

**Міністерство освіти і науки України**  
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування**

Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин  
Спеціальність 201 Агрономія  
Освітній ступінь «Магістр»

«Допускається до захисту»  
В.о. завідувача кафедри землеробства,  
грунтознавства та агрохімії  
доцент \_\_\_\_\_ Юрій ШКАТУЛА  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.  
протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Оптимізація та ресурсоощадність елементів технології**  
**вирощування сої в умовах ФГ «Ясінська»**  
**Хмільницького району**

**01.02. – ВР 197 м 08 12 22. 163**

Магістрант – випускник

Олександр ЯСІНСЬКИЙ

Керівник кваліфікаційної роботи,  
доцент

Михайло ПОЛІШУК

Рецензент

\_\_\_\_\_

**Вінниця – 2023**



## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	7
1.1 Ботанічна та біологічна характеристика сої	7
1.2 Технологія вирощування сої та вплив її елементів на продуктивність культури	9
1.3 Зміна властивостей ґрунтів при взаємодії з добривами	13
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Організаційно -економічна характеристика ФГ «Ясінська»	17
2.2 Ґрунтово-кліматичні умови ФГ «Ясінська»	19
2.3 Методика проведення досліджень	24
2.3.1 Агротехніка вирощування сої в досліді	26
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
3.1 Розвиток рослин сої за різних норм удобрення	28
3.2 Структура врожаю сої Аріса за різних норм удобрення	31
3.3 Врожайність сої Аріса за різних норм удобрення	34
3.4 Залежність якісних показників насіння сої від рівня удобрення	36
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В ПОСІВАХ СОЇ	39
ВИСНОВКИ	42
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	45
ДОДАТКИ	55

## АНОТАЦІЯ

**Магістерська робота** викладена на – 59 сторінках комп'ютерної верстки, містить 10 таблиць, 3 рисунки, 80 бібліографічних джерела, 3 додатки.

**Тема роботи:** «Оптимізація та ресурсоощадність елементів технології вирощування сої в умовах ФГ «Ясінська» Хмельницького району».

**Мета проведених досліджень** є встановлення норми мінеральних добрив, яка сприятиме підвищенню продуктивності сої сорту Аріса на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах ФГ «Ясінська» с. Пустовіти Хмельницького району.

**Об'єктом досліджень** є поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту та динаміка показників продуктивності сої за різних норм мінерального живлення.

**Предмет досліджень** – динаміка показників виживання рослин, елементів структури врожаю, врожайності та якості зерна за різних норм удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту.

**Результати досліджень.** Більш відчутним є вплив добрив на густоту рослин перед збиранням врожаю. На ділянці варіанту 4, де внесено  $N_{90}P_{45}K_{45}$ , густота рослин наприкінці вегетації була найвищою – 58,2 шт./м<sup>2</sup>, приріст до контролю – 13,6%. Відповідно показник виживання рослин за період вегетації за вказаної норми добрив також є найвищим (95,5%).

Висота рослин у досліді залежала від рівня мінерального живлення посівів сої. Якщо найнижчими рослини були на ділянці контролю (73 см), то внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  забезпечило у висоту на 16 см – найбільша висота рослин у досліді становила 89 см.

Паралельно з висотою рослин внесення мінеральних добрив сприяло покращенню показників індивідуальної продуктивності сої. Зокрема, найкращі результати отримано за норми удобрення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – кількість бобів на рослині (33,7 шт.), кількість насінин з однієї рослини (57,0 шт.) та маса 1000 насінин (203,8 г).

Врожайність сої сорту Аріса зростає за умови внесення мінеральних добрив. Якщо середня врожайність контролю становить 1,84 т/га, то за умови внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  цей показник зростає до 2,65 ц/га та є найвищим серед запропонованих варіантів. Приріст до контролю становить 0,82 т/га або 44,4%.

Проведений дослід підтверджує той факт, що мінеральні добрива впливають на якісні показники зерна сої. Не зважаючи на зменшення олійності при внесенні добрив (від 20,7% на ділянці контролю до 17,5% при внесенні  $N_{90}P_{45}K_{45}$ ), збір олії з одиниці площі зростає за рахунок підвищення врожайності. Вміст та збір білка при внесенні добрив збільшуються. Найкращим варіантом удобрення було внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – збір олії з одиниці площі становить 4,63 ц/га, білка – 10,68 ц/га.

