

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту  
“\_\_” \_\_\_\_\_ 2025р.  
Зав. кафедри д.т.н., професор  
(науковий ступінь, вчене звання)  
В.В. Дідур  
(підпис) (ініціали, прізвище)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)**  
магістр  
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Визначення особливостей формування врожаю сої різними сортами»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім  
освітньої програми магістр  
спеціальності 208 «Агроінженерія»  
Бурлаченко В.М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Шевчук В.В.  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік





## Зміст

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                        | 5  |
| РОЗДІЛ 1. ТЕОРИТИЧНІ АСПЕКТИ ЩОДО ВПЛИВУ СПОСОБУ ВИСІВУ НА ПОКАЗНИКИ УРОЖАЙНОСТІ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ СОЇ.....        | 8  |
| 1.1. Сучасний стан і перспективи виробництва сої глобального та вітчизняного ринку.....                           | 8  |
| 1.2. Вплив агротехнічного способу сівби на формування врожаю сої.....                                             | 11 |
| РОЗДІЛ 2. МЕТОД АНАЛІТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.....                                                                     | 18 |
| 2.1. Агрокліматичні умови, що склалися протягом календарного року дослідження .....                               | 18 |
| 2.2. Інженерно-геологічні характеристики території .....                                                          | 20 |
| 2.3. Методи та порядок проведення експериментальних робіт.....                                                    | 23 |
| 2.4. Організація агротехнічних заходів для дослідних посівів сої.....                                             | 25 |
| 2.5. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої за різного способу сівби.....                                    | 27 |
| 2.6. Формування агрофітоценозу сої залежно від сорту та способу сівби.....                                        | 34 |
| 2.7. Вплив різних способів висіву на біометричні параметри рослин сої та формування її врожайності .....          | 38 |
| 2.8. Вплив способів висіву на формування урожаю та якісні показники зерна сої .....                               | 44 |
| РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ .....                                                                                     | 49 |
| 3.1. Оцінка ризиків і небезпек під час експлуатації посівних машин .....                                          | 49 |
| 3.2. Логіко-імітаційна оцінка небезпечних ситуацій у виробничих умовах .....                                      | 50 |
| 3.3. Організаційні та технічні аспекти безпеки при надзвичайних ситуаціях ....                                    | 51 |
| 3.4. Висновки за розділом.....                                                                                    | 52 |
| РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ ПОСІВУ ..... | 53 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                     | 59 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....                                                                              | 61 |

## РЕФЕРАТ

Бурлаченко В.М. Визначення особливостей формування врожаю сої різними сортами (Кваліфікаційна робота, Уманський національний університет, 2025: пояснювальна записка на 62 сторінках, у т.ч. 4 розділів, 17 рисунки, 6 таблиць, 20 джерела літератури).

Кваліфікаційна робота полягає в удосконаленні окремих аспектів сортової агротехніки для умов Лісостепової зони.

Отримані результати мають значну **практичну цінність**, оскільки їх впровадження сприяє оптимізації агротехнічних прийомів вирощування сої. Зокрема, удосконалення окремих аспектів посіву, з урахуванням біологічних характеристик різних сортів, дозволяє повною мірою реалізувати їхній генетичний потенціал та підвищити продуктивність культури.

**Метою дослідження** є вдосконалення технології сівби ранньостиглого сорту сої «Романтика» та середньораннього сорту «Королева» в рамках сортової агротехніки їх вирощування в умовах Лісостепу України.

**Об'єктом дослідження** є реакція генотипів сої на відмінні методи висіву, яка проявляється через процеси росту та розвитку рослин, а також формування продуктивності агрофітоценозу сої.

**Предметом дослідження** є вивчення впливу способу сівби на продуктивні характеристики та якісні показники зерна ранньостиглого сорту сої «Романтика» та середньораннього сорту «Королева» в агрокліматичних умовах Лісостепу.

**Ключові слова:** ЛІСОСТЕП, СОЯ, СОРТИ, ПОСІВ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** У сучасному сільськогосподарському виробництві соя набула важливого значення як одна з ключових культур. Це зумовлено її унікальним хімічним складом зерна. Соя відрізняється не тільки значним вмістом протеїну, але й накопичує близько 20% олії, що дозволяє класифікувати її одночасно і як високобілкову, і як олійну культуру. Вирощування сої, яка фактично забезпечує подвійний урожай за один вегетаційний період, сприяє вирішенню глобальної проблеми нестачі білка та поповненню запасів рослинних жирів. Крім того, соя природним чином покращує родючість ґрунту без додаткових інвестицій, що позитивно впливає на економічну стабільність аграрних підприємств. Соя є чудовим попередником для багатьох інших важливих весняних культур у сівозміні, а ранньостиглі сорти дозволяють звільнити поле вже наприкінці серпня, створюючи умови для своєчасної підготовки ґрунту до посіву озимих зернових. Отже, не дивно, що в Україні соя займає лідируючі позиції як за темпами збільшення посівних площ, так і за обсягами виробництва [8, 56].

Ключовою передумовою для збільшення врожайності сої є створення та застосування в сільському господарстві технологій її культивування, які максимально узгоджуються з генетичними характеристиками сорту і беруть до уваги взаємодію рослини з комплексом гідротермічних умов і людської діяльності. Сорт, спосіб та норма висіву є одними з ключових факторів, що визначають технологію вирощування сої. Дослідження їхнього впливу та взаємодії на формування врожайності соєвих агрофітоценозів сприятиме оптимізації окремих агротехнічних прийомів та адаптації загальної технології до специфічних умов регіону. Такий комплексний підхід до вирощування різних сортів сої, як вітчизняних, так і іноземних, дозволить досягати високої продуктивності та покращувати якісні показники врожаю [10, 85].

Отже, вибір сорту та способу сівби і надалі залишаються важливими аспектами технології вирощування сої.

Для реалізації поставленої мети були визначені такі **завдання**:

- здійснити систематичні спостереження за проходженням окремих фаз росту та розвитку рослин і визначити тривалість вегетаційного періоду;
- виявити закономірності впливу досліджуваних факторів на формування ключових біометричних показників рослин;
- проаналізувати особливості формування врожайності сортів сої при різних способах сівби з урахуванням елементів структури урожаю;
- оцінити вплив досліджуваних факторів на азотфіксуючу активність кореневої системи рослин;
- визначити реакцію сортів сої на різну площу живлення залежно від способу сівби через призму якісних показників зерна;
- здійснити комплексну економічну та енергетичну оцінку запропонованої технології вирощування сої.

**Методи дослідження**, застосовані у роботі, включають: польовий – для оцінки польової схожості насіння, рівня виживання рослин протягом вегетаційного періоду, здійснення фенологічних спостережень, виконання вимірювань з метою визначення біометричних характеристик рослин та обліку врожайності зерна; лабораторний – для аналізу структурних компонентів врожаю, фізичних та хімічних властивостей зерна; статистичний – для встановлення значущості розбіжностей між варіантами експерименту; розрахунково-порівняльний – для обчислення показників економічної доцільності та проведення енергетичного аналізу різних термінів посіву з використанням коефіцієнта енергетичної ефективності.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРИТИЧНІ АСПЕКТИ ЩОДО ВПЛИВУ СПОСОБУ ВИСІВУ НА ПОКАЗНИКИ УРОЖАЙНОСТІ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ СОЇ

#### **1.1. Сучасний стан і перспективи виробництва сої глобального та вітчизняного ринку**

Соя займає значне місце серед зернобобових культур не тільки в аграрному секторі України, але й у глобальному землеробстві. Зерно сої характеризується оптимальним балансом протеїнів та засвоюваних амінокислот. Склад насіння сої включає 30–55% білка, 13–26% жиру, 20–32% крохмалю. Зольний залишок багатий на калій, фосфор, кальцій, а також містить вітаміни. З огляду на її застосування у виробництві харчових продуктів, як цінного високопротеїнового корму в тваринництві та як важливої сировини для енергетичної промисловості, соя є стратегічно важливою культурою. Культивування сої є економічно обґрунтованим і має важливе екологічне значення, оскільки потреби в мінеральних добривах при її вирощуванні є відносно низькими порівняно з іншими агрокультурами. Крім того, соя збагачує ґрунт значною кількістю азоту, що легко засвоюється наступними культурами в сівозміні. Переваги вирощування сої є численними, що сприяло розширенню посівних площ цієї культури як в Україні, так і за її межами [60, 87, 58].

Згідно з висновками академіка В.Ф. Петриченка, досягнення значної продуктивності сої ускладнюється сукупністю об'єктивних факторів. До них належать обмежений вибір сортів сої з різними термінами вегетації, здатних адаптуватися до розмаїтих умов культивування; недостатнє забезпечення матеріально-технічними ресурсами технологій її обробітку; а також нерідко низька наукова обґрунтованість окремих компонентів технологічного процесу. Вказані обставини, у своїй взаємодії, перешкоджають формуванню оптимальних умов та технологічних моделей вирощування, що могли б

гарантувати повноцінну реалізацію потенціалу урожайності сортового фонду [57].

Останнє десятиліття характеризується зростанням загального попиту на сою та продукти її переробки, що призвело до значного збільшення площ, відведених під цю культуру. Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови України є одними з найбільш оптимальних в Європі для культивування сої. У період з 2000 по 2016 роки площі посіву сої збільшились з 0,65 до 2,1 млн га. Однак, слід акцентувати увагу на збільшенні загального обсягу виробництва соєвого зерна не лише шляхом розширення ареалу вирощування та збільшення площ посіву, а перш за все, через підвищення продуктивності завдяки максимальній реалізації генетичного потенціалу нових сортів, рекомендованих для вирощування [9].

Вирощування сої за органічними стандартами являє собою процес, що вирізняється певною складністю, проте потенційно демонструє підвищену рентабельність. Міжнародний споживчий ринок виявляє значний інтерес до продукції, що не містить генетично модифікованих організмів (ГМО), і готовий пропонувати конкурентоспроможну ціну за сертифіковану органічну сою. Базова вартість продовольчих бобів визначається котируваннями Чиказької товарної біржі, до якої додається премія за відповідність органічним стандартам, що може становити близько 100 доларів США за тону. Враховуючи зазначене, ведення органічного виробництва сої є економічно обґрунтованим, незважаючи на дещо нижчу врожайність з гектара.

Для здійснення органічного землеробства необхідно отримати відповідні дозволи та сертифікати. Фермерське господарство може пройти процедуру сертифікації самостійно або залучити до цього процесу спеціалізовані організації, наприклад, "Органічна Україна". На даний момент існує розгалужена система державної та місцевої підтримки, спрямована на стимулювання розвитку екологічно чистого сільського господарства. Реалізуються спеціальні технічні програми, що мають на меті покращення якісних характеристик кінцевої продукції, зокрема, передбачено компенсацію

витрат на впровадження системи НАССР та сертифікацію відповідно до її вимог.

В Україні середній показник врожайності органічної сої коливається в межах 1,5-1,8 т/га. За наявності сприятливих агрокліматичних умов, урожайність в органічному виробництві може сягати 2,5 т/га.

Соя займає важливе місце серед сільськогосподарських культур, будучи значущим джерелом високоякісного білка та олії в глобальному землеробстві. Це зумовлює стабільне збільшення її площ культивування у світовому масштабі. Протягом вегетації соя акумулює білок і жир, що сумарно складають значну частку маси насіння, а також продукує практично всі органічні сполуки, наявні в рослинах. Завдяки широкому спектру корисних компонентів, соя використовується в різних галузях, зокрема як харчовий продукт, корм для тварин та сировина для виробництва олії. Крім того, вирощування сої сприяє фіксації атмосферного азоту, покращенню характеристик ґрунту та оздоровленню агроценозів, що позитивно впливає на загальну продуктивність сівозміни [8-11, 56].

Україна утримує провідні позиції у вирощуванні сої на Євразійському континенті, займає перше місце в Європі за кількістю селекціонованих та впроваджених сортів цієї культури та демонструє стійку тенденцію до збільшення посівних площ. Підвищення обсягів виробництва насіння сої першочергово націлене на вирішення проблеми забезпечення рослинним протеїном та формування експортного потенціалу протеїнових ресурсів.

Попри розширення площ, відведених під сою в Україні, біологічний потенціал продуктивності сучасних сортів реалізується лише на 38-56 %. Поставлено амбітну задачу досягнення показників у 78-92 %, що обумовлює необхідність оптимізації окремих складових агротехніки вирощування для забезпечення прогресу у підвищенні врожайності та якості насіння [12].

Соя, поряд із кукурудзою, пшеницею та рисом, посідає чільне місце серед основних агрокультур світового землеробства. Її унікальність полягає у багатогранності застосування: соя використовується як цінний кормовий,

харчовий, лікарський і технічний ресурс. Продуктовий асортимент, виготовлений на основі сої, налічує понад чотири сотні найменувань, включаючи замінники м'яса, рослинну олію, соєві сири (тофу), окару та напої, подібні до молока.

Унікальність сої зумовлена її винятковим хімічним складом: боби вирізняються значною концентрацією білків (30–55%), ліпідів (13–26%) та вуглеводів (20–32%), а також містять вітаміни, мінерали та ферменти. Зольний залишок багатий на калій і фосфор, а також на широкий спектр вітамінів (А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР). За амінокислотним профілем соєвий білок найбільш подібний до білка людини. Зважаючи на високу нутрієнтну цінність та вміст протеїнів, сою визнано ЮНЕСКО стратегічною продовольчою культурою. Це сприяло перетворенню сої на одну з провідних сільськогосподарських культур у світі протягом ХХ століття.

Зростання глобального попиту на зерно сої стимулює селекціонерів та науковців до інтенсивної діяльності з розробки й впровадження нових сортів. Різні сорти сої демонструють неоднакову реакцію на умови довкілля, що зумовлює необхідність дослідження сортової агротехніки в специфічних ґрунтово-кліматичних зонах для визначення оптимальних параметрів технологічних елементів. Важливим аспектом є вибір найбільш ефективних методів посіву та норм висіву, оскільки ці фактори впливають на подальші технологічні операції та, як наслідок, на продуктивність агрофітоценозу сої. Таким чином, сортова агротехніка потребує постійного удосконалення [86].

## **1.2. Вплив агротехнічного способу сівби на формування врожаю сої**

Сорт виступає визначальним фактором у формуванні продуктивності сої. Водночас, сорт є найбільш доступним, економічно вигідним і, що особливо важливо, екологічно безпечним інструментом підвищення продуктивності соєвого агрофітоценозу. Показово, що, за даними селекціонерів, значна частина нових сортів характеризується обмеженою екологічною адаптованістю, тобто

має відносно низький адаптивний генетичний потенціал, і тому придатна для культивування лише у чітко визначеній ґрунтово-кліматичній зоні. Зміна географічної широти (в межах 100 км), що спричиняє зміни тривалості світлового дня, суми активних температур, обсягу опадів та їх розподілу, зумовлює зміни тривалості вегетаційного періоду сої, продуктивності посівів, хімічного складу насіння та ін. [55].

Національний генофонд сортів України відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої незалежності країни. Впровадження нових сортів сої з високим потенціалом врожайності дозволяє суттєво наростити обсяги сільськогосподарського виробництва [8].

Впровадження нових сортів сої з різними адаптивними можливостями та термінами дозрівання в сільськогосподарське виробництво потребує оптимізації окремих аспектів агротехніки їх вирощування у конкретних природно-кліматичних умовах. Соя є світлолюбивою культурою, і для отримання високого врожаю та повної реалізації потенціалу продуктивності сорту необхідно забезпечити оптимальну площу живлення для кожного сорту, що сприятиме найкращому освітленню листової поверхні.

