надмірним сонячним світлом [21]. Інокуляція в поєднанні з мікроелементами (зокрема Mo) може підсилювати ефект за рахунок покращення активності нітрогенази [9]. З практичної точки зору, дотримання технології (сумісність штаму з культурою, формуляція інокулянта, терміни та умови нанесення, захист від ультрафіолетового проміння)

є таким же важливим, як вибір самого сорту [33]. Загалом інокуляція це інструмент з високим потенціалом приросту врожайності та стабільності технології за рахунок покращення азотного живлення, але її результативність максимізується у зв'язці з коректною агротехнікою та адаптацією до локальних умов [12, 15].

У багаторічних польових дослідах інокуляція стабільно збільшує кількість продуктивних вузлів, активність нітрогенази, площу листової поверхні та врожайність [17–18], може впливати на індекс зеленості (що в свою чергу залежить від вмісту хлорофілу та азоту).

Втім, фермент нітрогеназа здатний не лише фіксувати азот з повітря, але й ґрунтового розчину, тому надмірні норми азоту можуть пригнічувати корисну симбіотичну азотфіксацію, тоді як невеликі дози (в межах 10-30 кг/га діючої речовини підсилюють початковий ріст сої та покращують інфікування кореневої системи бульбочками [5, 6].

1.3. Вплив інокуляції на формування висоти рослин, біомасу та площу листя

Інокуляція насіння впливає на морфогенез сої через покращення азотного живлення, що відбивається на висоті рослин, накопиченні сухої речовини та розвитку листового апарату [4]. Сучасні польові дослідження показують, що інокуляція (і навіть збільшення норми інокулянту) збільшує листовий індекс та накопичення біомаси в критичні періоди R1–R4 (бутонізація – налив насіння) відносно контролю, тоді як дефіцит вологи значно послаблює ефект за рахунок пригнічення біологічної азотфіксації [27]. Окремі роботи фіксують зростання листової площі, вмісту фотосинтетичних пігментів та біомаси після інокуляції *Bradyrhizobium* [10]. За водного стресу у фазі вегетативного розвитку біохімічні індикатори симбіотичної азотфіксації знижуються, що пов'язано з погіршенням фотосинтезу та накопиченню біомаси [33].

Висота рослини часто розглядається як один з показників майбутньої продуктивності, проте зв'язок з іншими параметрами може бути нелінійним.

Надмірний ріст вегетативної маси сої може не формувати відповідної кількості генеративних органів, а лише збільшить кількість соломи. Отже, позитивний вплив інокуляції на листову масу та біомасу найчастіше проявляється за оптимальної вологи, доступності мікроелементів (Mo, Co, B) та адаптації штаму бактерій до умов конкретного поля [11, 14]. Погіршення умов на початкових етапах призводить до формування мілкіших бульбочок, або їх меншої кількості, ніж за оптимальних умов [7].

1.4. Вплив інокуляції насіння на формування елементів структури врожаю

Урожайність насіння сої залежить як від густоти стояння так і індивідуальної продуктивності рослини. В свою чергу продуктивність кожної рослини є результатом формування певної кількості бобів і насіння, а також крупності насіння (маси 1000 насінин) [31]. Збільшення урожайності зазвичай відбувається за рахунок збільшення кількості генеративних органів як на окремій рослині, так і в перерахунку на площу посіву, тоді як зміни висоти мають непряме значення (Serafin-Andrzejewska et al., 2024). Інокуляція й особливо комбінація інокуляції з цільовим мікроелементним живленням можуть достовірно підвищувати кількість бобів. Інколи інокуляція збільшує середню кількість насінин у бобі, тоді як вплив на масу 1000 насінин більш варіабельний і часто визначається погодою в період наливу [22, 32]. Ефективність цих процесів залежить від умов середовища, так і сумісності сорту з певними штамом симбіотичних азотфіксуючих бактерій [16, 24, 38]

Генетичний контроль окремих елементів структури (наприклад, насінин у бобі через гени на кшталт Ln) взаємодіє з умовами середовища та забезпеченістю азотом, визначаючи реалізацію потенціалу. Практично це означає, що інокуляція найчастіше «працює» через збільшення кількості бобів та вузлів (як носіїв репродуктивних органів), тоді як насінина-залежні ознаки чутливі до стресів наливу [40].

1.5. Роль сорту в забезпеченні продуктивності сої

Підбір сорту для вирощування визначає межу потенційної урожайності в конкретних умовах вирощування при забезпеченні всіма поживними речовинами. Сорти мають різну чутливість до інокуляції, що проявляється в різній кількості бульбочок, змінах нітрогеназної активності та адаптації до зміни ґрунтових умов [42]. Як наслідок, гірша здатність утворювати бульбочки відбивається на продуктивності рослин та потребує більшого надходження з ґрунтового розчину. Такі чутливі сорти більше покладаються на систему удобрення, тому потребують високого рівня агротехніки. В той же час сорти з високою чутливістю та тісним симбіозом з азотфіксуючими бактеріями можуть бути адаптованими до вегетації на ґрунтах з меншим вмістом легкогідролізованого азоту. Такі сорти при наявності бактерій в ґрунті або інокуляції насіння мають вищу адаптацію до несприятливих умов і стабільно формують боби у стресових умовах посухи або високих температур [40].

З огляду на це, інокуляція розглядається як фактор, що розкриває генетичний потенціал сорту через покращення азотного живлення, але приріст до урожайності залежить від здатності конкретного сорту ефективно конвертувати додатковий азот у боби та насіння, а не лише вегетативні органи [36]. Оптимальна стратегія вирощування це поєднання сорту зі стабільною репродуктивною архітектурою (більше вузлів/бобів за типової густоти) та перевіреного інокулянта, адаптованого до локальних ґрунтово-кліматичних умов [26].

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження з визначення ефективності використання інокулянтів для обробки насіння ранньостиглих сортів сої проводилися у 2025 році в умовах ТОВ «Агро-Слава-2017), що розташоване в Кам'янець-Подільському районі Хмельницької області. Господарство займається вирощування сої, тому поліпшення технологічних елементів з метою збільшення урожайності та зменшення витрат є перспективним для підвищення прибутковості.

2.1. Погодні умови виконання досліджень

Господарство знаходиться в Правобережній частині Лісостепу України та характеризується м'яким кліматом з великою кількістю опадів протягом вегетаційного сезону. Особливістю вегетаційного сезону 2025 року (рис. 2.1) було суттєве зниження температури повітря в травні та серпні порівняно з багаторічними значеннями, що призвело до зміни перебігу вегетації сої.

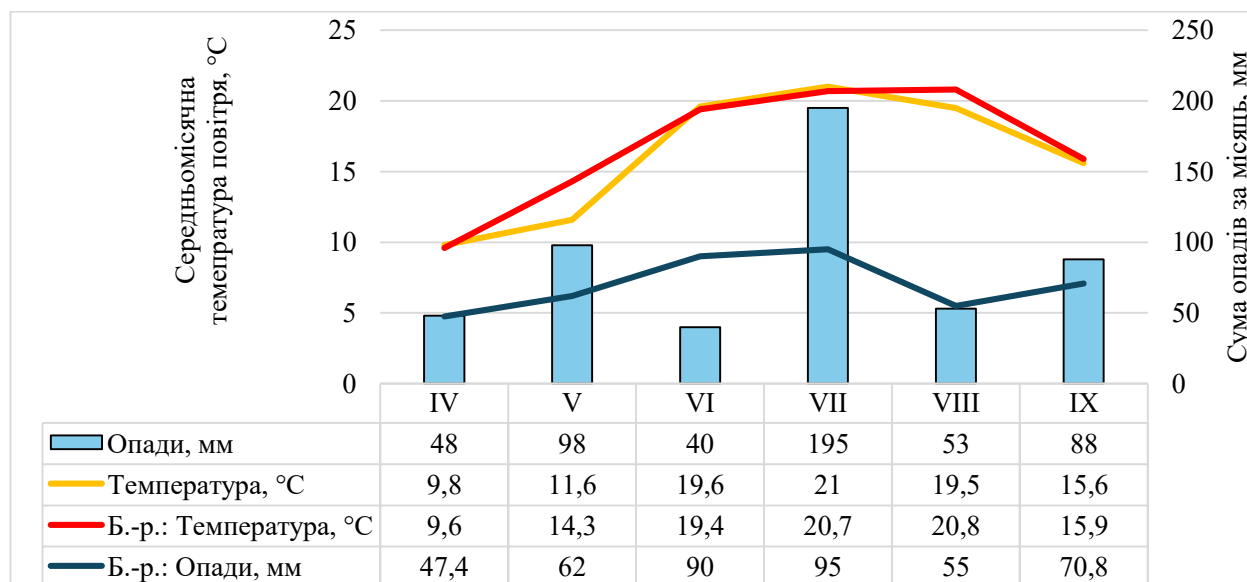


Рис. 2.1. Погодні умови у рік досліджень

В травні, коли відбувалося проростання насіння, поява сходів та утворення перших листків середньомісячна температура становила 11,6 °С, що було на 2,7 °С менше, ніж багаторічне значення. Таке суттєве відхилення затримало ріст

сої, що пов'язано з майже втричі меншою сумою ефективних температур при якій вона вегетувала. Протягом червня та липня температура повітря не відрізнялася від багаторічного, а в серпні була на 1,3 °С нижчою, ніж зазвичай. Вегетація сої завершилася в середині вересня, а температурний режим не мав якихось особливостей.

Оскільки соя – це культура мусонного типу, їй окрім помірної температури повітря також важливим є достатнє вологозабезпечення. Надходження опадів було строкатим та загалом за вегетацію перевищувало річні показники. Травень характеризувався великою кількістю опадів (98 мм), що на 36 мм перевищувало багаторічну норму, тоді як в червні навпаки було зниження. В червні сума опадів становила 40 мм, тоді як зазвичай випадає 90 мм. Оскільки соя перебувала на початку періоду інтенсивного росту, то запасів вологи в ґрунті вистачало для проходження основних етапів росту.