**Ключові слова:** соя, мінеральні добрива, врожайність та якість зерна.

## ВСТУП

Вирощування олійних культур є традиційною галуззю рослинництва України. І якщо соняшник, льон та ріпак є традиційними культурами, які вирощують здавна, то соя завоювала свої позиції у секторі олійних України культур відносно недавно. Початково площі під посівами культури зростали повільно, а в окремі періоди спостерігалось навіть їх скорочення. Проте з кінця ХХ ст. відбулося відчутне збільшення площ посівів: якщо у 1989 р. соєю в Україні було зайнято близько 105 тис. га, то у 2003 р. – 190 тис. га [53]. Рентабельність вирощування сої є доволі високою, що пов'язане зі значним попитом на зерно на світовому ринку (зокрема, країнами ЄС у 2014 р. імпортовано 12,7 млн. т сої) [4, 71]. Загальносвітовою тенденцією є збільшення виробництва сої – з 264 млн. т у 2010 р. до 315 млн. т. у 2014. Аналогічна тенденція простежується й в українському агропромисловому комплексі – обсяги виробництва з 2003 по 2014 р. зросли у 16 разів і становили 3,9 млн. т [70].

**Актуальність досліджень.** Сьогодні сою в Україні вирощують в усіх природних зонах, проте, як зазначають дослідники, генетичний потенціал продуктивності сої реалізовано лише на 60% [70]. Підвищення продуктивності культури позначатиметься додатковим навантаженням на ґрунт, оскільки потребуватиме додаткових витрат поживних елементів, які потрібно буде поповнювати за рахунок мінеральних добрив. Тому вивчення впливу удобрення на продуктивність сої з метою оптимізації технології її вирощування є актуальним завданням науковців.

**Метою досліджень** є встановлення норми мінеральних добрив, яка сприятиме підвищенню продуктивності сої сорту Аріса на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах ФГ «Ясінська» с. Пустовіти Хмельницького району.

**Об'єктом досліджень** є поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту та динаміка показників продуктивності сої за різних норм

мінерального живлення.

**Предмет досліджень** – динаміка показників виживання рослин, елементів структури врожаю, врожайності та якості зерна за різних норм удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту.

*Завдання досліджень:*

- проаналізувати вплив рівня мінерального живлення на показники схожості насіння та виживання роздолин впродовж вегетаційного періоду;
- оцінити зміну показників індивідуальної продуктивності сої Аріса залежно від кількості мінеральних добрив, внесених у ґрунт;
- проаналізувати вплив різних норм мінеральних добрив на врожайність сої Аріса та якість вирощеного зерна;
- провести економічну та енергетичну оцінку ефективності внесення різних норм мінеральних добрив та встановити найбільш оптимальний варіант удобрення.

**Методи досліджень:** під час роботи над темою проведено польові дослідження та спостереження за станом рослин у різних фазах розвитку; для характеристики рослинної продукції – вимірювально-вагові методи, кількісно-розрахункові, аналітичні; для визначення ступеня достовірності отриманих результатів – метод математичної статистики.

## РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

### 1.1. Ботанічна та біологічна характеристика сої

Соя, що входить до складу родини бобових, є однорічною трав'янистою рослиною.

Для сої характерна коренева система стрижневого типу з коротким головним коренем та довгими бічними коренями. Власне такі бічні корені й становлять основну масу кореневої системи та розміщуються головно в орному шарі. Окремі корені здатні проникати у нижні шари ґрунту.

Рослини мають пряме з розгалуженнями стебло. Листки – трійчастої форми. Стебло та листки сої опушені. Квіти – невеликі за розміром, фіолетового забарвлення. Оскільки соя є самозапильною, квіти розпускаються після запліднення та не мають запаху. Насінини розташовуються у коричнюватих бобах прямої або зігнутої форми. Довжина бобів змінюється у незначних межах. Овальні або видовжені насінини можуть мати різну крупність, тому й маса 1000 насінин коливається у широкому діапазоні.

Соя вважається теплолюбивою культурою. Для оптимального росту та розвитку рослин сума середньодобових температур вище  $+10^{\circ}\text{C}$  повинна становити  $2400-3000^{\circ}\text{C}$ , вище  $+15^{\circ}\text{C}$  – близько  $1800^{\circ}\text{C}$  [40]. Повільне проростання насіння спостерігають вже за температури  $7^{\circ}\text{C}$ , його активна фаза настає тоді, коли повітря прогрівається в середньому до  $15-20^{\circ}\text{C}$ . сходи рослин можуть витримувати нетривале зниження температури (навіть трохи нижче  $0^{\circ}\text{C}$ ) Вегетація рослин триває в середньому 120-150 днів. Найбільш відчутною потреба у теплі є у період цвітіння та досягання, найкраще досягання відбувається за середньодобових температур  $+18...+25^{\circ}\text{C}$ .