Дослідження показують, що кожен рік має унікальні погодні умови. Тому в технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої, не існує універсальних рішень. Робота агронома вимагає індивідуального підходу та коригування окремих елементів технології, починаючи від посіву і часто протягом усього вегетаційного періоду. Важливо правильно підібрати ширину міжрядь і густоту рослин для кожного сорту, враховуючи конкретні природно-кліматичні умови. Існує тісний зв'язок між площею живлення рослин, їх біометричними показниками та біологічними особливостями сортів. Як надмірно розріджені, так і надмірно загущені посіви сої не сприяють досягненню максимальної продуктивності рослин. У розріджених посівах рослини інтенсивно галузяться, формують велику кількість листків, бобів і насіння. Індивідуальна продуктивність рослин у розріджених посівах може бути високою, але це не компенсує меншу кількість рослин, тому загальна

врожайність з одиниці площі буде нижчою порівняно з посівами з оптимальною площею живлення рослин.

Занадто щільні посіви призводять до формування слабких рослин з тонкими стеблами, що підвищує ризик їх вилягання. Це негативно впливає на ключові показники структури врожаю та загальну продуктивність агроценозу [14, 82].

Загальноприйняті агротехнічні рекомендації стосовно способу висіву сої включають широкорядний метод, при якому міжряддя варіюють у межах 45–70 см, з урахуванням групи стиглості культивованого сорту: для ранньостиглих сортів рекомендується 45 см, для середньостиглих – 60 см, а для пізньостиглих – 70 см. Окремі фахівці пропонують практикувати суцільний рядковий посів, використовуючи норму висіву 800–900 тис. схожих насінин на гектар. В кліматичних умовах північних областей України, застосування такого методу висіву сприяє обмеженню процесу галуження, інтенсивному росту та прискореному дозріванню рослин, що обумовлює доцільність застосування даної технології в означеному регіоні. Разом з тим, результати наукових досліджень демонструють, що посіви з міжряддями у 15 см характеризуються підвищеною врожайністю на 2–3 ц/га, порівняно з широкорядними посівами [61].

У роботі Белінського Ю.В. [19] було вивчено відгук сортів сої «Романтика» та «Аннушка» на різні схеми посіву з міжряддями 15, 30 та 45 см в умовах Лівобережного Лісостепу України. За результатами досліджень, максимальні показники польової схожості насіння (89–90%) та збереженості рослин (95%) були зафіксовані при ширині міжрядь 30 см. Встановлено, що даний спосіб посіву позитивно впливав на умови протікання симбіотичних процесів та покращував морфологічні характеристики рослин. Найвища середня врожайність за період дворічного дослідження спостерігалась також при міжряддях 30 см і становила для сортів «Романтика» та «Аннушка» 2,33 та 2,20 т/га відповідно. Посів вузькорядним (15 см) або широкорядним (45 см) способами призводив до зменшення продуктивності. Максимальний вміст

протеїну в зерні відзначався при ширині міжрядь 45 см (38,3–38,5%), тоді як найвищий вміст олії було отримано при рядковому посіві (19,4–19,8%).

На думку Івасика М. В. та Бахмата М. І. [18, 42, 43], соя є однією з найприбутковіших культур у Степовій та Лісостеповій зонах України, що зумовлено значним попитом на неї як на внутрішньому, так і на глобальному ринках. У зв'язку з цим, актуальним є питання максимальної оптимізації агротехніки її культивування з урахуванням біологічних особливостей сорту. Такий підхід сприятиме підвищенню продуктивності сої та покращенню економічних і енергетичних параметрів її вирощування. Результати проведених нами досліджень дали можливість розробити адаптовану технологію вирощування для сортів сої Аратта та Софія, яка сприяє максимальній реалізації їх потенційної врожайності, поліпшенню якісних характеристик зерна та зниженню собівартості одиниці продукції. З-поміж досліджених сортів сої, найвищу врожайність продемонстрував сорт Софія, який, завдяки застосуванню адаптивної технології вирощування, що враховує його специфічні біологічні потреби, максимально реалізував свій потенціал продуктивності, досягнувши показника 3,2 т/га.

У праці Шепілової Т.П. та Черненка Д.І. [83] було досліджено вплив способу посіву та норми висіву на ріст і розвиток рослин сорту Золушка в умовах чорнозему звичайного середньогумусного важкосуглинкового. Отримані дані свідчать про те, що широкорядний спосіб посіву з міжряддями 45 см сприяв збільшенню висоти рослин до середнього значення 104,5 см, в той час як при посіві з міжряддями 15 см цей показник склав 92,9 см. Вимірювання висоти рослин сої проводилися на етапі наливу насіння. Результати експерименту демонструють, що висота рослин сої сорту Золушка корелювала з обома досліджуваними факторами. У посівах сої з міжряддями 45 см рослини відрізнялися більшою масою, а також збільшеною площею листової поверхні однієї рослини (1331 см<sup>2</sup>). З метою досягнення високої продуктивності агрофітоценозу сої, міжряддя мають оптимізувати поглинання сонячної енергії фотосинтетичним апаратом рослин, а не сприяти нагріванню ґрунту.

Нагрівання ґрунту призводить не тільки до зниження ефективності фотосинтезу, а й до зменшення мікробіологічної активності ґрунту. Використання звичайного рядкового способу посіву сприяло збільшенню урожайності на 10-20 %.

Вказаний приріст урожаю пов'язаний з оптимальним розподілом рослин на одиницю площі. Цей ефект досягається завдяки дружнім сходам, високій польовій схожості та хорошій виживаності рослин протягом вегетаційного періоду.

У праці О. М. Бахмата та О. С. Чинчика [17] досліджувалися різні методи висіву (звичайний рядковий – 15 см, широкорядний – 45 см та стрічковий - 45+15+15 см) сортів сої Золотиста (контроль), Агат, Артеміда та Анжеліка в агроекологічних умовах Західного Лісостепу. Було встановлено, що максимальна площа листкової поверхні та інтенсивність фотосинтезу проявлялися за широкорядного способу висіву у сортів Артеміда та Анжеліка (3,72–3,64 г/м<sup>2</sup>). Відповідно, найвищий рівень продуктивності серед досліджуваних генотипів сої формував сорт Артеміда (2,91 т/га) за широкорядного способу висіву.

Впровадження нових генотипів сої зумовлює необхідність удосконалення загальних агротехнічних заходів їх вирощування. Лише адаптована технологія, що враховує специфіку конкретного сорту та ґрунтово-кліматичної зони, забезпечує максимальну реалізацію їх генетичного потенціалу продуктивності. Оптимальні умови для реалізації потенційної врожайності агрофітоценозу сої досягаються за комплексного підходу до елементів технології, серед яких важливими є спосіб висіву та щільність рослин [80].

Наукові дослідження підтверджують, що вирощування одного й того ж сорту сої за різних погодних умов у межах однієї ґрунтово-кліматичної зони може характеризуватися суттєвими відмінностями в тривалості вегетаційного періоду – від 10 до 25 діб і більше [81]. Як зазначають Андрусик П.Р. та Цюк О.А. [4], тривалість окремих фаз вегетації та міжфазних періодів є важливою

господарською ознакою, що визначає рівень адаптації рослин до умов вирощування та впливає на врожайність і якість зерна, включно з його хімічним складом. Вегетаційний період визначається генетичними особливостями сорту, екологічними умовами регіону та застосованими агротехнічними прийомами.

У праці Молдован Ж.А. [55] було проведено дослідження впливу густоти посіву та періодів висіву на формування врожайності сортів із різними групами стиглості в північно-західній частині Лісостепу. Встановлено, що всі фактори мали певний вплив на ріст і розвиток рослин протягом вегетаційного періоду, однак на вологість насіння найбільше впливали погодні умови під час дозрівання та збирання. Дем'яненко В.В. [28] підкреслює, що правильний вибір сорту для конкретної ґрунтово-кліматичної зони є ключовою умовою формування високої продуктивності. Для стабільного отримання врожаїв рекомендується вирощувати 2–3 сорти різних груп стиглості, стійких до стресових факторів та хвороб.

У праці Дробітько А.В. та Дробітько О.М. [37] було проведено дослідження впливу методу посіву та густоти рослин на продуктивність сорту сої «Донька» в умовах північного Степу, з урахуванням лімітуючої ролі вологозабезпечення. Отримані результати свідчать про те, що найбільший рівень врожайності досягається при застосуванні широкорядного способу з міжряддями в діапазоні 45–70 см. Найкращі економічні показники, зокрема, врожайність зерна 20,6 ц/га, чистий прибуток 3163 грн/га та рентабельність 90,1 %, були зафіксовані при ширині міжрядь 70 см.

Вибір ширини міжрядь також залежить від забур'яненості поля. На забур'янених ділянках вузькі міжряддя (12,5–15 см) ускладнюють застосування ґрунтових гербіцидів, оскільки соя швидко зникає рядки. Водночас у південних та східних регіонах, де є проблема з вологозабезпеченням, вузькі міжряддя оптимізують площу живлення, створюють сприятливий мікроклімат та зменшують випаровування вологи [49].

Вибір сорту є одним з найважливіших факторів, що визначають високу та стабільну врожайність. Згідно з дослідженнями, його вплив на

продуктивність сягає 30–60 %. Державний реєстр сортів рослин України на 2024 рік рекомендує для вирощування в Україні 182 сорти сої, з яких більшість, а саме 80 %, – це сорти вітчизняної селекції. У майбутньому планується збільшення площ під соєю, що робить особливо актуальними скоростиглі сорти, які менш чутливі до температурного режиму на початкових етапах розвитку. Це дає можливість висівати сою у більш ранні терміни, коли в ґрунті достатньо вологи, та зменшити негативний вплив спеки на рослини в період формування плодів. До того ж, скоростиглі сорти є хорошими попередниками для озимих зернових, оскільки забезпечують своєчасне звільнення площ для належної підготовки ґрунту [2].

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОД АНАЛІТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

#### **2.1. Агрокліматичні умови, що склалися протягом календарного року дослідження**

Загальна область дослідження знаходиться у межах Лісостепової зони, для якої типовий помірно вологий клімат з м'якою зимою, періодичними морозами та частими відлигами. Регіон характеризується достатньою кількістю атмосферних опадів, проте розподіл їх протягом вегетаційного періоду може відрізнятися нерівномірністю. Літній період зазвичай помірно теплий. Середнє багаторічне значення температури повітря становить 6,8 °С, а екстремальні значення температури коливаються в діапазоні від –34 °С до +36 °С. Тривалість безморозного періоду складає приблизно 156 діб. Початок осінніх заморозків припадає переважно на першу декаду жовтня, а закінчення весняних – в середньому на 30 квітня, з можливими коливаннями від 9 квітня до 20 травня. Середня річна сума опадів становить 685 мм. Гідрологічна мережа представлена системою дренажних каналів, а глибина залягання ґрунтових вод залежить від особливостей рельєфу та змінюється в межах від 0,8 до 3,0 м.

Клімат Західного Лісостепу змінюється в широтному, меридіальному та вертикальному напрямках, що іноді призводить до надмірного зволоження або заболочування ґрунтів. Проте ефективне регулювання водного режиму дозволяє успішно вирощувати зернові культури (пшеницю озиму, ячмінь ярий, кукурудзу), картоплю, соняшник, сою та інші культури з високими показниками продуктивності.

Погодні умови безпосередньо впливають на формування врожаю, а їх вплив у конкретній ґрунтово-кліматичній зоні визначається сумою активних температур та кількістю опадів протягом вегетаційного періоду. Виведення ранньостиглих сортів сої значно розширило географію вирощування культури, зокрема в Західному Лісостепу.

Таблиця 2.1

**Усереднена за роки досліджень температура повітря, °С**  
**(на основі даних Чортківської метеостанції)**

| Поточний рік                    | Місячний період (у контексті календаря) |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Середня річна температура |
|---------------------------------|-----------------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------|
|                                 | 01                                      | 02   | 03  | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   |                           |
| 2024                            | -4,1                                    | -3,7 | 1,3 | 8,3  | 13,1 | 15,7 | 16,4 | 17,2 | 16,1 | 8,1  | -5,4 | -2,3 | 7,0                       |
| 2025                            | -0,1                                    | 5,2  | 5,9 | 10,3 | 13,8 | 18,6 | 19,1 | 18,7 | 15,9 | 11,0 |      |      |                           |
| Усереднене багаторічне значення | -6,3                                    | -4,9 | 4,3 | 7,5  | 13,0 | 15,4 | 17,7 | 16,9 | 12,9 | 7,8  | 1,3  | -3,7 | 6,9                       |

Таблиця 2.2

**Сукупна кількість атмосферних опадів за період спостережень, мм**  
**(згідно з даними Чортківської метеорологічної станції)**

| Поточний рік                     | Місячний період (у контексті календаря) |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    | За рік |
|----------------------------------|-----------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|                                  | 01                                      | 02 | 03 | 04 | 05  | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |        |
| 2024                             | 67                                      | 40 | 36 | 44 | 151 | 84 | 65 | 48 | 47 | 32 | 45 | 55 | 714    |
| 2025                             | 60                                      | 44 | 61 | 50 | 17  | 87 | 60 | 54 | 38 | 33 |    |    |        |
| Усереднене багаторічне значення. | 45                                      | 40 | 30 | 60 | 55  | 62 | 63 | 71 | 65 | 77 | 47 | 70 | 685    |

2024 рік характеризувався кліматичними умовами, що сприяли культивуванню сої. Середньорічна температура повітря досягла 7,0 °С, демонструючи незначне перевищення довгострокового середнього показника, який склав 6,9 °С. Середні місячні температури у період вегетації (травень-вересень) майже повністю відповідали багаторічним значенням, за винятком вересня, коли зафіксовано температуру 16,1 °С, що на 3,2 °С вище довгострокових середніх даних. Сукупна кількість атмосферних опадів у 2024 році склала 714 мм, перевищуючи середньорічну норму на 71 мм. При цьому, розподіл опадів протягом вегетаційного періоду був відносно рівномірним, забезпечуючи задовільне зволоження рослин. Загалом, зазначені умови позитивно позначились на формуванні урожаю.

У 2025 році спостерігалася тенденція до підвищення температурних показників відносно багаторічних середніх значень, яка простежувалася з січня та тривала протягом більшої частини року, зокрема до жовтня. На противагу 2024 року, тільки вересень продемонстрував незначне зниження температури на 0,2 °С. В інші місяці зафіксовано підвищені температурні значення, що, ймовірно, вплинуло на розвиток та продуктивність посівів сої.

Аналіз розподілу атмосферних опадів засвідчив, що лише травень характеризувався недостатнім рівнем зволоження, оскільки їх обсяг становив лише 17 мм, що є значно нижчим за довгострокові середні показники. У решту місяців, обсяг опадів не виявляв суттєвих відхилень від нормативних значень. Зважаючи на високі температурні показники, дефіциту вологи, що міг би бути критичним для розвитку сої, не було констатовано. Отже, метеорологічні обставини протягом періоду досліджень були в цілому достатньо сприятливими для повної реалізації генетичного потенціалу досліджуваних сортів сої.

## **2.2. Інженерно-геологічні характеристики території**

Основними ґрунтами досліджуваної території є чорноземи типові з незначним вмістом гумусу. Для даних ґрунтів характерний інтенсивний

дренаж, нейтральна реакція ґрунтового розчину, сприятливі фізико-водні характеристики, значний вміст поживних елементів та високий потенціал родючості. Формування цих ґрунтів відбувалося переважно на карбонатних лесах і лесовидних суглинках, а в місцях антропогенного впливу – на алювіально-делювіальних відкладеннях. Їхньою особливістю є відсутність вираженої диференціації ґрунтового профілю та переміщення колоїдів між горизонтами, що є характерним для інших типів ґрунтів. У структурі земельного фонду господарства зазначені ґрунти займають домінуючу частку – близько 69%.