Липень 2025 року характеризувався аномальною кількістю опадів. За цей місяць випало 195 мм, що більше, ніж в два рази перевищує багаторічне значення. А оскільки це припало на період цвітіння та формування першої хвилі бобів, це сприяло утворенню більшої кількості бобів, але погіршенню симбіотичної фіксації через тимчасове перезволоження ґрунту. В серпні та вересні кількість опадів не відрізнялася від багаторічного значення.

2.2. Огляд ґрунтових умов

Ґрунтовий покрив господарства представлений чорноземами типовими середньосуглинковими на лесі з різним вмістом гумусу, що пов'язано з невеликим схилом, який впливав на вологозабезпечення в процесі їх формування. Ґрунти на дослідній ділянці мають високу природну родючість та здатні забезпечувати урожайність сої на рівні вище 1,5 т/га без внесення добрив. Основні параметри дослідної ділянки представлені у таблиці 2.1, а за їх комплексом можна зробити висновок про високу придатність для вирощування сої.

Грунтові умови дослідної ділянки

Показник	Значення
Тип ґрунту	Чорнозем типовий
Механічний склад	Середньосуглинковий
Вміст гумусу (за Тюрінім), %	4,17
pH сольової витяжки	6,8
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г	1,95
Вміст легкогідролізованого азоту, мг/кг	135
Вміст рухомого фосфору (P ₂ O ₅), мг/кг	145
Вміст обмінного калію (K ₂ O), мг/кг	160
Щільність складення ґрунту, г/см ³	1,18

Ґрунт характеризується високим вмістом легкодоступних форм азоту, фосфору та калію. pH сольової витяжки становить 6.8, що має близьку до нейтральної реакцію, але частково деякі елементи живлення можуть мати гіршу доступність, що може вплинути на урожайність. Щільність складення ґрунту на рівні 1,18 г/см³, що є сприятливим для симбіотичної азотфіксації і в перспективі може компенсувати інші ґрунтові недоліки.

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Для проведення польового дослідження використовувалася окрема ділянка у масиві соєвого поля, тому всі технологічні операції, зокрема захист від бур'янів, шкідників та хвороб проводився за технологією промислового посіву. На всьому масиві технологія вирощування була однаковою за винятком досліджуваних чинників.

Попередником була пшениця озима. Після збору попередника проводилося дискування та оранка. Весною проводилося ранньовесняне закриття вологи легкими боронами та передпосівна культивуація на глибину 6-8 см. Система удобрення передбачала внесення 100 кг/га комплексного добрива (NPK 5:20:30) при сівбі. Сівбу проводили з нормою висіву 550 тисяч схожих насінин на гектар при прогріванні верхнього шару ґрунту до +10...+12 °С. Насіння було протруєне, тому інокуляцію проводили безпосередньо у день сівби у нормі 3 л інокулянту /т насіння, а на контрольний варіант обробляли відповідно кількістю чистої води. Кількість робочого розчину для інокуляції 10 л/т.

Для визначення особливостей росту та формування продуктивності сої за обробки інокулянтами закладали двофакторний дослід (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Схема польового дослідження

<i>Фактор А</i> Сорт сої	<i>Фактор В</i> Інокуляція насіння
1. Ювілейна (контроль)	Без інокуляції, обробка водою (контроль)
2. ЄС Ментор	БТУ-р, 3л/т
3. Аріса	Різолайн, 3 л/т

Фактором А виступали ранньостиглі сорти сої з вегетаційним періодом 105–115 діб – Ювілейна, ЄС Ментор, Аріса. Варіантом В були інокулянти БТУ-р та Різолайн, а контролем виступала обробка водою (далі по тексті «без інокуляції» або Б/ін).

Обліки та спостереження в посівах сої:

1. Лабораторну схожість визначали шляхом пророщування насіння у чашках Петрі на папері у чотирикратній повторності розміщуючи 25 насінин в кожній з визначенням середнього значення.

2. Польову схожість встановлювали на 7 добу після появи сходів підраховуючи кількість рослин на двох суміжних рядках на довжині 2 м та визначивши відсоток від планового показника (550 тис. шт/га).

3. Площу листя визначали у фазу початку наливу бобів шляхом сканування листових пластинок та визначення площі зафарбованих ділянок програмними засобами з подальшим перерахунком на 1 га.

4. Висоту рослин та висоту кріплення нижнього боба визначали у фазу повної стиглості відміряючи від поверхні ґрунту.

5. Густану стояння рослин визначали підрахунком кількості рослин на ділянці, що еквівалента 1 м² поля на кожному повторенні.

6. Масу зерна з рослини визначали розрахунковим способом поділивши масу зерна з 1 м² на кількість рослин.

7. Кількість продуктивних вузлів визначали підрахунком вузлів на 10 рослинах та визначенням середнього значення.

8. Кількість насіння та бобів на рослині визначали обрахунком на 10 рослинах.

9. Урожайність визначали шляхом обмолоту всіх рослин на площі 1 м² з перерахунком на вологість 14 % та на площу 1 га.

10. Масу 1000 насінин визначали зважуванням двох наважок по 500 насінин, а при відхиленні середнього більше ніж на 3% брали додаткову.

11. Вміст білка та жиру визначали на абсолютно суху речовину на інфрачервоному аналізаторі зерна FOSS Infratec.

12. Кореляційні залежності та рівняння регресії встановлювалися вбудованими функціями та засобами Microsoft Excel.

13. Економічну ефективність технології вирощування розраховували за внутрішньою документацією господарства з внесенням змінних по урожайності та вартості інокулянтів та суміжних операцій.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ІНОКУЛЯНТІВ НА МОРФОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ СОЇ

3.1. Вплив інокуляції насіння на польову схожість сої

Лабораторна схожість посівного матеріалу була високою (таблиця 3.1) та становила 93–95 %. Норма висіву всіх сортів була на рівні 550 тисяч схожих насінин на 1 га, проте польова схожість різнилася. Таким чином найбільша кількість рослин була на варіанті з внесенням Різолاین у сорту ЄС Ментор – 445 тисяч рослин/га, що відповідало польовій схожості 80,9 %, тоді як при використанні БТУ-р вона становила 78,4 %.ю а на контрольному варіанті 75,6 %.

Таблиця 3.1

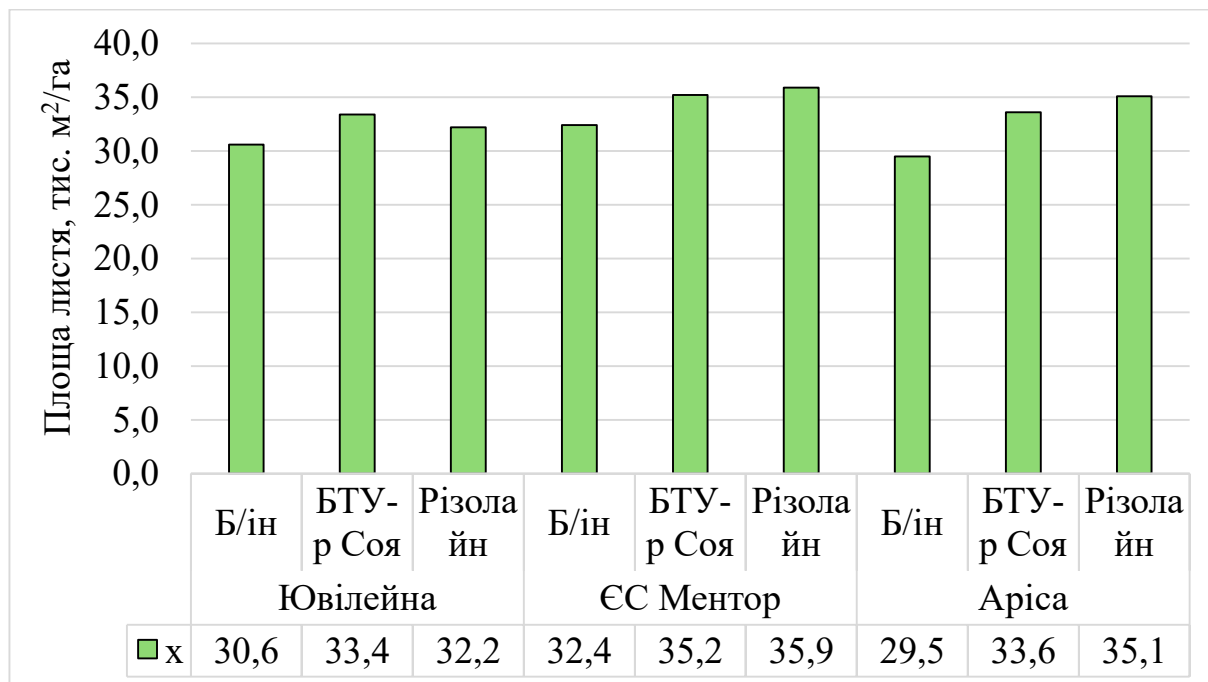
Польова та лабораторна схожість насіння

Сорт	Інокулянт	Лабораторна схожість, %	Норма висіву, тис. шт./га	Густина стояння на момент сходів, тис. шт./га	Польова схожість, %
Ювілейна	Б/ін	93	550	397	72,2
	БТУ-р	93	550	408	74,2
	Різолاین	93	550	411	74,7
ЄС Ментор	Б/ін	95	550	416	75,6
	БТУ-р	95	550	431	78,4
	Різолاین	95	550	445	80,9
Аріса	Б/ін	94	550	403	73,3
	БТУ-р	94	550	432	78,5
	Різолاین	94	550	414	75,3
НІР ₀₅				20	3,5

У сорту Ювілейна різниця в польовій схожості між обробленими та необробленими варіантами була несуттєвою, тоді як в сорту Аріса обробка БТУ-р підвищувала польову схожість на 5,2 %, що суттєво перевищувало контроль.

3.2. Площа листя у фазу початку наливу бобів

Площа листя залежала від площі листя окремої рослини так і густоти стояння. Найменша площа листя у фазу наливу бобів була у всіх сортів на варіанті без проведення інокуляції. У сорту Ювілейна вона становила 30,6 тис. м²/га на контролі (рис. 3.1), тоді, як за обробки БТУ-р зростала на 2,8 тис м²/га, що було суттєво більше, а при обробці Різолан різниця була несуттєва.