Кількість вологи, яку потребують рослини сої для свого розвитку залежить від етапу вегетаційного періоду. У першу половину вегетаційного періоду (від

появи сходів до початку цвітіння) потреба у волозі є меншою. У період цвітіння, формування бобів та досягання соя потребує значно більшу кількість води. Посухи у цей час мають негативний вплив на врожайність культури, оскільки зумовлюють опадання бобів, утворення дрібного насіння. Дефіцит вологи, а також і брак світла, можуть викликати відмирання від 30 до 81% квіток [79]. Відповідно до цього посухостійкість сої оцінюють як середню, її доцільно вирощувати там, де гідротермічний коефіцієнт коливається від 1,0 до 1,7, а за теплий період року випадає 250-400 мм опадів. Дослідами щодо вивчення впливу посух на розвиток сої встановлено, що зниження вологості до 30%ПВ впродовж 10-ти днів зменшує надземну масу рослин в 1,1-1,2 рази, а посухи довшої тривалості – в 1,5-1,7 рази. Діяльність бульбочкових бактерій при цьому сильно знижується [47].

Сою вважають рослиною короткого світлового дня, у зв'язку з чим південні регіони є більш придатними для її вирощування, ніж північні [1, 40]. Попри те, рівень освітлення посівів залежить не лише від географічного розташування місцевості, але й від стану посівів. Негативним у цьому плані є формування як надто густих, так і надто розріджених посівів. До затінення рослин сої та, відповідно, зниження врожайності призводить також значне забур'янення поля.

Властивості ґрунту також мають важливе значення для вирощування сої. Традиційно добрі врожаї сої отримують на чорноземних ґрунтах, а також на інших типах ґрунтів, що мають нейтральну та близьку до нейтральної реакцію середовища (темно-каштанові, темно-сірі опідзолені, сірі лісові).

Найкращі умови для вирощування сої, відповідно до описаних біологічних особливостей рослини, складаються у центральній частині Лісостепу. Водночас у інших регіонах за умови правильно підібраної технології вирощування, можна отримувати хороші врожаї цієї культури.



## 1.2. Технологія вирощування сої та вплив її елементів на продуктивність культури

Технологія вирощування сільськогосподарських культур відіграє важливе значення у формуванні високого врожаю хорошої якості. Неправильно підібраний попередник, неякісний обробіток ґрунту, неправильні посів, схема удобрення та система захисту рослин погіршують умови росту, пригнічують розвиток рослин та супроводжуються втратою частини врожаю.

Для сої найкращими попередниками є зернові та просапні культури (наприклад, пшениця, кукурудза, буряк), оскільки після них поле залишається менш забур'яненним. Додаткове знищення бур'янів може забезпечити луцення стерні, яке проводять після зернових попередників. Оранка на глибину до 30 см також сприяє додатковому знищенню бур'янів та розпушує верхню частину ґрунту. Основний обробіток ґрунту проводять восени. Навесні проводять боронування та передпосівну культивування на глибину посіву. Водночас, добрі результати також отримано у досліді та чорноземі типовому з мінімальним обробітком ґрунту – врожайність сої зросла на 3-7 ц/га [19]. У степовій зоні приріст врожаю сої також отримано у випадку проведення мілкового, полицевого та чизельного (на 25-27 см) обробітку ґрунту [2, 15].

Сіють сою різними способами, ширина міжрядь коливається від 15 до 45 см [3, 39, 70]. Глибина висіву становить 4-5 см та залежить від властивостей ґрунту та запасів ґрунтової вологи. Норма та строки висіву насіння залежать від групи стиглості, способу посіву та метеорологічних умов. Норма висіву зростає при суцільному посіві, а рекомендованим терміном посіву вважають початок травня.

Правильний догляд за посівами також є важливим елементом технології вирощування сої. Для боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами доцільно використовувати як агротехнічні заходи, так і хімічні препарати.