Вміст органічної речовини в орному горизонті становить 3,4-3,6%; гідролітична кислотність дорівнює 1,3 мг-екв. на 100 г ґрунту; сума ввібраних катіонів – 32 мг-екв. на 100 г ґрунту, а ступінь насиченості основами досягає 96%. Реакція ґрунтового середовища характеризується як близька до нейтральної. Згідно з даними Тернопільської агрохімічної лабораторії, концентрація рухомого фосфору варіює в межах 81-140 мг/кг, обмінного калію – 50-900 мг/кг, а легкогідролізованого азоту – 80-165 мг/кг сухого ґрунту.

Нижче подано опис профілю ґрунту чорнозему типового, що характеризується низьким вмістом гумусу. Горизонти ґрунтового профілю:

Н (0-67 см): верхній, гумусово-аккумулятивний горизонт. Включає орний шар (0-32 см). Колір темно-сірий, високий вміст органічної речовини. За гранулометричним складом – середній суглинок. Структура дрібно-грудкувата. Перехід до наступного горизонту поступовий.

НР (67-87 см): гумусово-аккумулятивний горизонт, що залягає нижче. Колір темно-сірий з бурим відтінком. Середній суглинок. Структура горіхувата з незначною призматичністю.

НР<sub>к</sub> (87-131 см): перехідний горизонт, що містить карбонати. Карбонати починають проявлятися з глибини 87 см у вигляді білуватого нальоту (цвілі), розташованого переважно вздовж кореневих ходів, нір гризунів та по поверхні структурних агрегатів. Інтенсивність прояву карбонатів збільшується з глибиною. Колір темнуватого-сірий з буруватим-палевим відтінком. Середній

суглинок. Структура виражена слабо.

$\text{pH}_k$  (131-165 см): перехідний горизонт. Колір бурувато-палевий. Характеризується інтенсивною переритістю. За гранулометричним складом – середній суглинок. Карбонати представлені у вигляді псевдоміцелію.

$\text{P}_k$  (>165 см): материнська порода – карбонатний лесовий суглинок сірувато-палевого кольору, оглеєний та характеризується підвищеною вологістю.

Результати агротехнічного дослідження типового чорнозему (див. Таблицю 2.3) демонструють вміст гумусу в орному шарі (0-30 см) на рівні 3,2%. Реакція ґрунтового розчину ( $\text{pH}$  сольовий) становить 6,6. Вміст обмінних катіонів кальцію ( $\text{Ca}^{+2}$  – 27,1) – 27,1 мг-екв/100 г ґрунту, магнію ( $\text{Mg}^{+2}$  – 2,2 мг-екв/100 г ґрунту. Згідно з результатами аналізу ґрунту, вміст рухомого фосфору становить 91 мг/кг, рухомого азоту – 76 мг/кг, обмінного калію – 135 мг/кг сухого ґрунту.

Даний тип ґрунту характеризується достатньо високим рівнем родючості та придатний для вирощування широкого спектру сільськогосподарських культур, включаючи сою.

Ключовим процесом ґрунтоутворення є біогенна акумуляція поживних елементів у верхніх шарах ґрунту: фосфору, отриманого з материнської породи, азоту, отриманого з атмосфери, та органічної речовини, що утворюється внаслідок процесів, які призводять до зменшення ентропії та підтримання стійкої нерівноваги.

Таблиця 2.3

**Загальна агрохімічна оцінка ґрунтів на дослідних ділянках чорнозему типового з низьким вмістом гумусу**

| Усталені шари ґрунту    | $\text{pH}$ сольове | Гумус, % | Глибина, см | Обмінні катіони, мг/екв. на 100 г ґрунту |                  | Вміст рухомих елементів живлення, мг на кг ґрунту |                        |    |
|-------------------------|---------------------|----------|-------------|------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|------------------------|----|
|                         |                     |          |             | $\text{Ca}^{+2}$                         | $\text{Mg}^{+2}$ | $\text{K}_2\text{O}$                              | $\text{P}_2\text{O}_5$ | N  |
| $\text{H}_{\text{орн}}$ | 6,7                 | 3,3      | 0-30        | 27,1                                     | 2,2              | 137                                               | 93                     | 74 |

У ґрунтах одночасно протікають різноспрямовані реакції: деструкція мінералів з утворенням більш стійких сполук, розпад мінеральних компонентів, редукція заліза та марганцю, міграція розчинних речовин і колоїдних часток по вертикалі ґрунтового профілю, включно з виносом за його межі, що залежить від гідрологічних умов. Ці явища спрямовані до досягнення рівноважного стану (який, однак, практично ніколи не настає), тобто до збільшення ентропії.

Форми фосфору, в яких він накопичується в ґрунтах, є індикаторами специфіки ґрунтогенезу, зумовленої, зокрема, водним режимом і ступенем дренуваності, а також інтенсивністю процесів денудації мінералів.

Перш за все, варто підкреслити значний дефіцит вихідних порід ґрунтів Західного Лісостепу за вмістом сумарного фосфору, та водночас, його активне накопичення у верхньому шарі ґрунту (0-20 см), де його вдвічі більше, ніж у материнській породі.

### **2.3. Методи та порядок проведення експериментальних робіт**

Полеві дослідження були спрямовані на вивчення реакції ранньостиглого сорту сої «Романтика» та середньораннього сорту «Королева» на різні способи сівби.

Сорт «Романтика», розроблений Інститутом кормів та сільського господарства Поділля, включений до Державного реєстру сортів рослин України з 2012 року та рекомендований для обробітку в зонах Полісся, Лісостепу та Степу. Даний сорт є ранньостиглим, з періодом вегетації, що триває від 102 до 112 днів, і характеризується значним потенціалом урожайності, який становить 4,0–4,5 т/га. Рослина відрізняється толерантністю до нестачі вологи під час формування насіння, створює сприятливу оптико-біологічну структуру за рахунок клиноподібної форми листя, має високий відсоток білка та жиру в зерні, що визначає його цінність як харчового продукту, та демонструє підвищену несприйнятливості до найпоширеніших захворювань, вилягання (оцінка 8 балів) та розтріскування бобів (оцінка 7

балів).

Сорт «Королева», розроблений тим же інститутом, було включено до Державного реєстру з 2023 року для культивування у всіх регіонах України. Даний сорт характеризується як середньоранній, з тривалістю вегетаційного періоду, що коливається від 117 до 133 днів. Загальний потенціал врожайності варіюється в межах 2,85–3,90 т/га, а загальний вміст олії в насінні становить 21–22%. Сорт демонструє високу адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов, оптимально підходить для механізованого збирання та має високий рівень стійкості до захворювань і вилягання, що оцінюється в 7 балів.

Дослідження проводили на чорноземі типовому малогумусному в умовах Лісостепу з застосуванням двох способів сівби: рядкового з міжряддями 15 см та широкорядного з міжряддями 45 см. Посів здійснювали у першій декаді травня при температурі ґрунту на глибині 10 см не нижче 12 °С (орієнтовно 4–6 травня) з нормою висіву 700 тис. схожих насінин на 1 га та глибиною загортання 4–5 см.

У ході досліджень проводили комплексні спостереження за ростом і розвитком рослин: від появи сходів до повної стиглості, включаючи такі фази, як поява першого трійчастого листка, бутонізація, цвітіння, утворення бобів і налив зерна. Початок фази фіксували при появі ознак у 10 % рослин, а завершення – у 75 %. Визначали також тривалість періоду від сходів до повної стиглості.

Польова схожість насіння та виживаність рослин визначали шляхом підрахунку густоти стояння на ділянках у період повних сходів і перед збиранням урожаю. Для цього на діагоналі кожної ділянки I та III повторень закріплювали по три облікові площі розміром 1 м<sup>2</sup>, і результати обчислювали як середнє двох проб, переводячи у тис. рослин на гектар.

В обліку бульбочок на коренях рослин під час фаз першої пари справжніх листків, цвітіння та наливу насіння викопували по п'ять рослин на кожному варіанті досліду I та III повторень, обережно відокремлювали корені від ґрунту, підраховували кількість бульбочок та визначали їх абсолютно суху

масу на одну рослину.

Для оцінки морфологічних показників визначали висоту рослин та висоту формування нижнього плоду на 20 рослинах із кожної ділянки I та III повторень. Площу листків визначали ваговим методом: листя відокремлювали, з 20 листків робили висічки відомої площі, потім висушували їх і всі листки, після чого обчислювали площу листя на одну рослину і на гектар.

У структурі продуктивності рослин проводили оцінку таких складових: число пагонів на рослину, кількість стручків, число насінин, а також вага насіння, отриманого з однієї рослини. Масу тисячі насінин визначали шляхом зважування двох репрезентативних зразків по 500 насінин кожен, з точністю вимірювання до 0,1 г. Насипну щільність насіння визначали за допомогою спеціалізованого інструменту – літрової мірки.

Облік урожаю здійснювали з експериментальних ділянок площею 25 м<sup>2</sup>, при загальній площі облікових ділянок 50 м<sup>2</sup>. Дослідження проводили у триразовій повторності з використанням систематичного розміщення варіантів. Розрахунок економічних показників урожайності виконували згідно з чинними методологічними рекомендаціями.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу, відповідно до методики, запропонованої Доспеховим Б.А. [36], із залученням комп'ютерного програмного забезпечення Statistik 8 для встановлення вірогідності отриманих результатів. Енергетичну оцінку різних технологій посіву проводили на основі методології О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [51].

#### **2.4. Організація агротехнічних заходів для дослідних посівів сої**

У наших дослідженнях сою вирощували після озимої пшениці. Одразу після збирання попередньої культури здійснювали дискування стерні дисковою бороною. Це робилося для покращення водно-повітряного режиму ґрунту та стимулювання проростання насіння бур'янів, які могли обсіпатися під час

збирання врожаю пшениці. Протягом двох тижнів очікували появи сходів бур'янів, після чого проводили основний обробіток ґрунту – оранку на глибину 20-22 см трактором Т-150 з плугом ПН-5-35.

У регіоні, де проводились дослідження, для кінця зими характерна невелика кількість опадів та відсутність снігового покриву, що призводить до непродуктивної втрати вологи. Тому рано навесні проводили закриття вологи за допомогою трактора Т-70 з важкими боронами.

Наступні культивації проводили на глибину 8-10 см та 6-8 см трактором Т-150 з культиватором КПС-4. Перед цим, за допомогою трактора Т-25 та розкидача мінеральних добрив НРУ-0,5, вносили мінеральні добрива у розрахунку N45P45K45 у формі нітроамофоски. Додатково здійснювали одну або дві культивації на глибину загортання насіння. Посів сої проводили на глибину 4-5 см з нормою висіву 700 тис./га схожих насінин.

Для захисту сої від шкідливих організмів використовували зареєстрований в Україні хімічний протруйник Максим XL 035 FS, т.к.с. (діючі речовини: флудиоксоніл, 25г/л та металаксил-М, 10 г/л) від компанії "Сингента" в дозі 1,0 літра на 1 тону насіння. Цим препаратом обробляли насіння для запобігання таким хворобам, як антракноз, чорна ніжка, фузаріозна коренева гниль, пероноспороз та пліснявіння насіння. Через два дні після посіву вносили гербіцид Харнес, 90% к.е. (діюча речовина: ацетохлор) з розрахунку 2 л/га для боротьби з однорічними злаковими та дводольними бур'янами.

Повна стиглість сої визначається опаданням листя, побурінням та висиханням стебел і бобів, легким відокремленням насіння від стулок і зниженням вологості зерна до 14–16 %. Урожай збирали з кожної ділянки окремо за допомогою прямого комбайнування, при цьому висота зрізу становила 4–6 см.

## **2.5. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої за різного способу сівби**

Тривалість вегетаційного періоду, як і тривалість окремих проміжків між фазами розвитку, є значущою агрономічною характеристикою, що визначає можливість вирощування певного сорту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Це має важливе значення, оскільки за дотримання оптимальних термінів посіву можна вирощувати сою, уникаючи додаткових витрат енергії на досушування зерна. Продуктивність сої також залежить від загальної тривалості вегетації та окремих етапів росту і розвитку [41].

Багаточисленні дослідження показують значний вплив на тривалість періоду вегетації сої генетичних характеристик сорту, ґрунтово-кліматичних умов місцевості та технологічних факторів вирощування. Переважна більшість сучасних сортів сої відрізняються відносно обмеженою адаптацією до вирощування в умовах певної географічної широти. Отже, збільшення площі посіву таких сортів в межах різних географічних широт призводить до зміни не тільки тривалості вегетаційного періоду, але й продуктивності соєвого агрофітоценозу, якості насіння та інше [43].

В Україні селекціонери користуються спеціальною шкалою, відповідно до якої сорти сої класифікують за п'ятьма групами та дев'ятьма підгрупами стиглості. Для умов Лісостепової зони найкраще пристосованими до вирощування є скоростиглі, ранньостиглі та середньостиглі сорти [10]. За даними Федорука І.В., Хмелянчишина Ю.В. та Городиської О.П. [74], тривалість вегетаційного періоду сої суттєво залежить від погодних умов і може як подовжуватися, так і скорочуватися залежно від температурного режиму та вологості.

Фурман О.В. [75] у своїх дослідженнях 2015 року також встановив, що під впливом тривалої посухи та високих температур вегетаційний період скорочувався — у сорту Вільшанка він становив 95–100 діб, а у сорту Сузір'я — 102–110 діб.

На основі огляду наукової літератури, де дослідники узгоджено підкреслюють пряму залежність між тривалістю вегетаційного періоду сої та її продуктивністю, у програму досліджень було інтегровано вивчення впливу факторів, що розглядаються, на даний показник. Фенологічні вимірювання здійснювалися протягом 2024-2025 років. Отримані результати наведено у таблицях 2.1-2.2. Навесні 2024 року посів сої був здійснений 4 травня на всіх варіантах досліду, де вивчалися методи посіву для двох сортів. Дружні сходи були зафіксовані на всіх варіантах досліду одночасно – 15 травня, тобто тривалість періоду від посіву до появи сходів становила 10 днів і не залежала від досліджуваних факторів, а визначалася виключно вологістю верхнього шару ґрунту та його середньодобовою температурою.

Формування третього справжнього листка у рослин ранньостиглого сорту сої «Романтика» відбулося 3 червня за обох способів сівби. У середньораннього сорту «Королева» ця фаза спостерігалася дещо пізніше — 5 червня, незалежно від ширини міжрядь.

Подальший етап розвитку — фаза бутонізації — також не показав істотного впливу способів сівби на рослини. Ця фаза розпочалася 17 червня у сорту «Романтика» та 22 червня у сорту Королева. Починаючи з фази початку цвітіння, вплив способу сівби став більш вираженим. Так, при звичайному рядковому способі (міжряддя 15 см) рослини сорту «Романтика» зацвіли 18 червня, тоді як за широкорядного способу (45 см) — на два дні пізніше.

Для сорту «Королева» спостерігалася подібна закономірність: при вузькорядному посіві початок цвітіння припав на 27 червня, а при широкорядному – із запізненням на два дні. Отже, спосіб висіву та індивідуальні особливості сортів вплинули на терміни настання етапів розвитку сої.