Примітка: $HP_{05} = 2,5$ тис. м²/га

Рис. 3.1. Площа листя сої у фазу наливу бобів, тис. м²/га

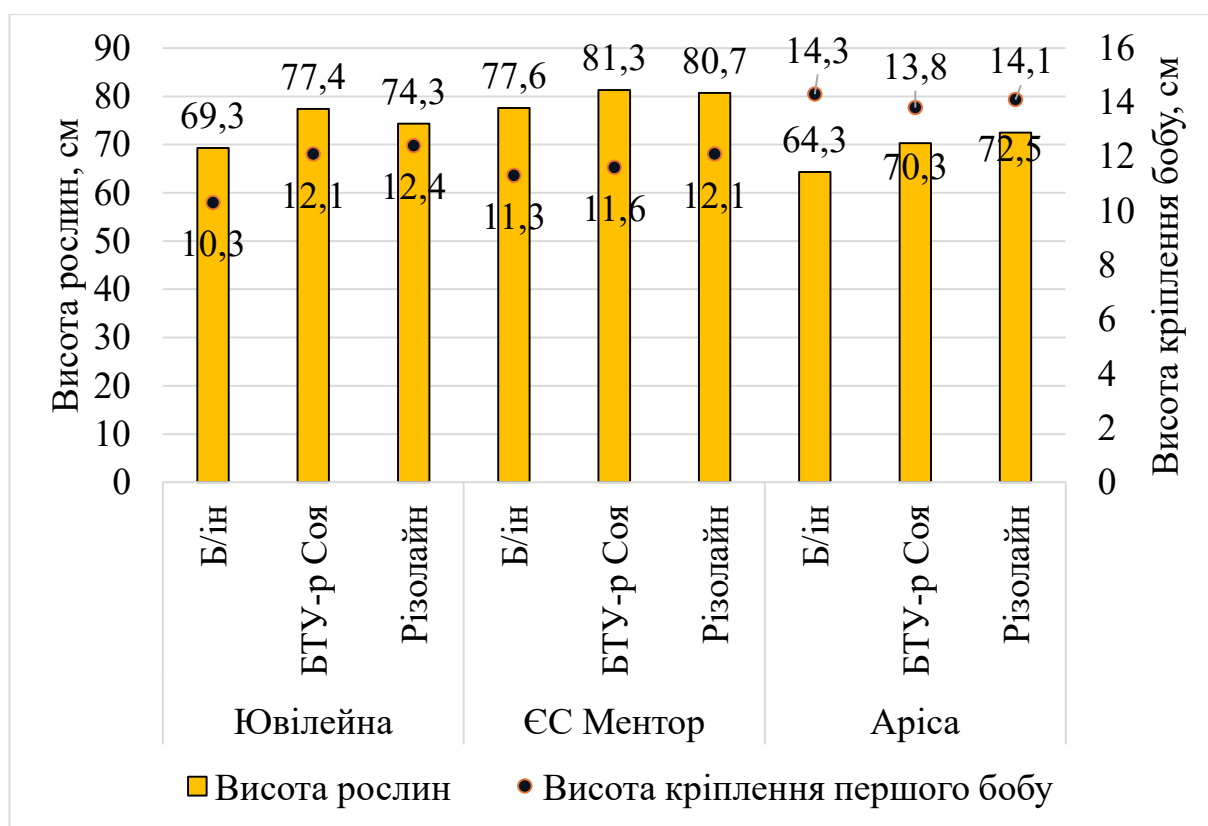
У сорту ЄС Ментор площа листя на контролі становила 32,4 тис. м²/га, тоді як за інокуляції суттєво зростала. При обробці БТУ-р вона досягала 35,2 тис. м²/га (+2,8 тис. м²/га), а у варіанту з Різолан – 35,9 тис. м²/га (+3,5 тис. м²/га), що майже на 10 % перевищувало значення контрольного варіанту.

У сорту Аріса різниця між всіма варіантами була суттєвою. На контрольному варіанті площа листя становила 29,5 тис. м²/га, а за обробки БТУ-

р площа листя підвищувалася до 33,6 тис. м²/га, що на 4,1 тис. м²/га більше. У випадку з обробкою Різолайном, то площа листя істотно перевищувала варіант з БТУ-р і досягала 35,1 тис. м²/га.

3.3. Висота рослин та висота кріплення нижнього боба

Стимуляція ростових процесів сої за обробки інокулянтами сприяла збільшенню висоти рослин (рис. 3.2) за рахунок збільшення кількості міжвузлів та продуктивних вузлів. В той же час більша густота стояння могла сприяти закладанню першого боба вище від поверхні ґрунту.



Примітка: НІР₀₅ для висоти рослин 3,0 см.

Рис. 3.2. Висота рослин та висота кріплення нижнього боба, см

Найвищим серед досліджуваних сортів був ЄС Ментор з діапазоном 77,6–81,3 см, а всі інокулянти давали суттєву прибавку до висоти рослини. В цього сорту найбільша висота була за обробки БТУ-р.

У сорту Ювілейна на контрольному варіанті висота становила 69,3 см, а обробка насіння інокулянтом Різолайн давала приріст 5 см, що суттєво його

перевищувало. У випадку БТУ-р приріст також був суттєвий відносно Різолайн, а висота досягала 77,4 см. Сорт Аріса порівняно з іншими був нижчим на аналогічних варантах. На варіанті без інокулянтів висота рослин становила 64,3 см, а при обробці БТУ-р і Різолайн підвищувалася до 70,3 і 72,5 см відповідно.

У випадку з висотою кріплення нижнього боба найбільше значення було в Аріси – 13,8–14,3 см, тоді як в інших сортів припадало на діапазон 10,3–12,4 см. У сорту Ювілейна на контрольному варіанті нижній біб кріпився на висоті 10,3 см, а на інокульованих варіантах закладався на 1,8–2,1 см вище. В сорту ЄС Ментор на контрольному варіанті біб закладався на 11,3 см від поверхні ґрунту, за обробки БТУ-р на 11,6 см, а в Різолайн – на 12,1 см.

Отже, як видно з рисунку залежність між висотою кріплення нижнього боба та висотою може бути у сортів Ювілейна та ЄС Ментор, тоді як в Аріси видимий зв'язок між цими показниками відсутній.

РОЗДІЛ 4

ПРОДУКТИВНІСТЬ, СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ

4.1. Густота стояння рослин та маса зерна з рослини

Посіви сої протягом вегетації можуть зменшувати густоту стояння через посилення фактору конкуренції за ресурси життя, а також загибелі внаслідок дії патогенів на початкових фазах розвитку. Проведений облік густоти стояння перед збиранням врожаю показав, що обробка насіння інокулянтном сприяла виживанню більшої кількості рослин (таблиця 4.2), ніж на ділянках без його застосування незалежно від сорту. В середньому густота стояння на інокульованих варіантах була на 18–19 тис. рослин/га більше, ніж на контрольному варіанті (369 тис. рослин/га).

Таблиця 4.1

Густота стояння рослин, тис. шт./га

Сорт	Інокуляція			Середнє по сорту
	Б/ін	БТУ-р	Різолайн	
Ювілейна	351	368	373	364
ЄС Ментор	382	391	405	393
Аріса	373	401	386	387
Середнє по інокулянту	369	387	388	X

Середня густота стояння по сортам також різнилася. Контрольний сорт Ювілейна в середньому формував 364 тис. рослин/га, тоді як в ЄС Ментор густота стояння становила 393 тис. шт./га, а в сорту Аріса – 387 тис. шт./га. Загалом в досліді найбільша густота стояння була в сорту ЄС Ментор за обробки насіння інокулянтном Різолайн (405 тис. шт./га), а в сорту Аріса за обробки БТУ-р цей показник досягав 401 тис. шт./га.

Оскільки густина стояння рослин в досліді була різною, незалежно від того, що норма висіву була однаковою слід враховувати, що цей показник також міг впливати на структуру врожаю та урожайність.

Маса зерна з рослини є одним з ключових елементів структури врожаю, який часто має тісну кореляцію з урожайністю. За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування інокулянту в середньому по досліді підвищувало масу зерна з насіння на 0,74–0,78 г порівняно з контролем (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Маса зерна з рослини залежно від інокуляції, г

Сорт	Інокуляція			Середнє по сорту	± до контролю
	Б/ін	БТУ-р	Різолан		
Ювілейна	6,30	7,17	7,24	6,90	–
ЄС Ментор	6,44	7,26	6,72	6,81	–0,09
Аріса	5,82	6,33	6,92	6,36	–0,54
Середнє по інокулянту	6,18	6,92	6,96	X	X
± до контролю	–	+0,74	+0,78	X	X

Найбільша середня маса зерна з рослини була в сорту Ювілейна – 6,9 г, проте найбільше значення серед всіх варіантів було у сорту ЄС Ментор при обробці насіння інокулянтом БТУ-р – 7,26 г. Слід відмітити, що інокулянти БТУ-р і Різолан мали схожу ефективність у сорту Ювілейна (7,17 і 7,24 г насіння з рослини відповідно), тоді, як в інших сортів ефективність різнилася. У сорту ЄС Ментор, як вказано вище ефективнішим був БТУ-р, що давав прибавку до маси зерна з рослини на 0,54 г більше, ніж обробка Різоланом. У сорту Аріса ситуація була протилежною, Різолан виявився ефективнішим, оскільки прибавка до маси насіння порівняно з контролем становила 1,1 г, тоді, як при обробці БТУ-р лише 0,51 г.

Для розуміння чи мала густина стояння вплив на формування маси зерна з рослини було проведено кореляційний аналіз та побудовано регресійну модуль для кожного сорту. Було встановлено, що густина стояння та маса насіння з рослини мають тісну позитивну кореляцію (рис. 3.1) у сорту Ювілейна ($R^2 = 0,98$, $r = \sqrt{R^2} = 0,99$), середню у сорту Аріса ($R^2 = 0,19$, $r = \sqrt{R^2} = 0,43$) та слабку у сорту ЄС Ментор ($R^2 = 0,0438$, $r = \sqrt{R^2} = 0,21$).