Важливе місце у технології вирощування займає удобрення посівів сої. Потреба у різних елементах живлення є неоднаковою у різні періоди розвитку рослин. Відомо, що для формування 1 ц зерна рослини сої поглинають з ґрунту 6,5-7,5 кг азоту, 1,3-1,7 кг фосфору, 1,8-2,2 кг калію [22, 39, 40]. Спочатку поглинання поживних елементів відбувається повільно: до фази бутонізації соя використовує близько  $\frac{1}{4}$  необхідного калію,  $\frac{1}{5}$  – азоту та близько  $\frac{1}{6}$  – фосфору. У час цвітіння та формування бобів потреба в елементах живлення різко зростає – рослини поглинають понад  $\frac{2}{3}$  необхідної кількості азоту й фосфору та  $\frac{1}{2}$  – калію [40]. При цьому, як зазначають дослідники, соя має здатність засвоювати азот також і з атмосфери та поглинати важкорозчинні сполуки фосфору та калію.

Соя позитивно реагує на внесення добрив, при цьому органічні слід вносити під попередник, а мінеральні безпосередньо під культуру [62]. Дискусійним у науковій літературі залишається питання щодо застосування азотних добрив. На думку деяких вчених, фіксація азоту з повітря може повністю задовольнити потреби рослин, а внесення навіть невеликих доз N сповільнює процес формування бульбочок [1, 35].

Водночас, щоб така азотфіксація відбувалася з належною інтенсивністю повинні бути сприятливі ґрунтові умови (нейтральне середовище для росту бактерій, добра аерація ґрунтового шару). Невідповідність цих умов погіршує забезпечення рослин азотом. Тому частина дослідників рекомендує вносити стартову дозу азотних добрив у передпосівну культивуацію [22]. Наприклад, на темно-сірому опідзоленому ґрунті внесення  $N_{34}P_{57}K_{90}$  дозволило отримати на 54% більше зерна, ніж без удобрення або внесення двокомпонентних добрив (азотно-фосфорних, фосфорно-калійних тощо) [58]. Також частина дослідників вважає, що сою доцільно забезпечувати поживними елементами в повній мірі. Внесення мінеральних добрив у кількості по 60 кг/га діючої речовини NPK на фоні обробки насіння сої бактеріальними препаратами сприяє збільшенню інтенсивності засвоєння атмосферного азоту на 46 кг/га, порівняно з варіантом

без добрив. Аналогічно зростає і поглинання атмосферного азоту у період наливу зерна [25].

Фосфорні та калійні добрива рекомендовано вносити під основний обробіток ґрунту. Азотні добрива частково можна вносити у передпосівну культивуацію, якщо вміст азоту у ґрунті невисокий. Решту вносити у формі підживлень.

Специфікою вирощування сої є застосування мікробних препаратів, до складу яких входять азотфіксуючі бактерії. Вони проникають у корені сої та формують специфічні бульбочки, завдяки чому підвищується азотфіксувальна симбіотичну здатність рослин до 50%, а також є безпечними у екологічному плані [37, 78]. Обробляти насіння бактеріальними препаратами слід у переддень сівби або безпосередньо перед посівом. При цьому приблизно за тиждень після сходів на коренях почнуть утворюватися бульбочки, а азот почне поглинатися через два тижні і триватиме аж до старіння [51]. Бульбочкові бактерії сприяють збагаченню ґрунту мінеральними речовинами, зменшують шкідливий вплив фітопатогенних організмів, продукують біологічно активні речовини, які покращують умови розвитку рослин сої. У своїй сукупності це має позитивний вплив на врожайності культури [25, 80]. Водночас можливі випадки, коли застосування композиції бактеріальних препаратів (наприклад, *Bradyrhizobium japonicum* 6346 та козлятника *Rizobium galegae* 0703) дещо пригнічують розвиток кореневих систем сої, не завдаючи шкоди наземній частині [48]. Тому, як зазначають дослідники, перспективним залишається вивчення можливостей комбінації різних бактеріальних організмів, зміни бактеріального навантаження тощо [48].

Ефективність застосування бактеріальних препаратів є помітною також на ґрунтах з високим природним рівнем родючості. Зокрема, досліді проведені на чорноземі типовому засвідчили, що обробка насіння бактеріальним препаратом Ризогумін забезпечила кращий розвиток рослин, підвищення азотфіксувальної здатності сої та, відповідно збільшення врожаю (приріст до контролю у досліді

складав близько 19%) [32]. Аналогічний за дією препарат Ризоторфін забезпечує приріст врожаю до 3-4 ц/га [25, 26, 29]. Зацікавлення дослідників викликає також можливість поєднання інокуляції з обробкою насіння та обприскуванням впродовж вегетації стимуляторами росту і мікродобривами. При цьому, як зазначається у науковій літературі, таке комбінування може мати різноспрямований ефект та супроводжуватися як підвищенням, так і зниженням врожайності культури [50, 65]. До прикладу, позитивний вплив сумісного використання бактеріального препарату Ризогумін, мікродобрива Реаком та стимулятора росту Біосил зафіксовано на чорноземі типовому північно-східної частини лісостепу. Таке поєднання препаратів у досліді для обробки насіння, а також обробка посівів мікродобривами та стимулятором росту забезпечила підвищення врожаю на 28% [32].