Період цвітіння сої є відносно тривалим. Найшвидше завершення цвітіння спостерігалось у сорту «Романтика» при посіві з міжряддями 15 см – 14 липня. Цвітіння рослин цього ж сорту на ділянках з міжряддями 45 см

Таблиця 2.1

**Орієнтовна тривалість онтогенетичних фаз росту та розвитку різних сортів сої залежно від методу посіву,  
досліджувана у 2024 році**

| Сорт      | Налив<br>зерна | Метод<br>посіву | Повні<br>сходи | Повна<br>стиглість | 3-ій<br>справ-<br>жній<br>листок | Початок<br>фази<br>цвітіння | Форму-<br>вання<br>бобів | Посів | Кінець<br>фази<br>цвітіння | Розвиток<br>бутонів | Тривалість<br>періоду від<br>появи<br>сходів до<br>настання<br>повної<br>стиглості, у<br>днях |
|-----------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|----------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Романтика | 28.08          | 15 см           | 15.05          | 13.09              | 03.06                            | 18.06                       | 18.07                    | 04.05 | 14.07                      | 17.06               | 120                                                                                           |
|           | 01.09          | 45см            | 15.05          | 16.09              | 03.06                            | 20.06                       | 20.07                    | 04.05 | 16.07                      | 17.06               | 123                                                                                           |
| Королева  | 05.09          | 15 см           | 15.05          | 26.09              | 5.06                             | 27.06                       | 24.08                    | 04.05 | 22.07                      | 22.06               | 133                                                                                           |
|           | 10.09          | 45 см           | 15.05          | 30.09              | 5.06                             | 29.06                       | 28.08                    | 04.05 | 26.07                      | 22.06               | 137                                                                                           |

*\*Примітка: рядковий посів із міжряддям 15 см слід розглядати як традиційний, тоді як широкорядний посів із міжряддям 45 см є альтернативним методом.*

тривало на два дні довше – до 16 липня. Рослини середньостиглого сорту «Королева» продовжували цвісти до 22 та 26 липня при звичайному рядковому та широкорядному способах посіву відповідно.

Одночасно з цвітінням у рослин сої, які зацвіли першими, почалося формування бобів. Повне настання цієї фази було зафіксовано 18 і 20 липня у сорта «Романтика» при посіві з міжряддями 15 і 45 см відповідно. Рослини сорту «Королева» увійшли у фазу формування бобів значно пізніше. Залежно від способу посіву це відбулося 24 та 28 липня, тобто на 6-8 днів пізніше, ніж у ранньостиглого сорту «Романтика».

Період формування бобів і повного наливу зерна у сої є одним із найтриваліших у вегетаційному циклі культури. У 2024 році у рослин сорту «Романтика» фаза повного наливу зерна наставала 28 серпня за сівби з міжряддями 15 см і 1 вересня — за широкорядного способу (45 см). У сорту «Королева» ця фаза спостерігалася пізніше — 5 вересня при рядковому способі сівби та 10 вересня при широкорядному. Отже, як сортові особливості, так і спосіб сівби суттєво впливали на тривалість міжфазного періоду формування бобів – повний налив зерна, визначаючи темпи розвитку рослин і загальну динаміку вегетації.

Період формування бобів і наливу зерна у сої є одним із найдовших у її розвитку. У 2024 році у сорту «Романтика» фаза повного наливу зерна спостерігалась 28 серпня при сівбі з міжряддями 15 см і 1 вересня на ділянках з міжряддями 45 см. Для сорту «Королева» ця фаза наставала пізніше – 5 вересня при сівбі з міжряддями 15 см і 10 вересня при ширині міжрядь 45 см. Це підтверджує, що не лише сортові особливості, але й спосіб сівби мали суттєвий вплив на тривалість періоду від формування бобів до повного наливу зерна. Загалом тривалість вегетаційного періоду ранньостиглого сорту «Романтика» становила 120 днів, і повна стиглість за звичайного рядкового способу сівби спостерігалась 13 вересня. При широкорядній сівбі цей період подовжувався до 123 днів, а повна стиглість фіксувалася 16 вересня.

У результаті проведених досліджень встановлено, що середньоранній

гібрид Королева завершив формування врожаю та досяг фази фізіологічної стиглості зерна при звичайному рядковому посіві на 133 добу після появи масових сходів, які було зафіксовано 26 вересня. У широкорядному посіві (45 см) фаза повної стиглості зерна сорту Королева настала на 4 доби пізніше, тобто через 137 діб, а саме 30 вересня.

Відмічено, що гідротермічні умови вегетаційного періоду сої у 2024 році характеризувалися деякими відмінностями порівняно з попереднім роком, що вплинуло на тривалість окремих міжфазних періодів розвитку рослин та загальний період вегетації, залежно від досліджуваних факторів. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин у другому році досліджень наведено у таблиці 3.2.

У 2024 році посів сої було здійснено дещо раніше – 1 травня, у зв'язку з досягненням температурним режимом ґрунту на глибині 10 см показника у 12°C. Масові сходи на всіх варіантах дослідів було отримано 12 травня.

Появу третього справжнього листка у сорту Романтика було зафіксовано 1 червня за обох способів сівби. У сорту Королева настання цієї фази розвитку рослин відбулося на дві доби пізніше, незалежно від способу сівби. Таким чином, вже з фази третього справжнього листка, сорт проявляв вплив на тривалість періоду "масові сходи – третій справжній листок".

Перші прояви впливу способу сівби на ріст та розвиток рослин сої, подібно до 2023 року досліджень, були відмічені при настанні фази бутонізації. У сорту Романтика рослини перейшли у цю фазу розвитку 15 та 17 червня відповідно, при міжряддях 15 та 45 см. Рослини сорту Королева досягли фази бутонізації 17 та 19 червня залежно від способу сівби. Рослини сорту Романтика перебували у фазі цвітіння (початок та кінець) з 18 червня по 6 липня при звичайному рядковому посіві (15 см) та з 20 червня по 8 липня – при широкорядному посіві (45 см). У рослин сорту Королева процес цвітіння тривав з 21 червня по 11 липня при міжряддях 15 см та з 23 червня по 13 липня на ділянках широкорядного способу сівби.

Таблиця 2.2

**Тривалість фенологічних фаз росту та розвитку різних сортів сої залежно від технології посіву (2024 рік)**

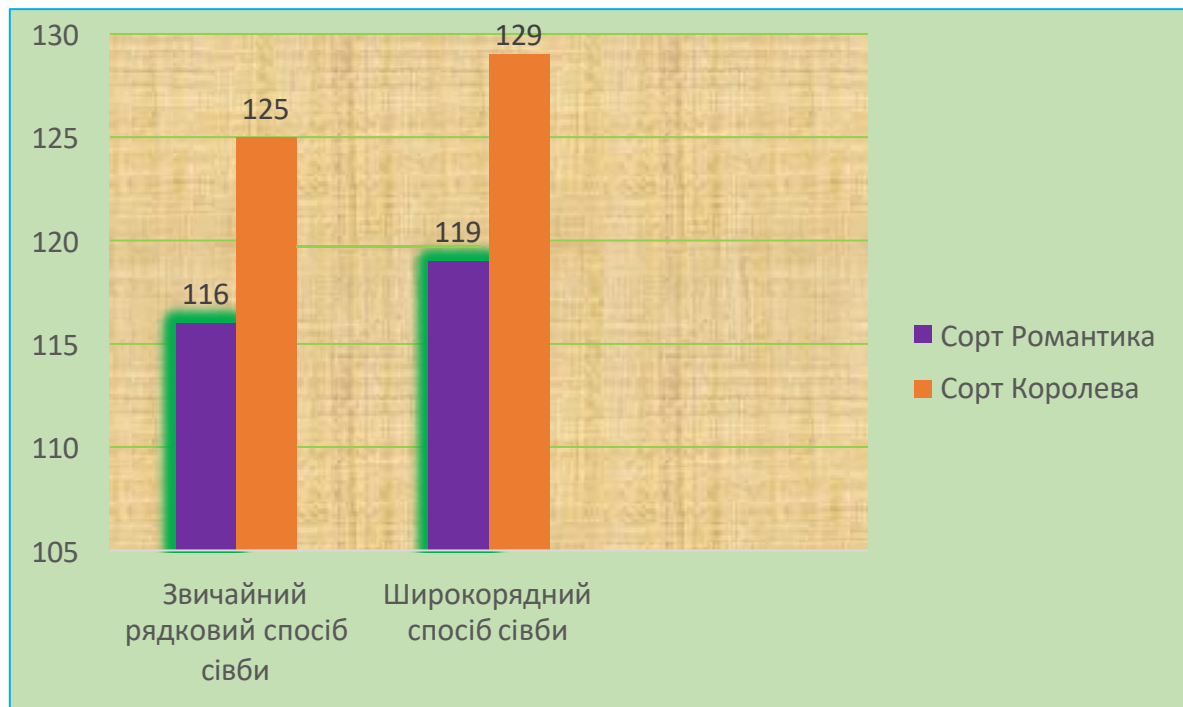
| Сорт      | Початок фази цвітіння | Посів | 3-ій справжній листок | Формування бутонів | Метод посіву | Формування бобів | Повні сходи | Кінець фази цвітіння | Налив зерна | Максимальна зрілість | Тривалість проміжку часу від появи сходів до настання повної зрілості, у днях |
|-----------|-----------------------|-------|-----------------------|--------------------|--------------|------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Романтика | 18.06                 | 01.05 | 01.06                 | 15.06              | 15 см        | 10.07            | 12.05       | 06.07                | 12.08       | 02.09                | 112                                                                           |
|           | 20.06                 | 01.05 | 01.06                 | 17.06              | 45см         | 13.07            | 12.05       | 08.07                | 15.08       | 6.09                 | 116                                                                           |
| Королева  | 21.06                 | 01.05 | 03.06                 | 17.06              | 15 см        | 16.07            | 12.05       | 11.07                | 16.08       | 07.09                | 117                                                                           |
|           | 23.06                 | 01.05 | 03.06                 | 19.06              | 45 см        | 19.07            | 12.05       | 13.07                | 20.08       | 11.09                | 121                                                                           |

*\*Примітка: рядковий посів із міжряддям 15 см слід розглядати як традиційний, тоді як широкорядний посів із міжряддям 45 см є альтернативним методом.*

В цілому, на тривалість усіх досліджуваних міжфазних періодів розвитку рослин вплив факторів був подібним. Зрештою, на кінцевий результат також вплинули погодні умови року, і повна зрілість зерна сорту Романтика при посіві з міжряддями 15 см настала 2 вересня, через 112 днів після появи повних сходів, а при посіві з міжряддями 45 см – через 116 днів (6 вересня).

Період вегетації середньораннього сорту Королева у 2024 році значно зменшився у порівнянні з 2023 роком і склав 117 та 121 день, відповідно до способу висіву.

На рисунку 2.1 графічно зображено залежність тривалості вегетаційного періоду сої від сорту та методу посіву.



**Рис. 2.1. Оцінка впливу різновиду та методу посіву на тривалість періоду вегетації в днях (середні показники за 2024-2025 рр.)**

Отже, аналіз дворічних спостережень дозволяє стверджувати, що генотип сої має більш значний вплив на тривалість вегетаційного періоду, порівняно зі способами висіву. Разом з тим, найістотнішим фактором, що визначав цей параметр, були метеорологічні умови конкретного року.

## 2.6. Формування агрофітоценозу сої залежно від сорту та способу сівби

Оптимальний спосіб посіву сої, за твердженнями дослідників та фахівців, передбачає два варіанти: суцільний посів з вузькими міжряддями (12–30 см) або широкорядний з міжряддями 45 чи 70 см. Широкорядний метод особливо рекомендований для регіонів Степу України, де відчувається нестача вологи. Фахівці відзначають, що як у світовому, так і у вітчизняному сільському господарстві простежується тенденція до використання вужчих міжрядь при вирощуванні сої. На їхню думку, при такому способі посіву рослини рівномірно розподіляються по площі, що сприяє формуванню оптимальної структури для ефективного використання сонячної енергії та підвищення продуктивності фотосинтезу. Завдяки швидкому змиканню рослин у міжряддях, поверхня поля швидше закривається, зменшуючи випаровування вологи з ґрунту та створюючи сприятливий мікроклімат як у ґрунті, так і на поверхні поля, а також посилюється конкуренція сої з бур'янами [48].

Соя характеризується специфічними біологічними властивостями, а також особливостями росту і розвитку, що дають можливість значно збільшувати врожайність шляхом незначного регулювання кількості стебел на одиницю площі. Доведено, що скоростиглі різновиди, з огляду на їхні біологічні особливості, потребують значно вищої щільності стеблостою на одиниці площі, оскільки рослини слабо галузяться. Натомість, рослини середньо- і пізньостиглих різновидів вирізняються більш вираженою здатністю утворювати бічні стебла. Це обумовлено послідовною і тривалою диференціацією генеративних органів рослин, на яку позитивно або негативно впливають погодні умови протягом періоду вегетації сої [75].

Щільність рослин у соєвому агрофітоценозі істотно впливає на його продуктивність. Густота розміщення рослин у посівах сої значною мірою залежить від елементів технології – обробітку ґрунту, системи внесення добрив, параметрів сівби, особливо норми висіву. Водночас, густота посіву залежить від польової схожості насіння та рівня виживання рослин протягом періоду

вегетації. Польова схожість, в свою чергу, залежить від посівних характеристик насіння, його передпосівної підготовки, а також запасів вологи та рівня температурного режиму ґрунту в період від сівби до появи сходів [82].

Вважалося важливим вивчити вплив різних методів висіву на польову схожість насіння та збереження рослин різних сортів протягом вегетаційного періоду. Для цього, протягом росту та розвитку сої, двічі проводився облік кількості рослин на одиниці площі (на заздалегідь визначених ділянках, згідно з загальноприйнятою методикою проведення польових досліджень).

Перший облік рослин було виконано у фазі повних сходів з метою оцінки польової схожості насіння, а другий – безпосередньо перед збором врожаю. Порівняння даних першого та другого обліку густоти посівів сої дозволило визначити відсоток рослин, які збереглися протягом вегетації (див. табл. 2.3, рис. 2.2-2.3).

У наукових працях відсутня чітка згода щодо впливу методу посіву, навіть з урахуванням норм висіву, на показники польової появи сходів сої. Проведені нами дослідження не виявили вираженої тенденції, а відмінності були незначними. Зокрема, у 2024 році, залежно від способу сівби, даний показник для сорту Романтика коливався в межах 85,4 та 84,9 % (розбіжність 0,5%). При такому рівні польової схожості насіння, щільність рослин сої у фазі проростків становила 59,82 та 59,40 шт./м<sup>2</sup> при посіві з міжряддями 15 та 45 см відповідно (різниця 0,42 шт./м<sup>2</sup>, що еквівалентно 420 шт./га).

Перед збиранням врожаю спостерігалась певна різниця у густоті стояння рослин сої: 553200 та 538200 шт./га, що вказує на помітніші відмінності у показнику приживлюваності рослин. Приживлюваність становила 92,5% та 90,6% відповідно для посівів з міжряддями 15 та 45 см (різниця 1,9% на користь традиційного рядкового способу посіву).

В межах досліджуваного сорту Королева, щільність рослин у фазі повних сходів варіювалася залежно від методу висіву. При цьому, показник польової схожості насіння продемонстрував незначну розбіжність між досліджуваними варіантами, складаючи 84,5 % та 85,2 % відповідно (різниця

0,7%). Більш суттєві відмінності спостерігалися у виживаності рослин, що становило 1,8%. Внаслідок цього, кінцева густота стояння сої склала 551300 та 544200 рослин на гектар при ширині міжрядь 15 та 45 см, відповідно, що свідчить про перевагу звичайного рядкового способу сівби (різниця 7100 рослин на одиницю площі).