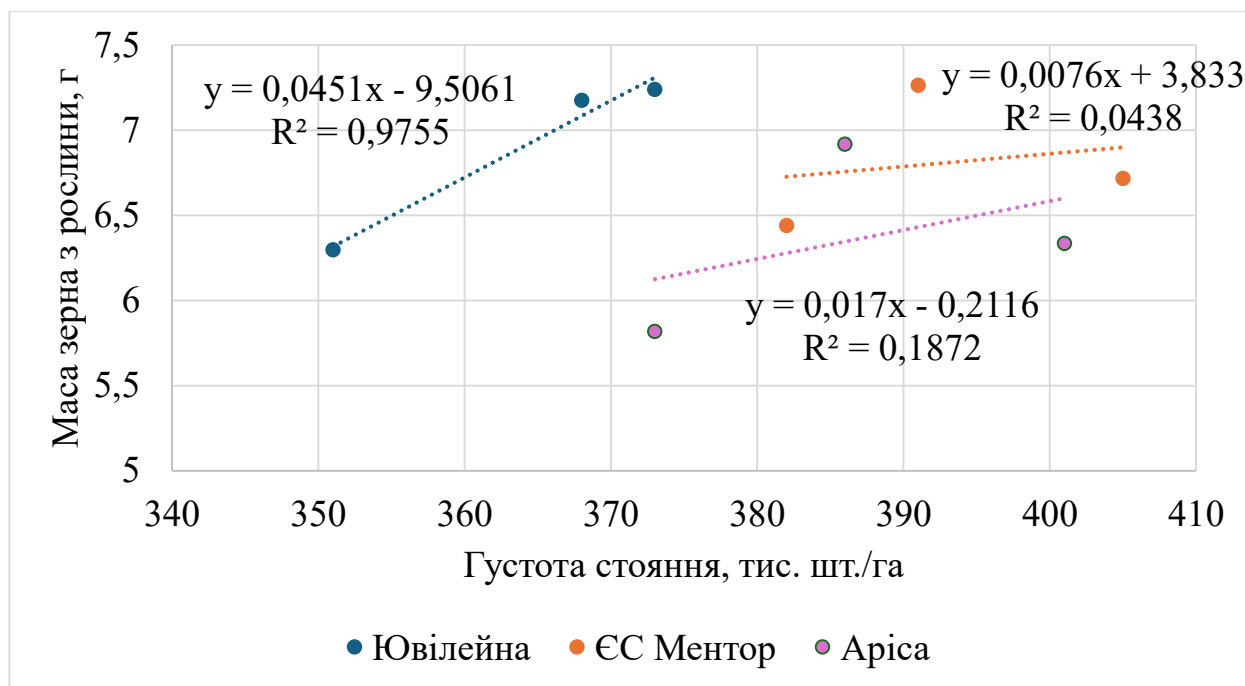


Рис. 4.1. Кореляція між масою насіння з рослини та густиною стояння сої

Оскільки кореляція позитивна, або прямує до нуля, можна припустити, що вплив інокуляції на густоту стояння та масу насіння з рослини є незалежним. Це відрізняє сою від зернових культур, у яких зв'язок між густиною стояння та масою зерна з рослини є негативним.

4.2. Кількість продуктивних вузлів у сої

Одним з факторів збільшення маси зерна з рослини може виступати збільшення кількості генеративних органів та вузлів їх закладання. Покращення умов живлення та забезпечення достатньої кількості світла та поживних речовин можуть підвищувати продукційні процеси сої в сторону збільшення кількості

продуктивних вузлів. Продуктивними вузлами в цьому розумінні є пазухи листків у яких формується хоч 1 біб з насінням.

Було встановлено, що інокуляція насіння підвищувала кількість продуктивних вузлів у всіх досліджуваних сортів, а середня кількість вузлів у всіх сортів досліду становила 10,3–10,7 шт. (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3

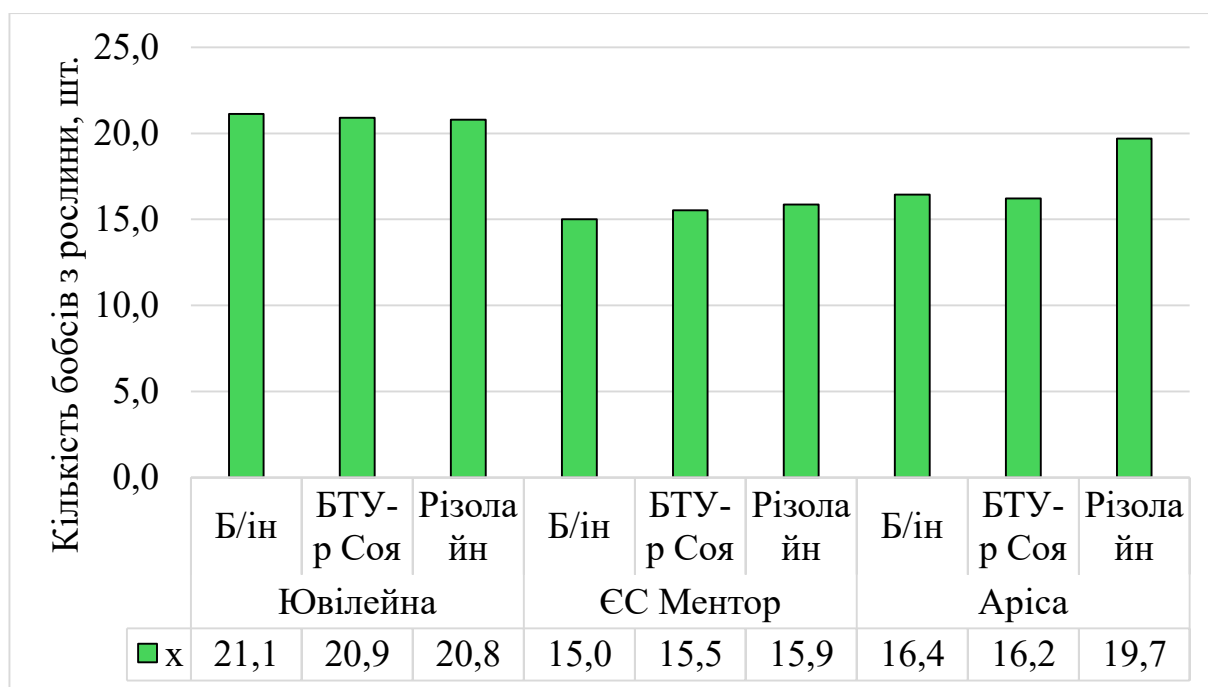
Кількість продуктивних вузлів у сої залежно від інокуляції насіння

Сорт	Інокуляція			Середнє по сорту
	Б/ін	БТУ-р	Різолайн	
Ювілейна	9	12	11	10,7
ЄС Ментор	10	11	11	10,7
Аріса	8	11	12	10,3
Середнє по інокулянту	9	11,3	11,3	X

На контрольному варіанті без обробки найбільша кількість вузлів на рослині формувалася у сорту ЄС Ментор – 10 шт., а обробка інокулянтом підвищувала це значення на 1 додатковий вузол. У сорту Ювілейна і Аріса приріст 3 вузли порівняно з контролем був при обробці БТУ-р (12 і 11 вузлів відповідно). При обробці Різолайн у сорту Аріса кількість продуктивних вузлів збільшувалася до 12 шт., що на 4 шт. більше, ніж у варіанту без обробки.

4.3. Кількість бобів з рослини

Самі лише вузли опосередковано впливають на продуктивність, оскільки ефективнішим показником є кількість бобів з рослини, а кількість бобів у вузлі може істотно різнитися. Було встановлено, що сорт Ювілейна формував 20,8–21,1 боби на рослині, а інокуляція майже на цей показник не впливала. В сорту ЄС Ментор обробка насіння Різолайн підвищувала кількість бобів на рослині до 15,9 шт., що суттєво перевищувало значення варіанту без обробки (15 бобів).



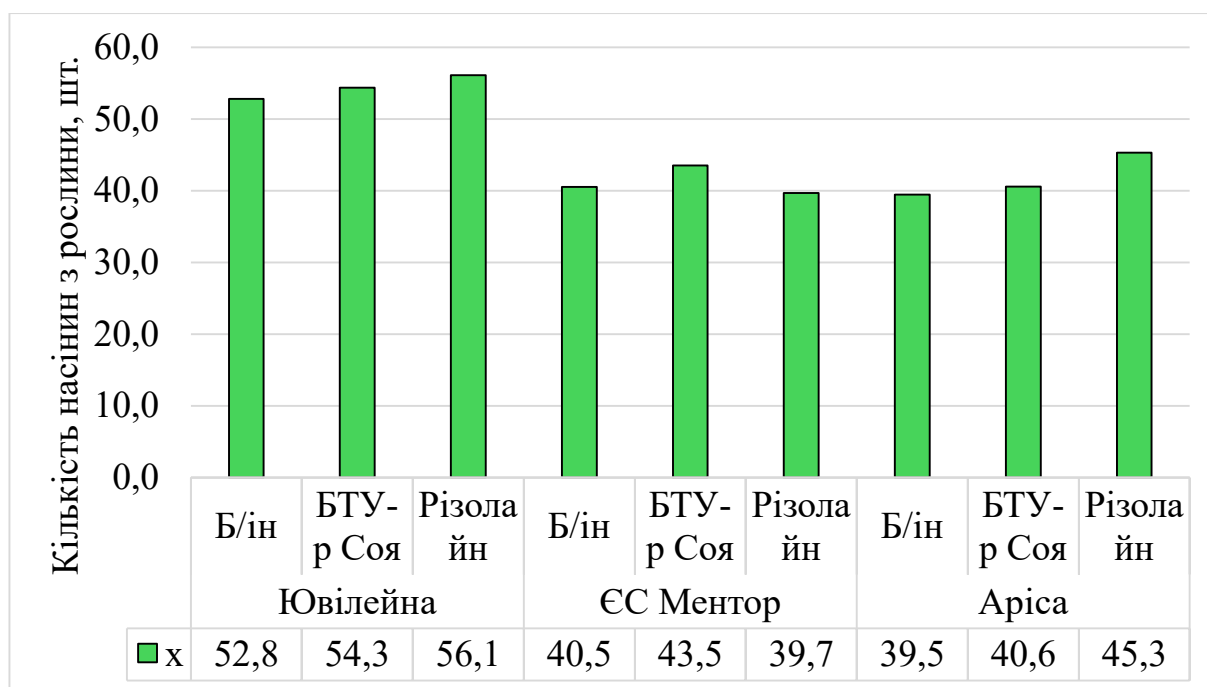
Примітка. $HP_{05} = 0,7$ бобів

Рис. 4.2. Кількість бобів на рослині сої за інокуляції в 2025 році, шт.

Слід відмітити, що найбільший ефект від застосування інокулянту за впливом на кількість бобів на рослині був за застосування Різолан у сорту Аріса, де приріст становив 3,3 боби/рослина, і загальна кількість становила 19,7 шт., при 16,4 шт. у контрольного варіанту.

4.4. Кількість насінин рослини

Тенденція по кількості насінин з рослини відповідала кількості бобів з невеликими виключеннями. У сорту Ювілейна (рис. 4.3) за інокуляції насіння Різоланом кількість насіння з рослини збільшувалася на 3,3 шт., що перевищувало найменшу істотну різницю з контрольним варіантом, тоді як по кількості бобів її не було. У сорту ЄС Ментор ефективним був інокулянт БТУ-р, який сприяв формуванню 43,5 насінин, що на 3 шт. більше, ніж в контролю, тоді, як за обробки Різоланом спостерігалася несуттєве зменшення. У сорту Аріса найефективнішим інокулянтом був Різолан, за обробки яким кількість насіння з рослини зростала на 5,8 ш. порівняно з контрольним варіантом.



Примітка. $HP_{05} = 2,4$ шт.

Рис. 4.3. Кількість насінин з рослини сої залежно від інокуляції

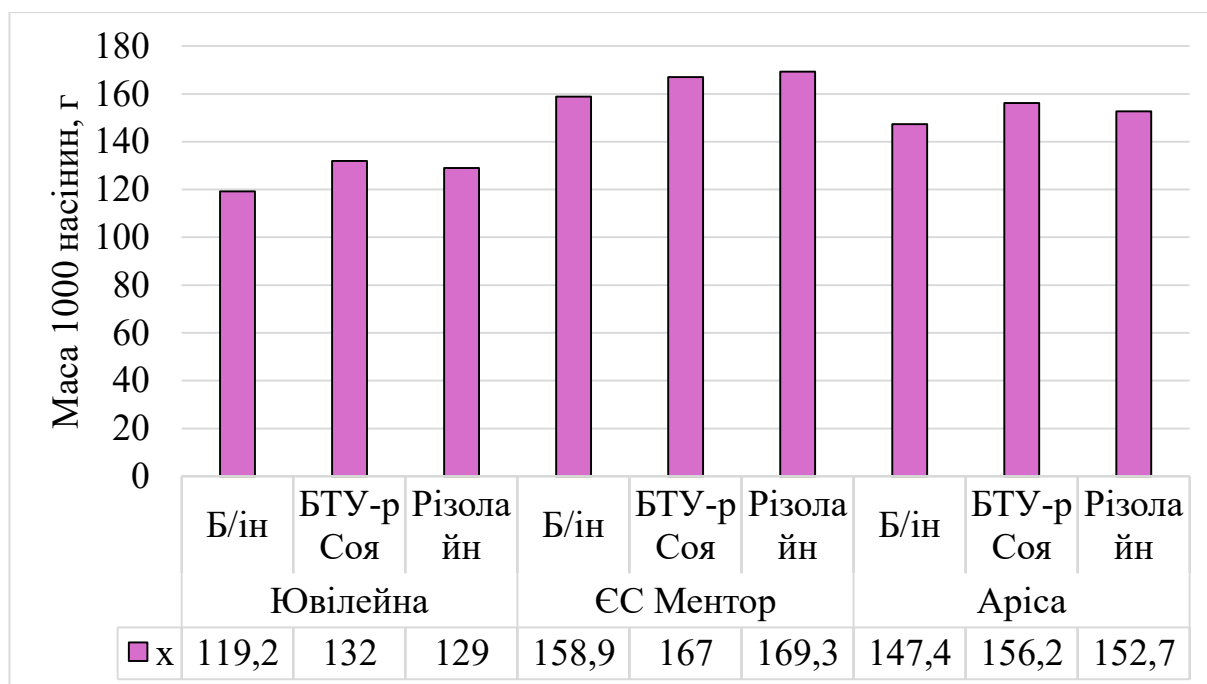
Отже, вплив інокулянтів на кількість насіння з рослини є різним, а прослідкувати загально видову тенденцію важко. Проте встановлене раніше збільшення маси насіння з рослини може бути обумовлене збільшенням маси окремої насінини, що може компенсувати зменшення її кількості в окремих випадках.

4.5. Маса 1000 насінин

Маса 1000 насінин є сортовою ознакою, проте умови середовища можуть істотно впливати на це показник. В роки сильних посух, або підвищених температур в момент наливу насіння та досягання розмір і маса насіння можуть не досягати своїх базових параметрів. Інокуляція насіння може мати стимулюючих ефект та сприяти подоланню стресів, а як наслідок дозволить рослині формувати крупніше насіння.

Було встановлено, що інокуляція насіння підвищувала масу 1000 насінин у всіх сортів порівняно з варіантом без контролю (рис. 4.4). У сорту Ювілейна на

контрольному варіанті маса 1000 насінин становила 119,2 г, тоді як за обробки насіння БТУ-р збільшувалася на 12,8 г, а Різолайном на 9,8 г.



Примітка. $HP_{05} = 3,9$ г

Рис. 4.4. Маса 1000 насінин сої залежно від інокуляції в 2025 році

У сорту ЄС Ментор маса 1000 насінин на контрольному варіанті становила 158,9 г, тоді як за обробки БТУ-р збільшувалася на 8,1 г, а Різолайном – на 10,4 г. Сорт Аріса мав менший приріст від використання Різолайна – 5,3 г, тоді, як від обробки БТУ-р маса 1000 насінин зростала на 8,8 г порівняно з контролем (147,4 г).

4.6. Урожайність насіння сої

Урожайність насіння сої досліджуваних сортів в середньому була однаковою, але інокуляція насіння мала різний вплив на урожайність через зміну елементів структури, що було відображено раніше. На контрольному варіанті без використання інокулянтів найвищу урожайність формували сорт ЄС Ментор – 2,46 т/га (таблиця 4.4), тоді як Ювілейна та Аріса мали подібний рівень врожайності (відповідно 2,21 і 2,17 т/га). Щодо впливу інокулянтів, то в

середньому по досліді використання БТУ-р давало приріст до врожайності на рівні 0,39 т/га, тоді як Різоланн – 0,42 т/га.

Таблиця 4.4

Урожайність насіння сої залежно від інокуляції

Сорт	Інокуляція			Середнє по сорту	±до контролю
	Б/ін	БТУ-р	Різоланн		
Ювілейна	2,21	2,64	2,70	2,52	–
ЄС Ментор	2,46	2,84	2,72	2,67	0,15
Аріса	2,17	2,54	2,67	2,46	–0,06
Середнє по інокулянту	2,28	2,67	2,70	X	
±до контролю	–	0,39	0,42		

В розрізі сортів БТУ-р та Різоланн мали подібний ефект у сорту Ювілейна, де різниця між інокулянтами була на рівні 0,06 т/га на користь Різоланн. В сорту ЄС Ментор ефективнішим був інокулянт БТУ-р, де приріст врожаю становив 0,38 т/га, а при обробці Різоланн всього 0,26 т/га. У сорту Аріса найефективнішим виявився Різоланн, який дав прибавку 0,5 т/га до контролю, а БТУ-р – 0,37 т/га.

Серед всіх комбінацій найвища урожайність була у сорту ЄС Ментор за обробки інокулянтом БТУ-р, а в інших сортів найвища урожайність була за обробки Різоланном.

4.7. Вміст білка та жиру в насінні сої

Вміст білка та жиру в насінні сої є показниками, що мають обернену залежність, тому чинники, що сприяють збільшенню білка в насінні призводять до зменшення вмісту жиру. Вміст жиру та білку в насінні є конкурентами, тому для оцінки продуктивності посіви треба комплексно їх розглядати. Особливістю сучасних експрес методів є визначення цих речовин в перерахунку на суху

речовину, оскільки вміст вологи може бути дуже різним. На рисунку 4.5 зображено приклад експрес аналізування зразку сорту ЄС Ментор на варіанті без використання інокуляції.

SO151420 Soybeans	
ProtDM	38.0
Moisture	9.5
OilDM	21.7

Рис. 4.5. результати експрес аналізу насіння сої на аналізаторі FOSS Infracore (фото 03.10.2025)

При аналізуванні зразків насіння, що отрималися в ході досліджень встановлено, що обробка насіння інокулянтами дозволила накопичити більше білку в насінні у всіх досліджуваних сортів (таблиця 4.5). На контрольному сорті Ювілейна без інокуляції вміст білка в зерні становив 36,7 %, тоді як обробка БТУ-р збільшувала цей показник на 2,4 %, а Різолан на 2,0 %. В сорту ЄС Ментор на контрольному варіанті вміст білка становив 38 %, що було найбільшим показником, а використання інокулянтів підвищувало цей показник на 2,1 % при застосуванні БТУ-р і на 1,6 % при застосуванні Різолан. В сорту Аріса приріст білка в зерні від застосування інокулянтів був значно меншим – лише 0,8 % при застосуванні БТУ-р і 0,5 % у Різолан. На контрольному варіанті без використання інокулянтів вміст білка був найнижчим серед всіх варіантів досліді (36,9 %).