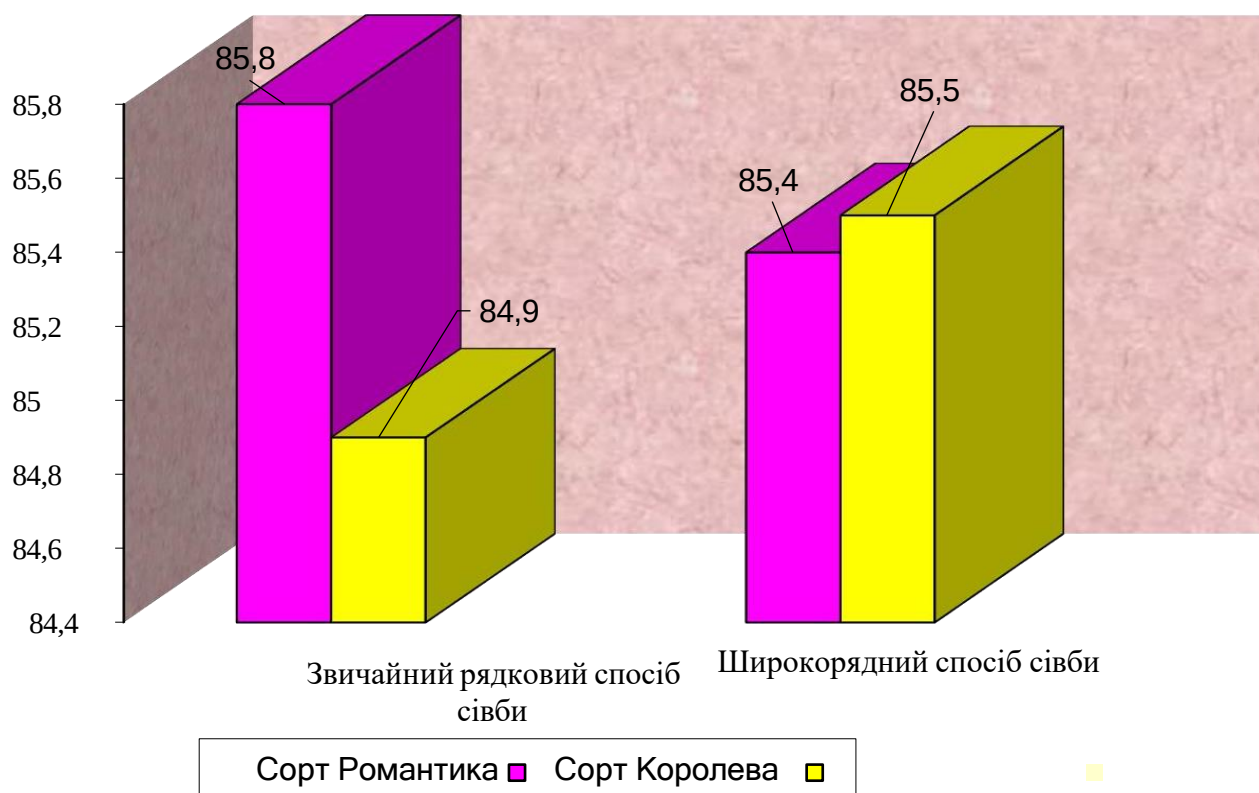
Таблиця 2.3

**Вплив сортових особливостей сої та агротехнічних прийомів сівби на показники польової схожості насіння і виживаності рослин**

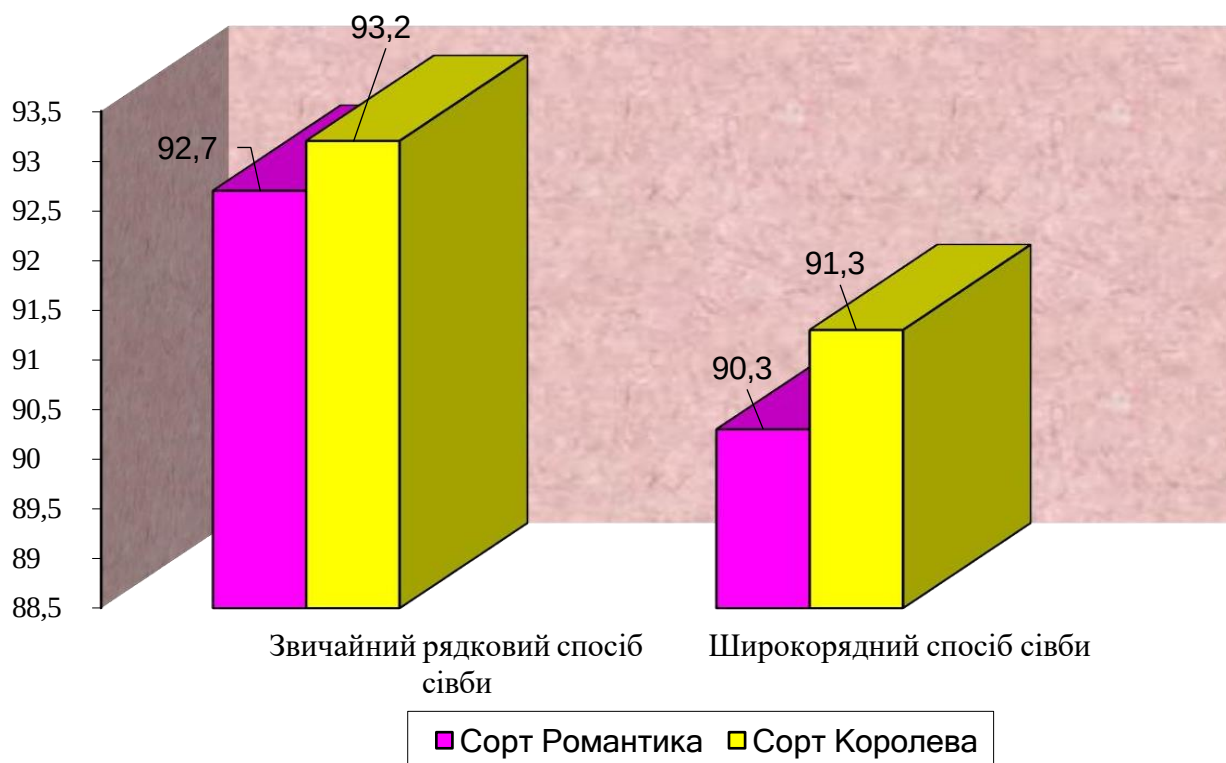
| Сорт      | Метод посіву  | Щільність рослин у фазі повних сходів, од./м <sup>2</sup> | Густота рослин перед збиранням урожаю, шт./м <sup>2</sup> | Показник появи сходів у польових умовах, % | Здатність рослин до виживання, % |
|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| Романтика | звичайний     | <u>59,82</u>                                              | <u>55,32</u>                                              | <u>85,4</u>                                | <u>92,5</u>                      |
|           | рядковий      | 60,32                                                     | 55,78                                                     | 86,2                                       | 92,9                             |
| Романтика | широко-рядний | <u>59,40</u>                                              | <u>53,82</u>                                              | <u>84,9</u>                                | <u>90,6</u>                      |
|           |               | 60,14                                                     | 54,12                                                     | 85,9                                       | 90,0                             |
| Королева  | звичайний     | <u>59,24</u>                                              | <u>55,13</u>                                              | <u>84,5</u>                                | <u>93,0</u>                      |
|           | рядковий      | 59,68                                                     | 55,71                                                     | 85,3                                       | 93,3                             |
| Королева  | широко-рядний | <u>59,62</u>                                              | <u>44,42</u>                                              | <u>85,2</u>                                | <u>91,2</u>                      |
|           |               | 60,13                                                     | 54,90                                                     | 85,8                                       | 91,3                             |

*\*Примітка: у чисельнику представлено дані за 2023 рік, у знаменнику – за 2024 рік.*

Дослідження, проведені у 2025 році, підтвердили тенденції впливу факторів, що вивчалися, на показники польової схожості насіння, збереження рослин протягом вегетаційного періоду та формування щільності стеблостою у зв'язку з цими показниками. За результатами дворічного вивчення, істотного впливу досліджуваних факторів на польову схожість насіння практично не було зафіксовано. Однак, відсоток рослин, що вижили протягом вегетації, був значно вищим при звичайному рядковому посіві (див. рис. 2.2, 2.3). Ця тенденція спостерігалася для обох досліджуваних сортів.



**Рис. 2.2. Дія методу висіву на показник польової схожості насіння різних сортів сої, у відсотках (середнє значення за 2024-2025 роки)**



**Рис. 2.3. Усереднений за 2024-2025 роки вплив методу посіву на приживлюваність рослин різних сортів сої, виражений у відсотках**

Аналіз показав, що польова схожість, залежно від методу посіву, варіювалася в діапазоні 85,4-85,8 % та 84,9-85,5 % для сортів Романтика та Королева відповідно. Однак, збереження рослин протягом вегетаційного періоду залежало від комплексу факторів і в середньому за два роки становило 90,3-92,7 % для сорту Романтика та 91,0-93,2 % для сорту Королева, з тенденцією до покращення при звичайному рядковому посіві.

## **2.7. Вплив різних способів висіву на біометричні параметри рослин сої та формування її врожайності**

Вибір способу сівби має значний вплив на технологію вирощування сої та, як наслідок, на формування її продуктивності. Соя добре адаптується до різних схем розміщення рослин на полі, і цей фактор суттєво впливає на інтенсивність росту рослин у висоту, що, в свою чергу, позначається на врожайності.

Соя характеризується досить швидким ростом на початкових етапах розвитку, вже через 2-3 тижні після появи сходів. Наші спостереження за динамікою росту показали, що з початком цвітіння темпи росту у висоту сповільнюються, і ця тенденція зберігається під час формування бобів. Максимальної висоти рослини досягають у фазу наливу зерна. Зокрема, рослини сорту Романтика досягали 82 см при вузькорядному (15 см) посіві та 71 см при широкорядному (45 см) посіві. Висота нижнього бобу становила 12,5 см та 11,6 см відповідно. Також, вузькорядний посів сприяв формуванню більшої площі фотосинтетичного апарату – 42,5 тис. м<sup>2</sup>/га проти 40,3 тис. м<sup>2</sup>/га при широкорядному посіві. Сорт Королева, який є середньораннім, демонстрував вищі значення біометричних показників, але тенденція щодо переваги вузькорядного способу сівби залишалася аналогічною.

При звичайному рядковому посіві середня висота рослин становила 91 см, а висота прикріплення нижнього стручка – 12,9 см. На ділянках із широкорядним посівом ці показники дещо знизились і становили 82 см та 12,0

см відповідно. Загальна площа листкової поверхні у сорту Королева також продемонструвала більші значення: 42,6 тис.м<sup>2</sup>/га при звичайному рядковому та 44,5 тис.м<sup>2</sup>/га при широкорядному способах посіву.

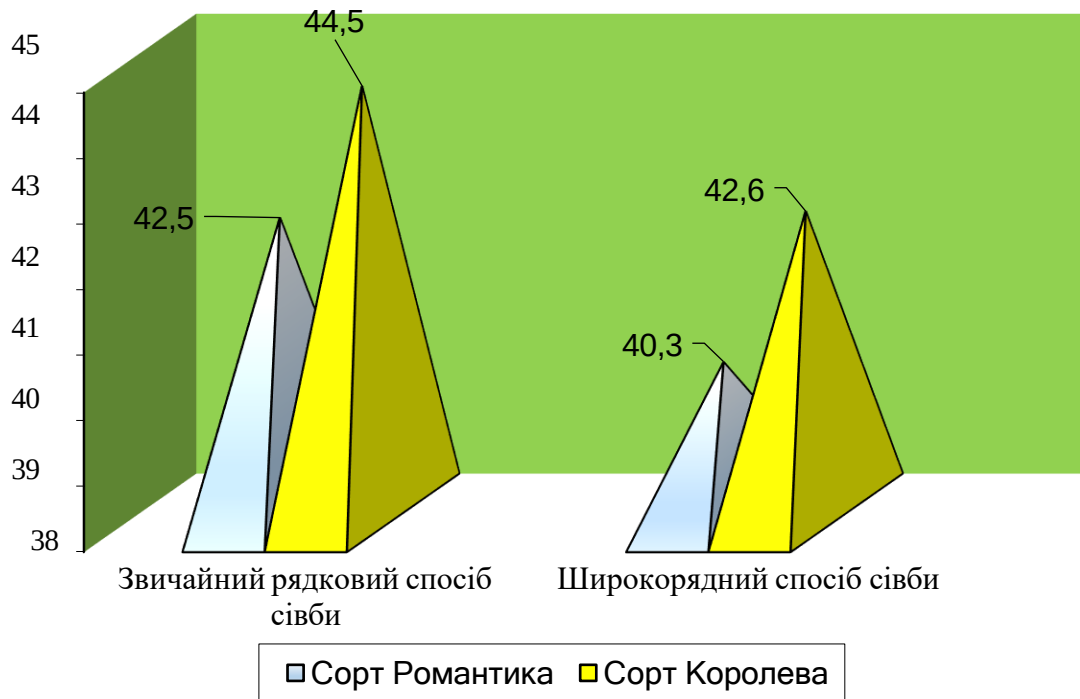
Таблиця 2.4

**Вплив методів висіву та сортів сої на морфологічні характеристики рослин  
(усереднені дані за 2024-2025 рр.)**

| Сорт      | Терміни посіву            | Висота прикріплення найнижчого бобу, см | Середня висота рослин під час наливу зерна, см | Загальна площа листкової поверхні на гектар у період наливу зерна, тис.м <sup>2</sup> /га |
|-----------|---------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Романтика | широко-рядний, 45 см      | 11,6                                    | 71                                             | 40,3                                                                                      |
|           | звичайний рядковий, 15 см | 12,5                                    | 82                                             | 42,5                                                                                      |
| Королева  | звичайний рядковий, 15 см | 12,9                                    | 91                                             | 44,5                                                                                      |
|           | широко-рядний, 45 см      | 12,0                                    | 82                                             | 42,6                                                                                      |

Отже, посів з міжряддями в 15 см, який забезпечував більш рівномірний розподіл рослин на площі, створював більш сприятливі умови для їхнього росту та розвитку. Про це свідчать отримані біометричні показники (рис. 2.4).

Важливою особливістю кореневої системи бобових культур, зокрема сої, є симбіоз – взаємовигідне співіснування з бульбочковими бактеріями. Ці бактерії мешкають на коренях бобових, поглинають азот з ґрунтового повітря та забезпечують рослини азотомісними сполуками. Саме тому система удобрення бобових культур суттєво відрізняється від системи удобрення інших культур, особливо в частині застосування азотних добрив. На формування симбіотичного апарату сої впливають як фактори навколишнього середовища, так і агротехнічні прийоми, зокрема спосіб посіву та характеристики сорту.



**Рис. 2.4. Дія досліджуваних параметрів на величину листкової площі рослин сої у фазу формування зерна, тис. м²/га (усереднені дані за 2024-2025 рр.)**

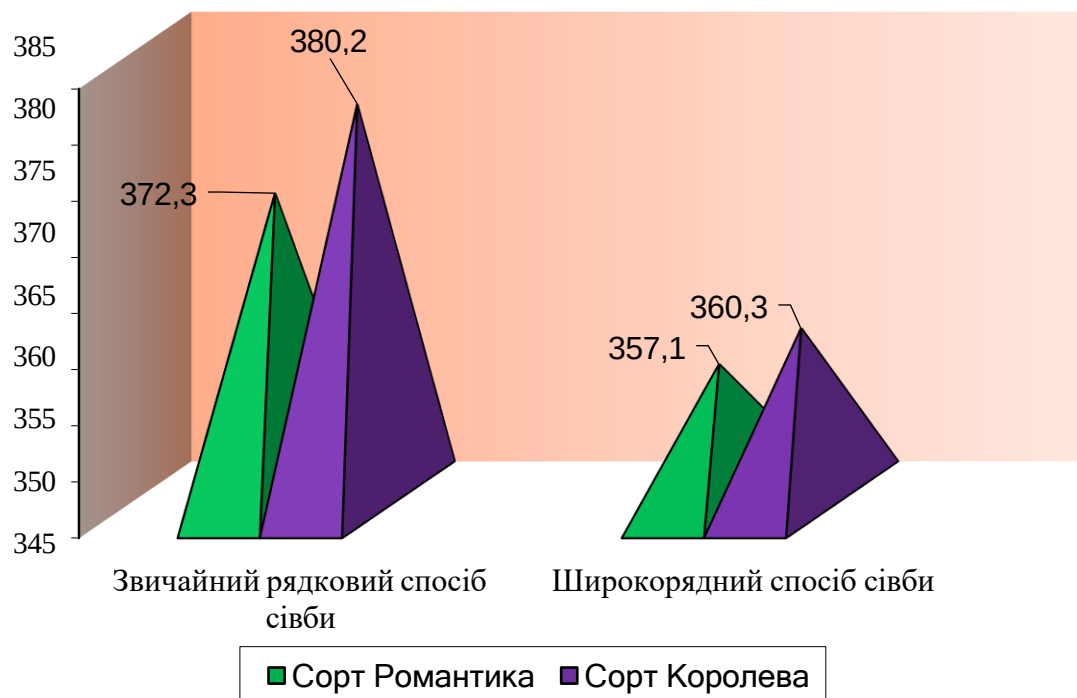
Ми проводили систематичні спостереження за розвитком бульбочкових бактерій на кореневій системі сої протягом усього вегетаційного періоду. Виявилось, що найбільш інтенсивна симбіотична активність рослин спостерігається наприкінці фази цвітіння, що підтверджується даними таблиці 3.5. Під час наступної фази розвитку – наливу зерна – кількість і маса бульбочок помітно зменшувалась, що призводило до зниження рівня азотфіксації, а отже, і потенційного накопичення азоту в ґрунті та в тканинах рослин. Аналіз впливу досліджуваних факторів показав, що процес утворення бульбочкових бактерій прямо залежить від сорту сої та обраного способу сівби. Зокрема, у сорту «Романтика» при звичайному рядковому способі сівби на кінець цвітіння кількість бульбочок досягала 27,4 шт. на одну рослину, а їх маса – 372,3 мг на рослину. Це свідчить про високу активність симбіозу, що забезпечує значне насичення рослин азотом у критичні періоди розвитку. Водночас зміна способу сівби, зокрема ширококорядний метод із міжряддями 45 см, впливала на розподіл і масу бульбочок, що зумовлювало деяке зниження азотфіксаційної активності рослин.