Вміст білка та жиру в насінні сої залежно від інокулянту, %

Сорт	Інокулянт	Вміст білка,%		Вміст жиру, %	
		Значення	± до контролю	Значення	± до контролю
Ювілейна	Б/ін	36,7	–	20,3	–
	БТУ-р	39,1	2,4	18,6	–1,7
	Різолайн	38,7	2,0	19,1	–1,2
ЄС Ментор	Б/ін	38	–	21,7	–
	БТУ-р	40,1	2,1	20	–1,7
	Різолайн	39,6	1,6	19,2	–2,5
Аріса	Б/ін	36,4	–	21,3	–
	БТУ-р	37,2	0,8	20,4	–0,9
	Різолайн	36,9	0,5	20,1	–1,2

Щодо вмісту жиру, то при інокуляції насіння він знижувався. Найбільше вміст жиру падав у сорту ЄС Ментор при застосуванні Різолайн, де зниження становило 2,5 % порівняно з контролем. Слід відмітити, що на контрольному варіанті цього сорту був найбільший вміст жиру у досліді (21,7 %).

У сорту Ювілейна вміст жиру на контрольному варіанті становив 20,3 %, тоді як при застосуванні БТУ-р знижувався до 18,6 % (–1,7 %), а при обробці Різолайн до 19,1 % (–1,2 %).

У сорту Аріса на контрольному варіанті в насінні формувалося 21,3 % жиру, а при обробці інокулянтами цей показник знижувався на 0,9% при обробці БТУ-р та 1,2 % при застосуванні Різолайна.

Загалом тенденція до зменшення вмісту жиру при збільшенні вмісту білка є класичною, проте слід звернути увагу, що в деяких сортів, зокрема Аріси, збільшення білка не компенсує зменшення жиру, тоді як сорт Ювілейна це перебиває.

4.8. Зв'язок між урожайністю та біометричними параметрами рослини

Густота стояння рослин впливала на урожайність, проте її варіація була на рівні менше 5 % від середнього значення, тому в основному урожайність залежала від індивідуальної продуктивності. Попередньо було встановлено, що інокуляція збільшувала масу зерна з рослини, проте також впливала на кількість насінин і масу 1000 зерен.

При побудові регресійної лінійної моделі (рис. 4.5) було встановлено, що кореляція між кількістю насіння та урожайністю була високою в сорту Ювілейна ($r^2 = 0,8085$), як і в сорту Аріса ($r^2 = 0,8085$), але середньою в сорту ЄС Ментор.

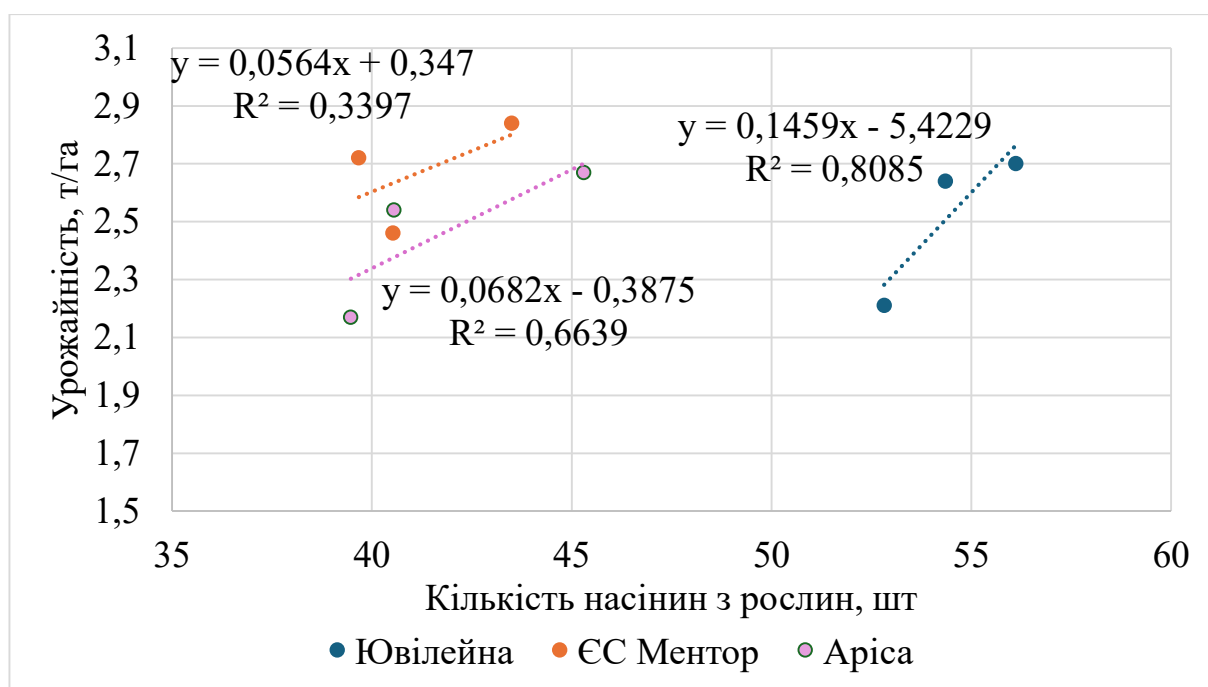


Рис. 4.5. Кореляція між урожайністю сої та кількістю насінин на рослині

При оцінці коефіцієнтів при змінній можна сказати, що найбільше урожайність зростала у сорту Ювілейна при збільшенні кількості насіння, але однією з причин може бути також зростання маси 1000 насінин, тому повноту висновків можна обґрунтувати лише після оцінки залежності урожайності від маси 1000 насінин.

Було встановлено, що для сорту Ювілейна, коефіцієнт регресії становив 0,8897, тоді як для сортів ЄС Ментор та Аріса відповідно 0,6248 і 0,7478 (рис. 4.6).

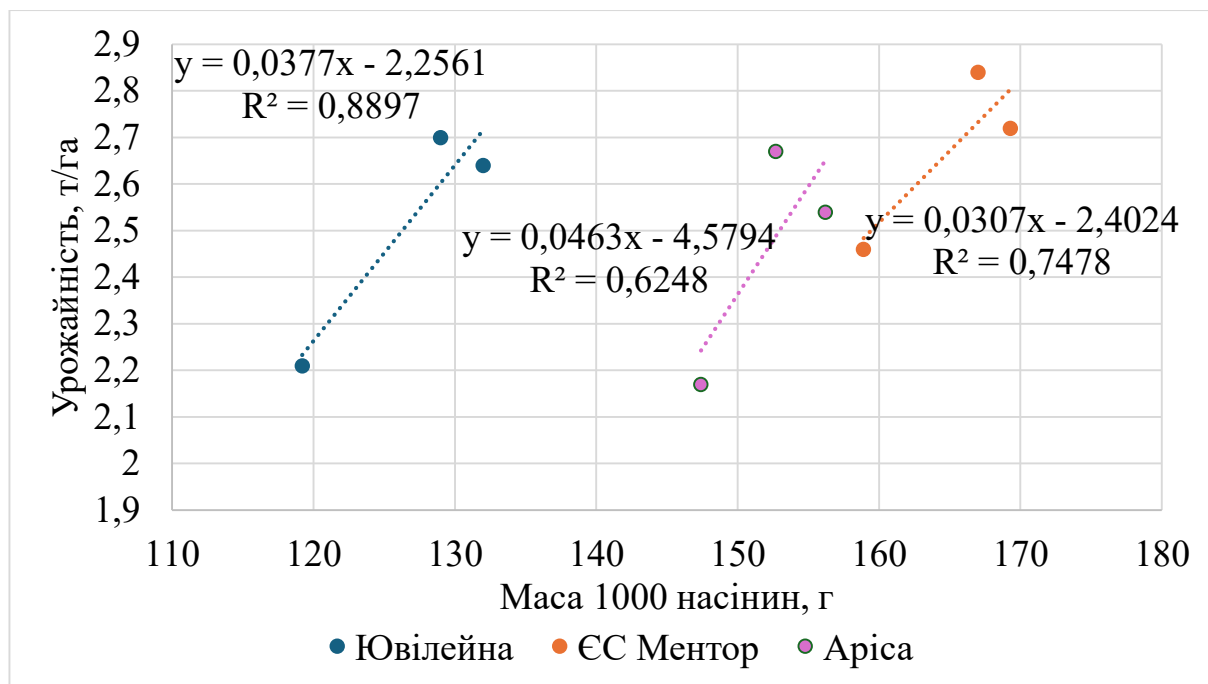


Рис. 4.6. Кореляція між урожайністю сої та масою 1000 насінин

Тісніший зв'язок урожайності з масою 1000 насінин вказує на те, що чинники збільшення маси 1000 насінин дозволять краще реалізувати генетичний потенціал сої.

Соя є культурою багатоцільового використання, тому якісні показники є важливими, бо визначають пріоритетний напрям використання. Як відомо, кореляція між вмістом жиру та білку є оберненою, отже для підбору сортів з кращим поєднанням хімічного складу слід підбирати сорти у яких кореляція між цими показниками низька, або збільшення одного показника призводить до зниження іншого в меншій мірі.

Побудовані регресійні моделі для сортів залежно від вмісту білка та жиру (рис. 4.7) вказують на майже функціональний зв'язок у сорту Ювілейна. При збільшенні вмісту білка на 1 % в середньому вміст жиру зменшується на 0,67 %, тоді як в інших сортів реакція є більш суттєвою.

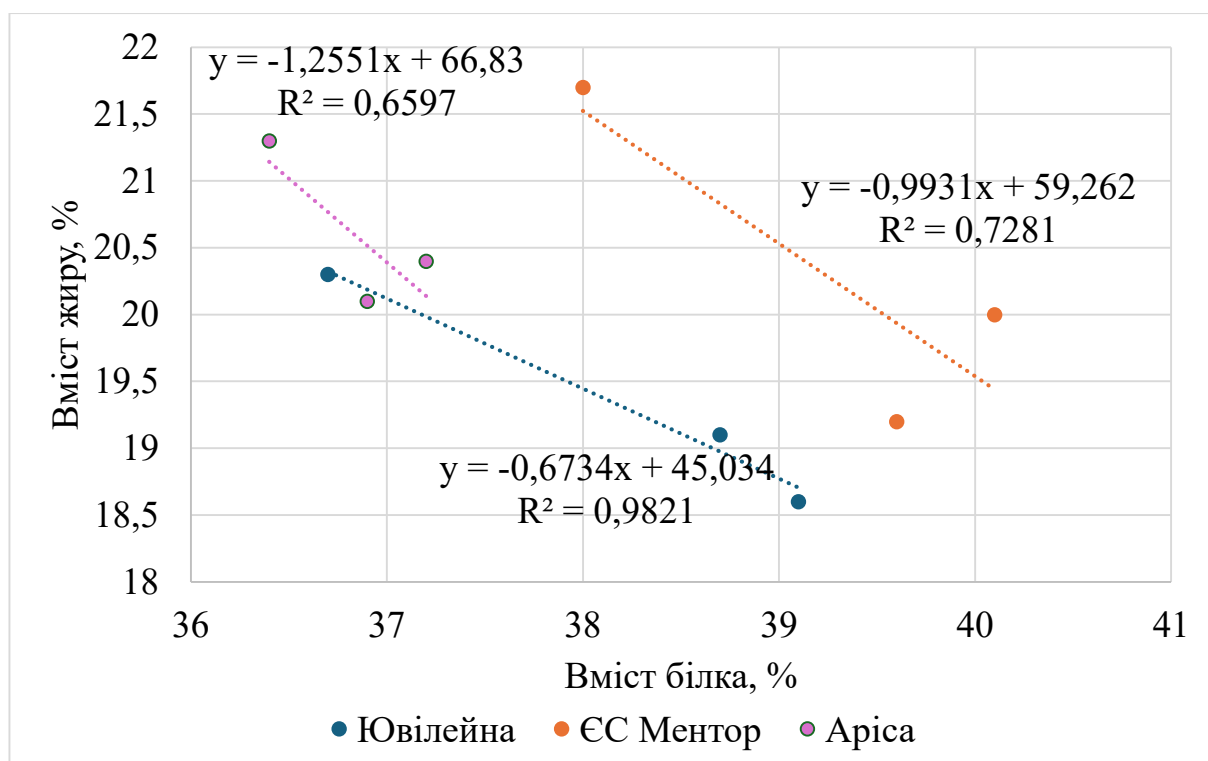


Рис. 4.7. Кореляція між вмістом жиру та білку сої

В сорту ЄС Ментор при збільшенні вмісту білка на 1 % вміст жиру зменшується приблизно на таку кількість (але коефіцієнт детермінації 0,72), тоді як в сорту Аріса при збільшенні вмісту білка жир зменшується ще суттєвіше – на 1,25 %.

Отже, у випадку комплексного використання насіння сої сорт Ювілейна показує себе краще, бо при поліпшенні умов вирощування та урожайності формує більше білка з меншими втратами жирності, тоді як Аріса втрачає у вмісту і білку і жиру.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ІНОКУЛЯНТІВ

Економічна ефективність технології вирощування сої є найволапильнішою характеристикою, оскільки залежить від ціни реалізації, яка по рокам змінюється найбільше. Затрати на вирощування сої в середньому по Україні становлять 20-32 тис. грн/га, на що впливає вартість добрив, засобів захисту та орендна плата за землю. Затрати на вирощування сої за технологією, що використовувалася в дослідженні становили 20,9–23,8 тис. грн/га (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність технології вирощування сої за використання інокулянтів

Сорт	Інокулянт	Урожайність, т/га	Вартість продукції, тис. грн	Затрати, тис. грн/га	Собівартість, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	+ до контролю	Рентабельність, %
Ювілейна	Б/ін	2,21	36,5	20,9	9,5	15,5	–	74,2
	БТУ-р	2,64	43,6	23,1	8,8	20,4	4,9	88,2
	Різолайн	2,70	44,6	23,2	8,6	21,3	5,8	91,6
ЄС Ментор	Б/ін	2,46	40,6	21,7	8,8	18,9	–	87,2
	БТУ-р	2,84	46,9	23,9	8,4	23,0	4,1	96,3
	Різолайн	2,72	44,9	23,9	8,8	21,0	2,1	87,7
Аріса	Б/ін	2,17	35,8	21,5	9,9	14,3	–	66,6
	БТУ-р	2,54	41,9	23,7	9,3	18,2	3,9	77,0
	Різолайн	2,67	44,1	23,8	8,9	20,2	5,9	85,0

Примітка: вартість 1 т сої з місяця 16500 грн за даними

<https://tripoli.land/ua/soya> станом на 05.10.2025

Найнижча собівартість насіння сої була в сорту ЄС Ментор, де за обробки БТУ-р вона становила 8,4 тис. грн/т, тоді як за обробки Різолайн та без обробки вона становила 8,8 тис. грн.

В інших сортів інокуляція дозволила знизити собівартість порівняно з варіантом без її застосування. У сорту Ювілейна собівартість знижувалася на 0,7 тис. грн/т за обробки БТУ-р (8,8 тис. грн/га) та на 0,9 тис. грн/т у варіанту з Різолайн (8,6 тис. грн/т).

У сорту Аріса була найвища собівартість насіння на всіх варіантах порівняно з іншими сортами. На контрольному варіанті вона становила 9,9 тис. грн/т, а за обробки насіння БТУ-р і Різолайн зменшувалася до 9,3 і 8,9 тис. грн/га відповідно.

Вартість інокуляції є порівняно низькою, але супутні витрати на очистку, логістику та сушіння насіння підвищують рівень витрат на технологію вирощування. Приріст врожаю від використання інокулянтів та вартість продукції перебивають збільшення витрат, тому умовно чистий прибуток зростає порівняно з контрольним варіантом. За цим показником у сорту Ювілейна найкращим варіантом була обробка насіння інокулянтом Різолайн, де приріст чистого прибутку становив 5,8 тис. грн/га до контролю (15,5 тис. грн/га), тоді як в БТУ-р лише 4,9 тис. грн/га.

У сорту ЄС Ментор на контрольному варіанті рівень умовно чистого прибутку досягав 18,9 тис. грн/га, а обробка інокулянта збільшувала цей показник на 4,1 тис. грн/га за застосування БТУ-р та на 2,1 тис. грн/га у варіанту з Різолайн.

Сорт Аріса, як і Ювілейна, формував найвищий умовно чистий прибуток за обробки Різолайн – 20,2 тис. грн/га (+5,9 тис. грн/га до контролю), тоді як БТУ-р давав приріст лише 3,9 тис. грн/га, що на 2 тис. грн/га менше.

Затрати на вирощування по сортам були різними, проте тенденція в цілому зберігалася. Найвищий рівень рентабельності при вирощуванні сортів Ювілейна і Аріса був у варіанту з використанням інокулянту Різолайн (91,6 % і 85 % відповідно), а сорту ЄС Ментор при застосуванні БТУ-р – 96,3 %.

З огляду на вище сказане, за умовно чистим прибутком та рентабельністю найкращим поєднанням є сорт Ментор за обробки насіння БТУ-р, тоді як в інших сортів краще використовувати інокулянт Різолайн.

Ці результати будуть основною надання рекомендацій виробництву, оскільки відображають доцільність застосування перпаратів опираючись не лише на вплив на продуктивність посівів сої.

ВИСНОВКИ

1. Інокуляція насіння впливала на польову схожість сорту ЄС Ментор та Аріса. В середньому польова схожість сої в досліді становила 72,2–80,9 %, а густина стояння рослин у фазу сходів 397–445 тис. шт./га
2. Площа листя у фазу наливу бобів досягала 29,5–35,9 тис. м²/га, а інокуляція давала істотний приріст площі листя у майже всіх варіантів. У сортів Ювілейна та ЄС Ментор найбільш ефективним було використання БТУ-р, а в сорту Аріса – Різолан.
3. Висота рослин зростала при вінокуляції суттєво у всіх сортів. У сорту Ювілейна з 69,3 см до 74,3–77,4 см, в сорту ЄС Ментор з 77,6 до 8,7–81,3 см, а в сорту Аріса з 64,3 до 70,3–72,5 см. В той же час висота кріплення бобів змінювалася по різному в різних сортів: істотно зростала в сорту Ювілейна, помірно в сорту ЄС Ментор та майже не змінювалася в сорту Аріса.
4. Маса зерна з рослини в досліді коливалася в межах 5,82–7,26 г. Інокуляція насіння підвищувала масу зерна з рослини на 0,74–0,78 г в середньому, проте окремі сорти проявляли кращу чутливість до різних інокулянтів. Сорт Аріса в середньому формував меншу масу зерна з рослини, ніж інші (на 0,54 г менше контролю).
5. Інокуляція позитивно впливала на формування додаткових продуктивних вузлів у рослин. Кількість вузлів становила в середньому 9 шт. у варіантів без інокуляції та збільшувалася до 11, 3 шт. при використанні інокулянтів.
6. Кількість бобів у сортів Ювілейна та ЄС Ментор майже не змінювалася від інокуляції насіння, проте в сорту Аріса при обробці Різолан цей показник досягав 19,7 шт., тоді як на контрольному варіанті лише 16,4 шт.
7. Маса 1000 насінин суттєво зростала у всіх сортів при інокуляції. В сорту Ювілейна з 119,2 до 129–132 г, в сорту ЄС Ментор з 158,9 до 167–169,3 г, а в Аріси з 147,4 до 152,7–156,2 г.
8. Урожайність зерна сої становила від 2,17 до 2,84 т/га. В середньому сорт ЄС Ментор був на 0,15 т/га урожайніший за контрольний сорт Ювілейна

(2,52 т/га), а Аріса була на 0,06 т/га менш врожайною. Інокуляція насіння в середньому давала приріст до врожаю на рівні 0,39–0,42 т/га, а найвища урожайність була в сорту ЄС Ментор за обробки БТУ-р – 2,84 т/га.

9. Вміст білка та жиру мав обернену кореляційну залежність. Інокуляція підвищувала вміст білка в насінні у всіх сортів. У сорту Ювілейна вміст білка зростав з 36,7 до 38,7–39,1 %, а в сорту ЄС Ментор з 38 до 39,6–40,1 %. В сорту Аріса вплив інокуляції на вміст білка був найменшим (з 36,4 вміст зростав до 36,9–37,2 %).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для сталого виробництва насіння сої на рівні вище 2,5 т/га в умовах Західного Лісостепу України рекомендуємо:

1. При вирощуванні сорту ЄС Ментор в якості інокулянта використовувати БТУ-р у нормі витрати 3 л/т насіння, що дозволить отримати прибуток 23 тис. грн/га з рівнем рентабельності 96,3 %.