При широкорядному посіві насіння сорту Романтика спостерігалось зниження зазначених показників, які склали 26,1 шт. та 357,1 мг на рослину відповідно (рис. 3.5).

Таблиця 3.5

**Оцінка симбіотичної активності кореневої системи різних сортів сої у фазу завершення цвітіння, що варіюється залежно від способу посіву, усереднена за 2023-2024 роки**

| Сорт       | Сівба              | Бульбочки, шт./рослин у | Активні, шт./рослин у | Маса, мг/рослин у | Активні, мг/рослин у |
|------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| Романтик а | Рядкова 15 см      | 32,6                    | 27,4                  | 441,4             | 372,3                |
| Романтик а | Широкорядн а 45 см | 31,8                    | 26,1                  | 438,1             | 357,1                |
| Королева   | Рядкова 15 см      | 34,6                    | 29,4                  | 457,8             | 380,2                |
| Королева   | Широкорядн а 45 см | 33,3                    | 28,4                  | 450,4             | 360,3                |



**Рис. 2.5. Усереднені за 2024-2025 рр. дані щодо впливу сорту сої та методу посіву на її симбіотичну активність, виражену як маса бульбочок (мг) на рослину, зафіксовану в кінці фази цвітіння**

У рослин сорту Королева, незалежно від способу висіву, зафіксовано підвищену азотфіксуючу здатність. Однак, спостерігалася тенденція до збільшення цього показника при висіву з міжряддями 15 см, що становило 29,4 вузлики та 380,2 мг на рослину при звичайному рядковому висіву, та 28,4 вузлики та 360,3 мг на рослину при широкорядному висіву.

Оскільки більшість досліджуваних параметрів демонстрували чутливість до досліджуваних факторів, зокрема до способу висіву та сорту, можна констатувати, що вищі абсолютні значення більшості показників спостерігалися при звичайному рядковому висіву, де забезпечувалося більш рівномірне розміщення рослин на площі живлення. Сорт Королева також характеризувався дещо вищими значеннями досліджуваних показників. Відповідно, було обґрунтовано очікувати, що й наступні показники, що характеризують структуру врожаю, та тісно пов'язані з продуктивністю посівів, також будуть відрізнятися залежно від сорту та способу висіву сої.

Дані щодо впливу досліджуваних чинників на подальший розвиток рослин, який безпосередньо пов'язаний з елементами структури врожаю, представлено у таблиці 3.6.

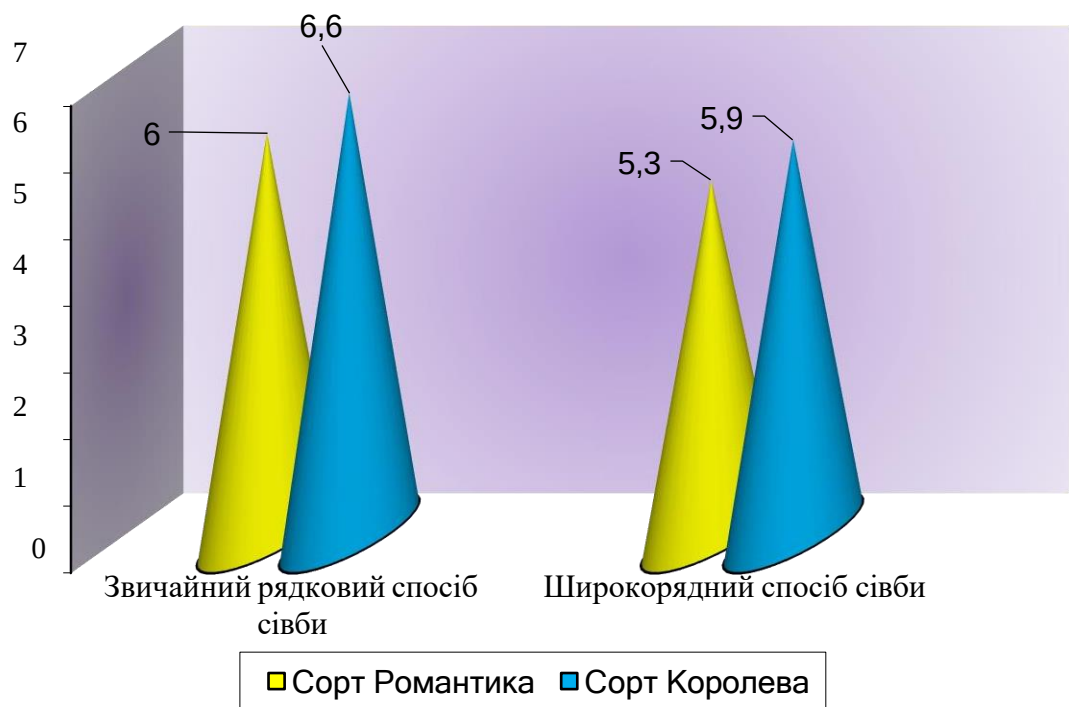
*Таблиця 3.6*

**Середні значення показників, що характеризують загальну структуру врожаю різних сортів сої, вирощених із застосуванням різних методів посіву (період спостережень: 2024-2025 рр.)**

| Сорт      | Сівба                | Гілок,<br>шт./рослину | Бобів,<br>шт./рослину | Насінин,<br>шт./рослину | Маса<br>зерна,<br>г/рослину |
|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Романтика | Рядкова 15<br>см     | 1,5                   | 19,3                  | 49,6                    | 6,0                         |
| Романтика | Широкорядна<br>45 см | 1,3                   | 17,3                  | 43,6                    | 5,3                         |
| Королева  | Рядкова 15<br>см     | 1,7                   | 22,7                  | 59,2                    | 6,6                         |
| Королева  | Широкорядна<br>45 см | 1,5                   | 20,7                  | 53,2                    | 5,9                         |

Для сорту Романтика встановлено, що формування пагонів другого порядку відбувалося на рівні 1,5 та 1,3 шт. на рослину при розміщенні посівів з міжряддями 15 та 45 см відповідно. Щодо показників продуктивності, кількість бобів на одній рослині та їх наповненість зерном складала 19,3 та 49,6 шт. при звичайному рядковому способі висіву, та 17,3 і 43,6 шт. при широкорядному. Маса зерна з однієї рослини, або індивідуальна продуктивність рослин сої, продемонструвала значення 5,3-6,0 г на користь вузькорядного посіву з міжряддями 15 см.

Сорт Королева характеризувався формуванням 1,7 та 1,5 бічних пагонів на рослину; 22,7 та 20,7 бобів; 59,2 та 53,2 зерен на рослину, а також 6,6 та 5,9 г зерна з рослини відповідно для звичайного рядкового та широкорядного способів висіву (рис. 3, 6).



**Рис. 2.6. Вплив способу сівби на індивідуальну продуктивність рослин сортів сої, г/рослину (середні дані за 2024–2025 рр.)**

Отже, обидва типи сої демонструють позитивну реакцію на вирощування з міжряддями 15 см. Схоже, що саме при такому розміщенні рослин створюються найбільш сприятливі умови живлення для формування їх морфологічних ознак та розвитку симбіотичної активності, що, в свою чергу, позитивно впливає на показники врожайності.

## **2.8. Вплив способів висіву на формування урожаю та якісні показники зерна сої**

Огляд досліджень показує, що щільність соєвих посівів впливає на ефективність використання ключових факторів навколишнього середовища. Взаємодія цих факторів, у свою чергу, визначає рівень врожайності та її структуру. Зокрема, достатня площа живлення рослин при міжряддях 15 см сприяла збільшенню врожаю сої на 0,15–0,20 т/га порівняно з посівами з міжряддями 45 см.

Результати досліджень Шепілової Т.П. та Петренко Д.І. [82] підтверджують, що звичайний рядковий посів з міжряддями 15 см забезпечує вищу врожайність, яка досягала 17,4 ц/га, що на 2,9 ц/га більше, ніж при міжряддях 45 см ( $HP05 = 0,4$  ц/га).

Врожайність сої визначається як поєднанням продуктивності кожної рослини, так і їх кількістю на одиниці площі. Максимальна врожайність досягається при збалансованому співвідношенні цих двох показників.

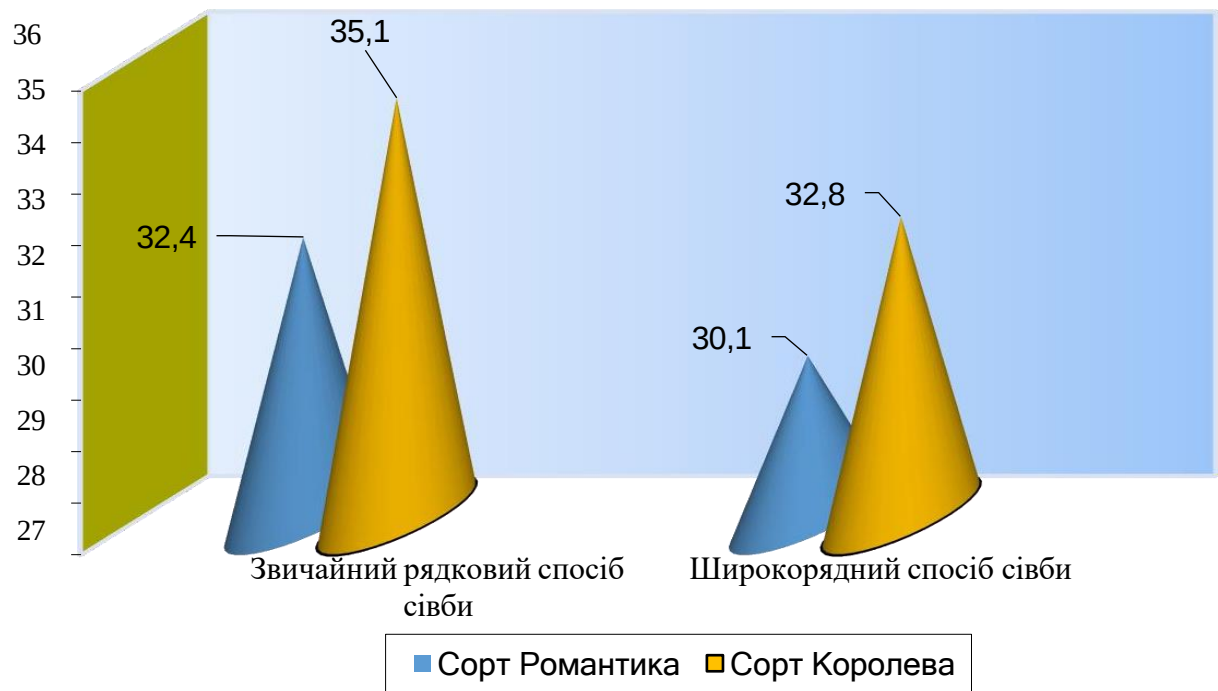
В наших дослідженнях фактичну середню врожайність (табл. 3.7) визначали шляхом збору всього врожаю з кожної ділянки у трьох повторях (дод. Б ). Ми встановили, що оптимальний баланс між масою зерна з рослини та густотою посіву спостерігався на ділянках, де сою сіяли звичайним рядковим способом, незалежно від сорту. У 2023 році врожайність сорту Романтика при такому способі посіву склала 31,2 ц/га, що на 1,7 ц/га більше, ніж при міжряддях 45 см.

Сорт Королева також показав кращу врожайність на ділянках з міжряддями 15 см – 34,4 ц/га, проти 32,1 ц/га при широкому міжрядді. Стосовно впливу сорту на врожайність, то середньоранній сорт Королева характеризується вищою продуктивністю, ніж ранньостиглий Романтика. Різниця у врожайності при міжряддях 15 і 45 см становила відповідно 3,2 та 2,6 ц/га на користь сорту Королева.

**Методи посіву та продуктивність сортів сої**

| Сорт       | Спосіб сівби              | Урожайність, ц/га (2023 р.) | Урожайність, ц/га (2024 р.) | Середня урожайність, ц/га | НІР <sub>05</sub>                  |
|------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Романтик а | звичайний рядковий, 15 см | 31,2                        | 33,5                        | 32,4                      | від сорту – 1,7; від способу – 1,5 |
| Королева   | звичайний рядковий, 15 см | 34,4                        | 35,8                        | 35,1                      | від сорту – 1,9; від способу – 1,7 |
| Романтик а | широкорядний, 45 см       | 29,5                        | 30,7                        | 30,1                      | –                                  |
| Королева   | широкорядний, 45 см       | 32,1                        | 33,4                        | 32,8                      | –                                  |

Підсумки другого року досліджень показали, що на продуктивність посівів сої впливають не лише технологічні фактори, а й погодні умови. У 2024 році літо було спекотним і відносно сухим. Однак, обраний нами термін посіву сої виявився напрочуд оптимальним, і це стосується обох досліджуваних сортів. Рослини уникли стресу, пов'язаного з високою температурою повітря або нестачею вологи у ключові фази росту та розвитку. Як результат, врожайність сої була вищою, ніж у 2023 році. Щодо впливу сорту та способу посіву, то в 2024 році повністю підтвердилися тенденції, помічені нами у 2023 році. Зокрема, сорт Романтика при звичайному рядковому посіві забезпечив врожайність на 2,8 ц/га вищу, ніж при широкорядному посіві: 33,5 ц/га проти 30,7 ц/га. Сорт Королева продемонстрував ще більшу продуктивність: 35,8 ц/га при посіві з міжряддями 15 см та 33,4 ц/га на ділянках з міжряддями 45 см.