2. При вирощуванні сортів Аріса та Ювілейна використовувати інокулянт Різолан, що забезпечить прибуток 20,2–21,3 тис. грн/га з рівнем рентабельності 85–91,6 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гарбар, Л. А., Довбаш, Н. І., Венгер, В. В. Формування продуктивності сої за впливу дії інокуляції, удобрення, стимуляторів росту. *Аграрні інновації*, 2022. (14), 12-17.
2. Голобородько С. П., Іутинська Г. О., Титова Л. В., Дубинська О. Д. Продуктивність сортів сої за інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення Півдня України. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 1. С. 122–130.
3. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. № 21. С. 115–121.
4. Джемесюк О. В., Каленська С. М., Новицька Н. В. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Scientific Progress & Innovations*. 2016. № 3. С. 6–10.
5. Джемесюк О., Каленська С., Новицька Н. Урожайність сортів сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2016. № 20. С. 372–380.
6. Дідора В., Ступніцька О. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94, № 4. С. 33–37.
7. Доктор Н. М., Новицька Н. В., Бровкін В. В. Вплив інокуляції насіння та удобрення на продуктивність квасолі звичайної. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10, № 2. С. 22–28.
8. Забарна Т. А., Черешнюк В. В. Біологічна азотфіксація як спосіб підвищення врожайності сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3. С. 30.
9. Каленська С. М., Новицька Н. В. Ефективність нанопрепаратів у технології вирощування сої. *Plant and Soil Science*. 2020. № 11. С. 7–21.

10. Кобилинський І. В., Антонєць О. А. Вплив способів передпосівної підготовки насіння сої на врожайність. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26, № 4. С. 24–28.

11. Мурач О. М., Волкогон В. В. Особливості формування симбіотичного апарату сої та продуктивність культури за впливу Ризогуміну, мікроелементів і стимулятора росту рослин. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 18. С. 87–99.

12. Пилипенко В. С., Гончар Л. М., Каленська С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. *Землеробство*. 2016. № 2. С. 51–56.

13. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М. та ін. *Дослідна справа в агрономії. Книга перша: Теоретичні аспекти дослідної справи*. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

14. Сереветник О. В. Вплив інокуляції насіння на симбіотичну та насінневу продуктивність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2015. № 80. С. 48–52.

15. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Фотосинтетична та насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 6. С. 100.

16. Чайка Т. О., Ляшенко В. В., Хоменко Б. С. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 133. С. 180–187.

17. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 55–63.

18. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2016. № 82. С. 69–77.

19. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Васильковська К. В., Андрейченко О. Г. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сої в умовах

Північного Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. Т. 28, № 1. С. 11–14.

20. Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Черешнюк В. В. Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої та позакоренових підживлень. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 138. С. 229–235. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29>.

21. Araujo M. B., Moreira S. G., Benevenuto P. A. N. System phosphorus fertilization and enhanced-efficiency nitrogen sources in tropical soybean–maize succession on built-up soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2025. P. 1–17.

22. Bais J., Kandel H., DeSutter T., Deckard E., Keene C. Soybean response to N fertilization compared with co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense*. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, No. 8. P. 2022.

23. Barbosa J. Z., Hungria M., da Silva Sena J. V., Poggere G., dos Reis A. R., Corrêa R. S. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium spp.* in Brazil. *Applied Soil Ecology*. 2021. Vol. 163. P. 103913.

24. Carciochi W. D., Rosso L. H. M., Secchi M. A. et al. Soybean yield, biological N₂ fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9, No. 1. P. 19908.

25. Chibeba A. M., Kyei-Boahen S., de Fátima Guimarães M. et al. Feasibility of transference of inoculation-related technologies: a case study of evaluation of soybean rhizobial strains under the agro-climatic conditions of Brazil and Mozambique. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. Vol. 261. P. 230–240.

26. FAO. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome: FAO, 2023.

27. Farquharson E. A. et al. *Inoculating Legumes: Practice and Science*. Grains Research and Development Corporation, 2022.

28. Garcia M. V. C., Nogueira M. A., Hungria M. Combining microorganisms in inoculants is agronomically important but industrially challenging: case study of a

composite inoculant containing *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* for the soybean crop. *AMB Express*. 2021. Vol. 11, No. 1. P. 71.

29. Goulart H. M., van der Wiel K., Folberth C. et al. Increase of simultaneous soybean failures due to climate change. *Earth's Future*. 2023. Vol. 11, No. 4. e2022EF003106.

30. Hungria M., Nogueira M. A., Araujo R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium spp.* and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. *American Journal of Plant Sciences*. 2015. Vol. 6, No. 6. P. 811–817.

31. Ivasyk M. V., Bakhmat M. I. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2022. № 37. С. 51–57.

32. Jarecki W. Soybean response to seed inoculation or coating with *Bradyrhizobium japonicum* and foliar fertilization with molybdenum. *Plants*. 2023. Vol. 12, No. 13. P. 2431.

33. Jarecki W., Borza I. M., Rosan C. A. et al. Soybean response to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and/or nitrogen fertilization. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 7. P. 1025.

34. Maucieri C., Borin M., Morbidini F. et al. Projecting the impacts of climate change on soybean production and water requirements using AquaCrop model. *European Journal of Agronomy*. 2025. Vol. 165. P. 127538.

35. Prando A. M., Barbosa J. Z., de Oliveira A. B. et al. Benefits of soybean co-inoculation with *Bradyrhizobium spp.* and *Azospirillum brasilense*: Large-scale validation with farmers in Brazil. *European Journal of Agronomy*. 2024. Vol. 155. P. 127112.

36. Puente M. L., Gualpa J. L., Lopez G. A. et al. The benefits of foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean are explained by an auxin signaling model. *Symbiosis*. 2018. Vol. 76, No. 1. P. 41–49.

37. Serafin-Andrzejewska M., Jama-Rodzeńska A., Helios W. et al. Influence of nitrogen fertilization, seed inoculation and the synergistic effect of these treatments

on soybean yields under conditions in south-western Poland. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, No. 1. P. 6672.

38. Shepilova T., Petrenko D., Leshchenko S. et al. Influence of growth stimulants on soybean productivity in the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. Vol. 28, No. 1. P. 11–14.

39. Solomon T., Pant L. M., Angaw T. Effects of inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* strains on nodulation, nitrogen fixation, and yield of soybean (*Glycine max* L. Merrill) varieties on nitisols of Bako, Western Ethiopia. *International Scholarly Research Notices*. 2012. Vol. 2012, No. 1. P. 261475.

40. Szczerba A., Płażek A., Kopeć P. et al. Effect of different *Bradyrhizobium japonicum* inoculants on physiological and agronomic traits of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) associated with different expression of nodulation genes. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24, No. 1. P. 1201.

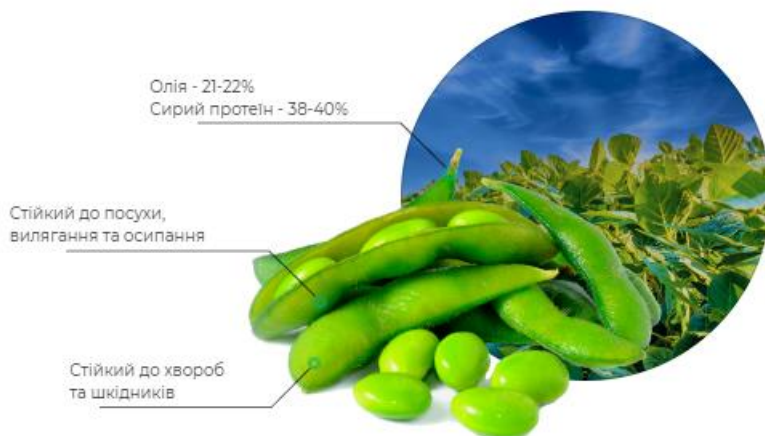
41. Voora V., Larrea C., Bermudez S. *Global Market Report: Soybeans*. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 2020.

42. Zhong Y., Yang Y., Liu P. et al. Genotype and rhizobium inoculation modulate the assembly of soybean rhizobacterial communities. *Plant, Cell & Environment*. 2019. Vol. 42, No. 6. P. 2028–2044.

ДОДАТКИ

Опис сорту Ювілейна

← назад



Олія - 21-22%
Сирий протеїн - 38-40%

Стійкий до посухи,
вилягання та осипання

Стійкий до хвороб
та шкідників



Консультація
менеджера

Ювілейна

артикул: SKU 00805Y

Апробаційна група

glandacea Mikh.

Вегетаційний період

115 - 125 днів

Урожайність

2,7 - 3,5 т/га

Холодостійкість

7-8

Посухостійкість

7-8

Стійкість до хвороб

8-9

Стійкість до вилягання

7-8

Замовити



Опис

Характеристики

Урожайність

Зона вирощування	степ, лісостеп
Стиглість	середньостиглий
Тип росту	детермінантний
Маса 1000 насінин	130 - 180 г
Оригіатор	Інститут сільського господарства Степу

Сорт надзвичайно пластичний, проявляє стійкість до посухи, осипання, вилягання



Висота

100 - 130 см

Кріплення

нижніх бобів

17 - 18 см

Опис сорту ЄС Ментор

Соя ЄС Ментор від Євраліс



11717



Рекомендована зона

полісся, лісостеп, степ

Група стиглості

ранньостиглий

Потенціал врожайності, т/га

4,5

Рекомендована густина на час збирання, шт./га

550 тис.

Виробник

Lidea

Рік реєстрації

2013

Висота рослин, см

77-80

Напрямок використання

зерновий

Якість

середньоолійний

Вміст білка, %

43

Маса 1000 зерен, г

195-197

Опис сорту Аріса



Соя Аріса від Прогрейн


 3059

Рекомендована зона
полісся, лісостеп

Група стиглості
ранньостиглий

Потенціал врожайності, т/га
6,2

Рекомендована густина на час збирання, шт./га
600 - 650 тис.

Виробник
Прогрейн

Рік реєстрації
2016

Висота рослин, см
95

Напрямок використання
зерновий

Якість
середньоолійний

Вміст білка, %
22

Маса 1000 зерен, г
188-204