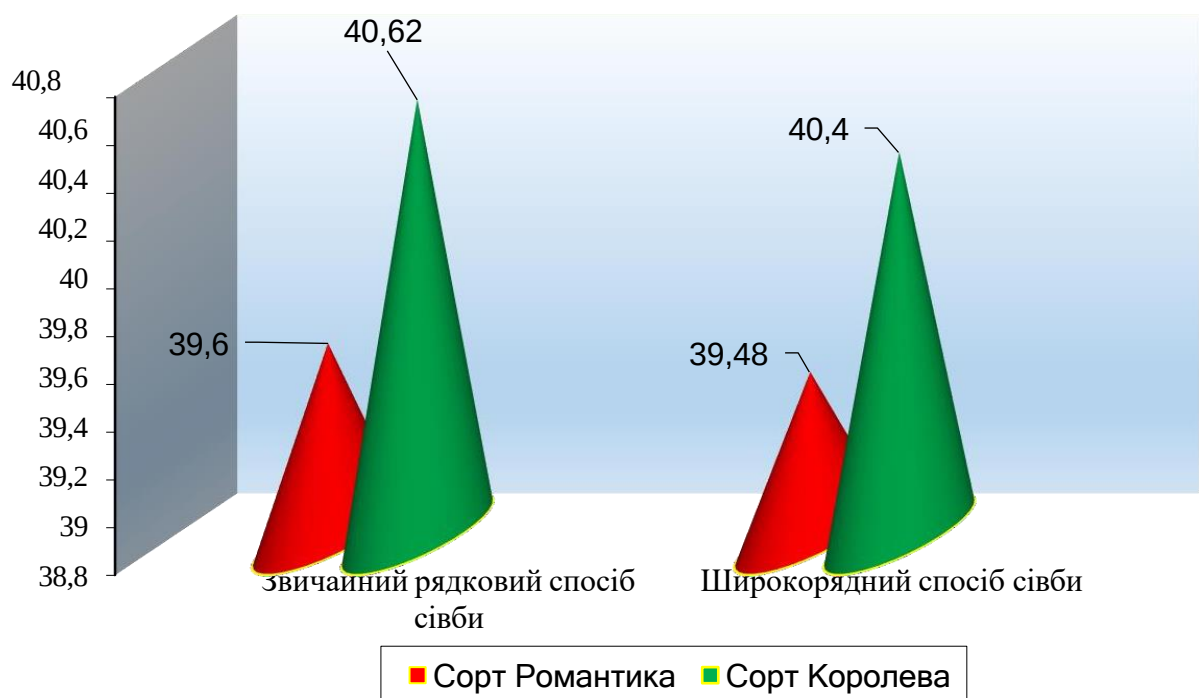
**Рис. 3.7. Продуктивність сортів сої у розрізі методів висіву, ц/га  
(усереднені дані за 2023-2024 рр.)**

Узагальнюючи результати дворічних спостережень (рис. 3.7), слід зазначити, що сорт сої Королева, який відноситься до середньоранньої групи стиглості, демонстрував вищу продуктивність у порівнянні з сортом Романтика. Обидва досліджувані сорти характеризувалися підвищеною врожайністю при застосуванні традиційного рядкового способу висіву. У 2023 році було проведено дослідження фізико-хімічних характеристик зерна сої (табл. 3.8, рис. 3.8). Згідно з даними таблиці, фізичні параметри, зокрема маса 1000 зерен та об'ємна маса зерна, виявляли залежність як від сортових особливостей, так і від технології висіву. Зокрема, у сорту Романтика ці показники при стандартному рядковому посіві складала 160,2 г та 711,8 г/л відповідно. У випадку широкорядного посіву спостерігалось певне зниження зазначених показників, які становили 150,0 г та 705,6 г/л відповідно. Відмінною рисою зерна сорту Королева були більш високі значення маси 1000 зерен та натури зерна, у порівнянні з сортом Романтика. Оптимальніші умови для формування зазначених показників забезпечувалися при посіві сої з міжряддям 15 см: маса 1000 зерен складала 168,2 г проти 154,0 г, а натура зерна – 725,8 г/л проти 714,6 г/л. Отже, фізичні властивості зерна сої піддавалися варіаціям під впливом як сортових характеристик, так і в залежності від обраного способу посіву.

Таблиця 3.8

**Узагальнені характеристики якості зерна різних сортів сої, отриманих при застосуванні різних технологій посіву у 2023 році**

| Сорт      | Вміст сирого білка, % | Маса 1000 зерен, г | Натура, г/л | Спосіб сівби              | Вміст сирого жиру, % |
|-----------|-----------------------|--------------------|-------------|---------------------------|----------------------|
| Романтика | 39,60                 | 160,2              | 711,8       | звичайний рядковий, 15 см | 19,25                |
| Романтика | 39,48                 | 150,0              | 705,6       | широкорядний, 45 см       | 19,35                |
| Королева  | 40,62                 | 168,2              | 725,8       | звичайний рядковий, 15 см | 21,82                |
| Королева  | 40,40                 | 154,0              | 714,6       | широкорядний, 45 см       | 21,70                |



**Рис. 3.8. Вміст непереробленого протеїну у зерні сої, представлений у розрізі різних сортів та методів посіву, % за 2024 р.**

У 2024 році ми провели дослідження фізико-хімічних характеристик зерна сої. Через однорічний характер дослідження, ми не можемо зробити

висновки щодо впливу метеорологічних умов у період росту рослин на формування якості соєвого зерна.

Результати аналізу також демонструють, що, на відміну від фізичних параметрів, концентрація сирого протеїну та сирого жиру в більшій мірі визначалася генетичними особливостями сорту, а не методом посіву. У середньоранньому сорті "Королева" спостерігалися вищі значення обох показників: вміст сирого протеїну варіювався в діапазоні 40,40-40,62 %, а вміст сирого жиру – 21,70-21,82 %, у порівнянні з сортом "Романтика", де ці показники становили 39,48-39,60 % та 19,25-19,35 %, відповідно.

## **РОЗДІЛ 3**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **3.1. Оцінка ризиків і небезпек під час експлуатації посівних машин**

Під час роботи з дозуючими пристроями на працівника можуть впливати різноманітні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, серед яких рухомі або обертові механізми та частини технологічного устаткування, напруга в електричному колі, яка може проходити через тіло людини при наближенні до неізольованих струмоведучих елементів, гострі кромки, задирки та шорсткості на поверхні обладнання, інструменту або тари, недостатня освітленість робочої зони, високий рівень шуму, а також складні умови праці, що спричиняють значну втоми працівника. Для запобігання негативному впливу цих факторів та виникненню небезпечних ситуацій необхідно суворо дотримуватися вимог техніки безпеки.

Перед початком виконання робіт слід переконатися в наявності та придатності спецодягу, взуття та інших необхідних засобів індивідуального захисту, перевірити, щоб одяг не мав елементів, що звисають, а волосся було прибрано під головний убір. На робочому місці слід провести огляд, прибрати все зайве та звільнити шляхи пересування. Інструменти, обладнання та допоміжні пристрої мають бути в робочому стані та підготовлені до використання. Перед запуском дозатора потрібно здійснити візуальний огляд, впевнитись у цілісності компонентів і механізмів, працездатності елементів керування, світлової та звукової сигналізації, а також надійності захисного заземлення.

Особлива увага приділяється перевірці огорожувальних, запобіжних та гальмових пристроїв, захисних кожухів, щільності різьбових з'єднань вузлів і механізмів сівалки, рівня мастила у системі відповідно до паспортних вимог, справності гідравлічної системи, відсутності сторонніх предметів у бункерах і живильниках, а також ізоляції електропроводки та контурів заземлення.

Під час роботи сівалка повинна стояти на твердій і рівній поверхні, а перебування сторонніх осіб у робочій зоні забороняється. Не можна торкатися рухомих частин механізмів, опускати руки в приймальний бункер, знімати огороження небезпечних зон або працювати з електрообладнанням з оголеними проводами. У разі тимчасового залишення робочого місця або перерви в функціонуванні електрообладнання, його слід вимкнути. Завантаження сировини дозволяється лише після виходу двигуна на потрібну швидкість, а припинення – після повної обробки всього завантаженого матеріалу. Вилучення застряглої сировини допускається тільки після повної зупинки пристроїв, а у випадку блокування барабана, двигун необхідно негайно зупинити. Під час здійснення технічного обслуговування або ремонту на вимикачі живлення обов'язково розміщується попереджувальний знак "Не вмикати – виконуються роботи".

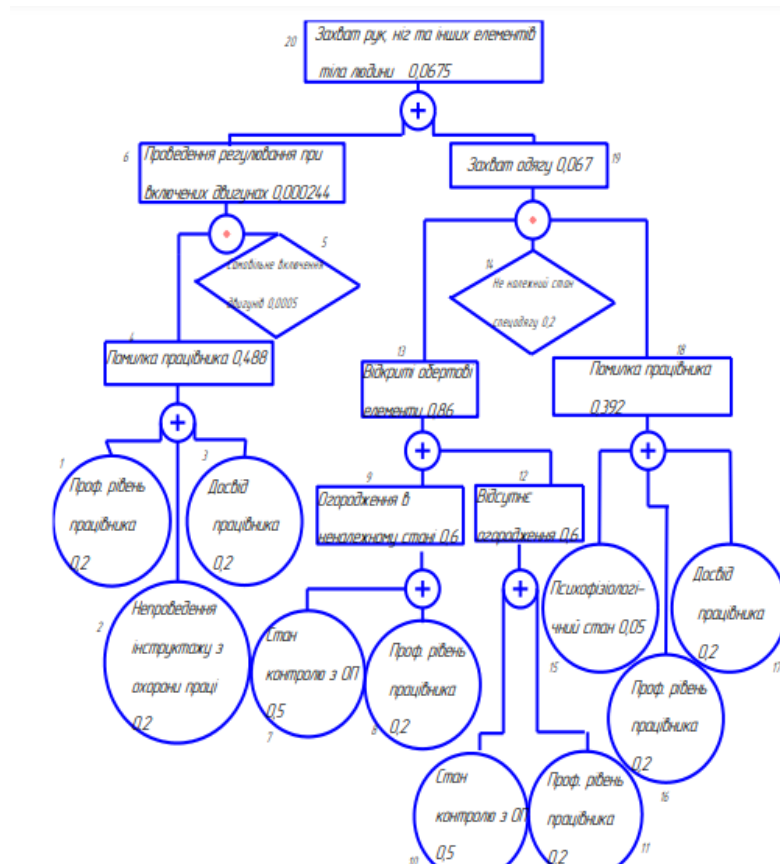
### **3.2. Логіко-імітаційна оцінка небезпечних ситуацій у виробничих умовах**

Для зниження ризику виникнення небезпечних випадків на виробництві необхідно ідентифікувати та ліквідувати першопричини їх появи. Небезпечна ситуація характеризується певним ступенем вірогідності та виникає в результаті непередбачених подій або умов, які її провокують. У зв'язку з цим, доцільно застосувати метод "зворотної логіки", який дозволяє виявити найбільш значущі причини, що призводять до небажаного результату (аварії, пошкодження). Цей метод, запропонований Д.Хенлі та Х.Кумомото, передбачає створення "дерева" причин і факторів, що спричиняють кінцеву подію.

Основні принципи методу полягають в аналізі технологічного устаткування або робочого місця працівника. Після цього виявляються потенційно травмонебезпечні фактори, виробничі ризики, аварійні обставини, визначається головна найбільш небезпечна подія (катастрофа, аварія або травма) і розробляється модель "відмов і помилок оператора".

Під час роботи з дозаторами лушильних машин, дробарками насіння найбільш критичними (головними) подіями є: защемлення кінцівок людини; затягування одягу; удар; ураження електричним струмом; термічні ураження тіла електричним струмом.

В основі логіко-імітаційної моделі (рис. 3.1) лежать фактори ризику виникнення основної небезпечної події з певною оцінкою ймовірності.



**Рис. 3.1. Модель імітації логічних зв'язків між ризиковими подіями та впливовими факторами**

### 3.3. Організаційні та технічні аспекти безпеки при надзвичайних ситуаціях

Загрози безпеці виникають через природні катастрофи або техногенні аварії, що впливають на людей і території, спричиняють травми, загибель людей і руйнування інфраструктури. У зв'язку з нестабільною політичною та економічною ситуацією в країні, питання захисту цивільних від надзвичайних

подій стає особливо важливим.

Заходи щодо захисту населення плануються і впроваджуються завчасно, враховуючи ймовірні загрози, кліматичні умови та місцеві особливості. Масштаби, способи та терміни їх реалізації визначаються на основі прогнозів щодо природних та техногенних ризиків на конкретних територіях і здійснюються силами підприємств, організацій, місцевих органів влади та органів виконавчої влади на місцях.

Інформування населення про надзвичайну ситуацію є одним з основних заходів захисту. Люди повинні знати, що робити у надзвичайних обставинах, щоб мінімізувати ризики для життя та здоров'я.

Медична допомога охоплює організаційні, лікувальні, профілактичні, санітарні та протиепідемічні заходи. До засобів індивідуального медичного захисту відносяться: індивідуальна аптечка, індивідуальний протихімічний пакет, медичний перев'язувальний пакет і профілактичний антидот П-10М.

У разі надзвичайної ситуації медична допомога надається на різних рівнях: перша допомога, долікарська допомога, перша лікарська допомога, кваліфікована та спеціалізована допомога, в залежності від стану постраждалих та типу події.

### **3.4. Висновки за розділом**

1. У процесі експлуатації сівалок на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори: рухомі або обертові елементи механізмів та технологічного обладнання; електрична напруга; гострі краї, нерівності та шорсткості на поверхнях обладнання; недостатнє освітлення робочого місця; підвищений рівень шуму та фізичні навантаження.

2. За результатами аналізу імітаційної моделі встановлено, що вірогідність виникнення найбільш критичної події – потрапляння кінцівок або інших частин тіла оператора в рухомі частини сівалки під час її обслуговування – становить 0,0675.

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ ПОСІВУ

Для досягнення цілей культивування сої, а саме максимізації продуктивності з одиниці площі та поліпшення її якісних характеристик, необхідний комплексний підхід, що передбачає застосування новітніх та оптимальних технологічних рішень, адаптованих до специфіки сорту та його адаптивного потенціалу. Важливим аспектом є також оптимізація собівартості одиниці продукції. Впровадження нових технологічних елементів без попереднього економічного та енергетичного аналізу може призвести до істотного збільшення собівартості, що негативно вплине на рентабельність виробництва та навіть спричинить фінансові втрати.

В рамках даного дослідження не розглядалися інноваційні технології, що потребують значних додаткових інвестицій. Враховуючи відсутність суттєвої різниці у вартості сортів Романтика та Королева української селекції, застосовувалися стандартні витрати на вирощування, однакові для всіх варіантів дослідів.

Розрахунок економічної ефективності здійснювався на основі аналізу всіх витрат та доходів від реалізованої продукції у цінах 2023 року. Закупівельна вартість сої становила 2,1 тис. грн./ц. Основні показники економічної ефективності вирощування сортів сої за різних способів посіву представлені у таблиці 3.9.

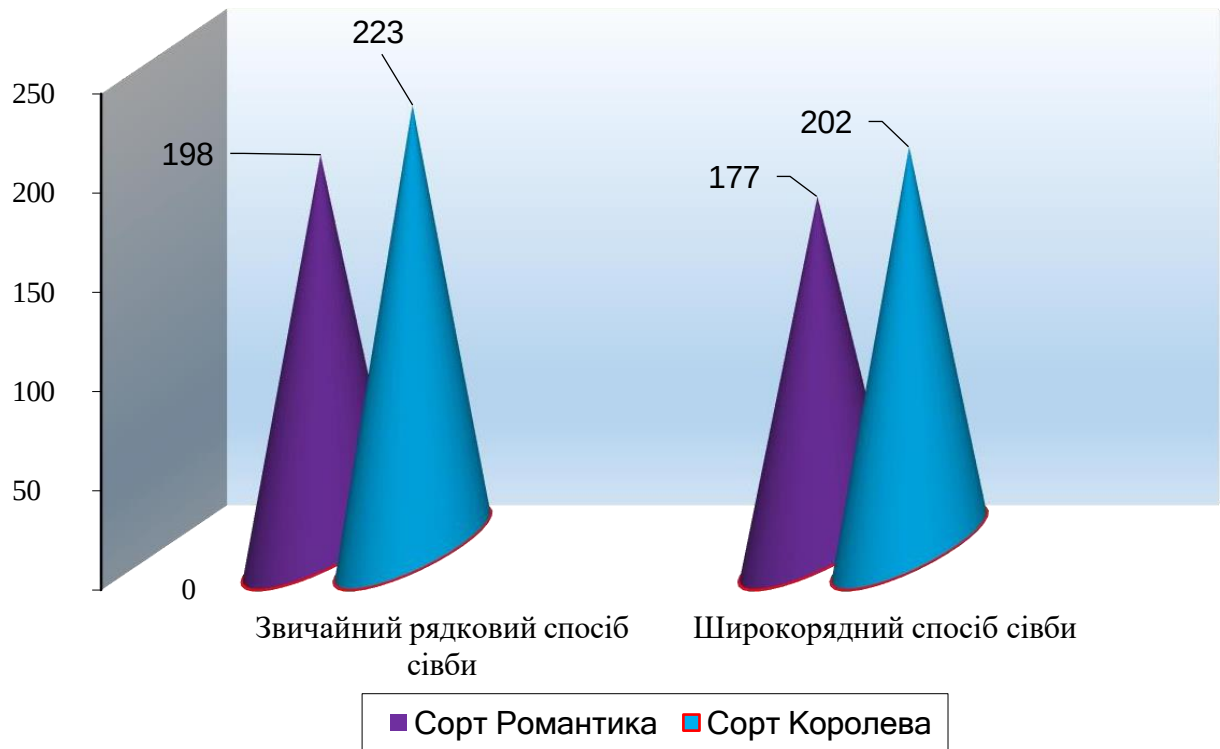
У сорту Романтика, за умов стандартних витрат на вирощування та посіву з міжряддями 15 см, собівартість одиниці продукції становила 704 грн./ц, що забезпечило умовно чистий прибуток на рівні 45,24 тис. грн/га та відповідний рівень рентабельності.

Усереднений показник прибутковості за два роки досліджень становив 198 %. Внаслідок зниження врожайності сої при посіві з міжряддями 45 см, за умови незмінних витрат та реалізаційної вартості одиниці продукції,

**Ефективність з огляду економічних показників сортів сої залежно від способу сівби  
(середні показники за 2024-2025 рр. у вираженні цін 2024р.)**

| Сорт сої  | Тип сівби                | Рентабельність, % | Вартість валової продукції, тис. грн/га | Виробничі витрати, тис. грн/га | Собівартість 1 ц, грн | Урожайність, ц/га | Чистий прибуток, тис. грн/га |
|-----------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------|
| Романтика | Звичайна рядкова (15 см) | 198               | 68,04                                   | 22,8                           | 704                   | 32,4              | 45,24                        |
|           | Широко рядна (45 см)     | 177               | 63,21                                   | 22,8                           | 757                   | 30,1              | 40,41                        |
| Королева  | Звичайна рядкова (15 см) | 223               | 73,71                                   | 22,8                           | 650                   | 35,1              | 50,91                        |
|           | Широко рядна (45 см)     | 202               | 68,88                                   | 22,8                           | 695                   | 32,8              | 46,08                        |

собівартість виробництва сої збільшилася до 757 грн/ц, а рівень рентабельності зменшився до 177 %. Однак, зазначений показник залишається досить високим, що дає підстави стверджувати про економічну доцільність вирощування сої (за певних виробничих умов) і за широкорядного способу сівби (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Залежність рівня рентабельності сортів сої від способу сівби, %  
(у середньому за 2024–2025 рр., ціни 2024 р.)**

Середньостиглий сорт сої "Королева", відзначений підвищеною продуктивністю зерна, сприяв покращенню економічних показників. За традиційної рядкової сівби виробничі витрати на центнер зерна склали 650 грн, що зумовило максимальний рівень прибутковості у досліді – 223 %. За широкорядної сівби ці параметри демонстрували певне погіршення: собівартість збільшилась до 695 грн/ц, а рентабельність знизилась до 202 %.

В аграрній промисловості сьогодення спостерігається тенденція до розширення використання інтенсивних технологій у культивуванні сільськогосподарських культур. Це призводить до більших витрат палива та енергії, що значно збільшує енергетичні витрати. Сьогодні у світі часто трапляється нераціональне використання енергоресурсів, і спостерігається

тенденція до зменшення обсягу виробленої продукції на одиницю додатково спожитої енергії. Для ефективнішого використання енергоресурсів у сільськогосподарському виробництві необхідно максимально оптимізувати компоненти технології вирощування, що сприяє підвищенню продуктивності землі. Оцінка енергетичної ефективності ґрунтується на законі збереження та перетворення енергії та дозволяє порівнювати витрати енергоресурсів з їх надходженням у зібраному врожаї [44].

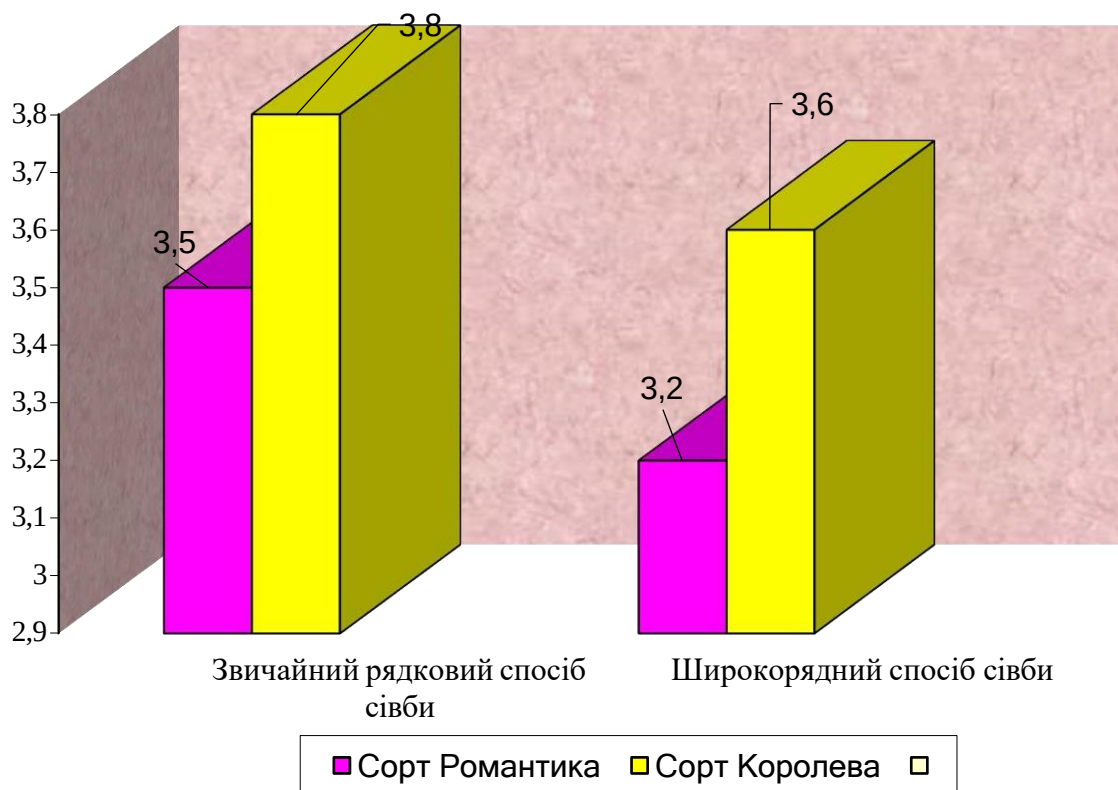
Важливим індикатором енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур є коефіцієнт енергетичної ефективності. Його розраховують як співвідношення загальної кількості енергії, накопиченої у вирощеній продукції, до обсягу енергії, використаної для отримання цієї продукції [51].

*Таблиця 4.1*

**Порівняльна енергетична ефективність вирощування сортів сої за різних способів сівби (середні показники за 2024–2025 рр.)**

| Показник                                   | Романтика<br>(рядкова, 15 см) | Романтика<br>(широкорядна,<br>45 см) | Королева<br>(рядкова, 15<br>см) | Королева<br>(широкорядна,<br>45 см) |
|--------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Урожайність,<br>ц/га                       | 32,4                          | 30,1                                 | 35,1                            | 32,8                                |
| Енергоємність<br>урожаю,<br>ГДж/га         | 15 190                        | 14 970                               | 15 350                          | 15 280                              |
| Витрати<br>енергії, ГДж/га                 | 5 365                         | 4 790                                | 5 833                           | 5 508                               |
| Коефіцієнт<br>енергетичної<br>ефективності | 3,5                           | 3,2                                  | 3,8                             | 3,6                                 |

Як видно з таблиці 4.2, в наших дослідженнях енергетична ефективність вирощування сої була приблизно від 3,2 до 3,8. Це означає, що вирощування сої було досить ефективним з точки зору використання енергії, як і має бути при використанні сучасних методів. Енергетична ефективність розраховується як співвідношення між загальною енергією, отриманою з вирощеної сої, та енергією, яка була витрачена на її вирощування [51].



**Рис. 4.2. Середній коефіцієнт енергетичної результативності культивування різних генотипів сої, виражений у відсотках, залежно від методу висіву (усереднені дані за 2024-2025 роки)**

Найбільш оптимальним варіантом експерименту щодо головного критерію енергетичної оцінки вирощування сої виявився сорт Королева при посіві з міжряддями 15 см – коефіцієнт енергетичної ефективності склав 3,8 умовних одиниць.

## ВИСНОВКИ

На основі дворічних досліджень встановлено, що сортові особливості сої мають істотніший вплив на тривалість вегетаційного періоду, ніж спосіб сівби, однак визначальним чинником залишаються погодні умови року. Польова схожість насіння істотно не залежала від ширини міжрядь і становила в межах 84,9–85,8 % у сортів Романтика та Королева. Водночас виживаність рослин протягом вегетації була вищою за звичайного рядкового способу сівби (15 см) — у середньому 90,3–92,7 % для сорту Романтика та 91,0–93,2 % для сорту Королева.

За сівби з міжряддями 15 см створювались кращі умови для рівномірного розміщення рослин і формування біометричних показників. У цих умовах рослини обох сортів відзначались вищими показниками росту, розвитку й утворенням більшої кількості бобів та зерен на рослині.

У сорту Романтика середня кількість бічних гілок становила 1,5 шт. за сівби з міжряддями 15 см і 1,3 шт. за 45 см. Кількість бобів і зерен — 19,3 і 49,6 шт. проти 17,3 і 43,6 шт. відповідно. Індивідуальна продуктивність рослин сягала 6,0 г проти 5,3 г на користь рядкового способу. У сорту Королева відповідні показники становили 1,7 і 1,5 гілок; 22,7 і 20,7 бобів; 59,2 і 53,2 зерен; маса зерна з рослини — 6,6 і 5,9 г.

Азотфіксуюча активність рослин сорту Королева продемонструвала вищі значення при вузькорядному методі висіву (15 см), сягаючи 29,4 шт. бульбочок та 380,2 мг азоту на рослину, порівняно з широкорядним способом, де відповідні показники становили 28,4 шт. та 360,3 мг.

За результатами дворічних спостережень, найвища продуктивність була характерна для сорту Королева, із середнім показником врожайності 35,1 ц/га, що перевищувало значення, зафіксовані для сорту Романтика (32,4 ц/га). Зазначено, що обидва досліджувані сорти демонстрували тенденцію до формування вищої врожайності при використанні традиційного вузькорядного способу висіву.

Показники маси 1000 зерен і натури зерна були також кращими за сівби з міжряддями 15 см. Хімічний склад насіння (вміст білка й жиру) істотно не залежав від способу сівби, проте сорт Королева характеризувався вищими показниками якості.

Економічний аналіз підтвердив перевагу сорту Королева: за звичайного рядкового способу собівартість 1 ц зерна становила 650 грн, що забезпечило найвищий рівень рентабельності — 223 %. За широкорядного способу рентабельність зменшилася до 202 % через підвищення собівартості до 695 грн/ц.

Енергетична ефективність культивування сої варіювалася в діапазоні 3,2–3,8 умовних одиниць, що характеризує інтенсивні технології вирощування. Найвищий коефіцієнт (3,8 ум. од.) зафіксовано для сорту Королева при застосуванні рядкового способу висіву.

В цілому, отримані дані досліджень вказують на те, що найбільш раціональним є вирощування сої з міжряддями 15 см. З метою оптимізації використання посівної та збиральної техніки рекомендується культивувати обидва досліджувані сорти: ранньостиглий Романтика та середньоранній Королева, які забезпечують значну продуктивність, економічну рентабельність та енергетичну вигідність виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chatterjee C., Gleddie S., Xiao C.W. Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*. 2018. 10 (9). p. 1211. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10091211>
2. He F.J.; Chen J.Q. Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: Differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms. *Food Sci. Human Wellness*. 2013. 2. P. 146–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2013.08.002>
3. Hodge S, Merfield CN, Liu WYY, Tan HW. Seedling Responses to Organically Derived Plant Growth Promoters: *An Effects-Based Approach*. *Plants (Basel)*. 2021. 30; 10 (4). P. 660. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040660>.
4. Michelfelder A.J. Soy: a complete source of protein *Am. Fam. Physician*. 2009. 79 (1). P. 43–47.
5. Raza, A.; Razzaq, A.; Mehmood, S.; Zou, X.; Zhang, X.; Lv, Y.; Xu, J. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *Plants* 2019. 8 (34). DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8020034>
6. Sohikul Islam, Mohammad, Imam Muhyidiyn, Md. Rafiqul Islam, Md. Kamrul Hasan, ASM Golam Hafeez, Md. Moaz Hosen, Hirofumi Saneoka, et al. Soybean and Sustainable Agriculture for Food Security. Soybean – Recent Advances in Research and Applications. *IntechOpen*. P. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.104129>.
7. Xiyang Zhang, Wenli Qin, Suying Chen, Liwei Shao, Hongyong Sun. Responses of yield and WUE of winter wheat to water stress during the past three decades—A case study in the North China Plain. *Agricultural Water Management*. 2017. V. 179. P. 47–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.05.004>.
8. Бахмат, О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2010. 7. С. 27–30.

9. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. 1. С. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>
10. Бобро, М. А.; Огурцов, Є. М.; Клименко, І. В. Урожайність сої залежно від регуляторів росту і краплинного зрошення в Східному Лісостепу України. *Корми і кормо виробництво*. 2016. 82. С. 114–119.
11. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Боровик В. О., Клубук В. В. Мінливість ознаки «маса насіння із рослини» у гібридів сої різних груп стиглості. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Том 24. С. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1078>
12. 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. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2>
13. Глупак, З. І., Сукрут, С. В. Урожайність сої залежно від групи стиглості сорту та густоти стояння рослин в умовах Сумської області. *In The VII International Scientific and Practical Conference «Science, trends and modern methods of solving problems»*, February 20–22, Lisbon, Portugal. 286 p. (p. 11).
14. Дудка А. А., Мельник А. В. Сортові особливості формування продуктивності сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2023. 2 (52). С. 28–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.4>
15. Дудка А. А., Романько Ю. О. Сортові особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.11>
16. Костюкевич, Т. К., Толмачова, А. В., Колосовська, В. В., & Барсукова, О. А. Агроекологічна оцінка продуктивності сої в Західному

Лісостепу України в умовах зміни клімату. *Науково-практичний журнал. Екологічні науки*. 2021. 2 (35). С. 99–103. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.17>

17. Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 74–92. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-71>

18. Мельник, А. В., Романько, Ю. О., Романько, А. Ю., Дудка, А. А. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 113. С. 85–91. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.12>

19. Ревтьо О. Я.; Золін О. О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2023. 113. С. 105–112. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15>

20. Рибальченко А. М. Особливості формування сортових ресурсів та урожайності сої в Україні. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.02>