Застосування Ризогуміну та Біосилу на фоні норми удобрення  $N_{40}P_{40}K_{40}$  дозволяє отримати додатково до 17% врожаю зерна сої [15]. Також позитивний ефект отримано від обробки насіння сої сумішшю бактерій, здатних до мобілізації азоту та фосфору (препарат Фосфонітрагін), що збільшує кількість мобілізованого азоту та підвищує врожайність культури [59].

Застосування регуляторів росту при вирощуванні сої сприяє покращенню показників структури врожаю, збільшуючи таким чином загальну врожайність. Доведено, зокрема, що препарати Біосил, Біолан збільшують схожість насіння (до 4%), висоту появи першого бобу, кількість бобів та насінин з однієї рослини, саму 1000 насінин [60]. Загальна користь від застосування таких препаратів еквівалентна приросту врожаю на рівні 13-18%.

Також дослідники відзначають ефективність листового підживлення посівів сої бактеріальними препаратами у фазі перших трійчастих листків та бутонізації. Приріст врожаю пр. цьому складає 1,5-2,3 ц/га [28].

Нестача мікроелементів у ґрунті також може негативно позначитися на врожайності сої. Для оптимального росту рослини потребують бору, кобальту, молібдену [7, 8]. Ці мікроелементи сприяють інтенсивнішій азотфіксації. Дослідженнями встановлено, що сумісне використання

бактеріальних препаратів з карбоксилатами молібдену, заліза, германію збільшує масу кореневих бульбочок, активізує азотфіксацію. При поєднанні германію, молібдену та інокуляції бактеріями *V. Jaronicum* збільшує врожайність на 10%, а бактерій, германію та заліза – на 13%.[36].

Врожай збирають способом прямого комбайнування, за потреби попередньо проводять обробку десикантами.

### **1.3. Зміна властивостей ґрунтів при взаємодії з добривами**

Внесення добрив у ґрунт супроводжується зміною його фізичних, фізико- хімічних, агрохімічних властивостей. Швидкість таких змін, їхня спрямованість та наслідок залежатимуть як від типу добрив, так і від властивостей ґрунту. Кожен ґрунт володіє певним рівнем буферності, коли властивості ґрунту залишаються на стабільному рівні. При збільшенні норм добрив починається зміна параметрів ґрунту.

Під впливом удобрення змінюється гумусовий стан ґрунтів, що проявляється як у зміні кількості гумусу, так і його фракційно-групового складу. Вплив мінеральних добрив частіше оцінюють як негативний у цьому аспекті, оскільки вони можуть підвищувати рухомість окремих груп гумусових речовин, що при значній кількості опадів призводить до їх вимивання з верхнього шару [2, 21]. При тривалому внесенні добрив цього типу збільшується вміст фульвокислот у складі гумусу [13, 30]. При внесенні мінеральних добрив, як показує дослід, проведений на чорноземі опідзоленому, кращим є внесення повного мінерального добрива, ніж фосфорно-калійного або азотно-калійного, тобто важливим моментом є збалансованість основних мікроелементів у ґрунті [14].

Органічні добрива, як правило, сприяють збільшенню вмісту та запасів гумусу в орному шарі ґрунту [30, 38]. Якісних змін зазнає також фракційний склад гумусу, зокрема, відбувається помітне збільшення фракції гумінових кислот [43, 46]. Такі тенденції є характерними для ґрунтів з різним рівнем

родючості. Наприклад, органічна система удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту (з насиченням 17,5 т/га органіки у сівозміні) сприяє відтворенню гумусу у ґрунті протягом декількох ротацій – приріст вмісту гумусу щодо контролю за 5 ротацій становить 0,58% [38]. Одним з варіантів органічних добрив є застосування ферментованого добрива (виготовленого на основі мулу стічних вод, курячого посліду та торфу), що також позитивно позначилося на вмісті гумусу у ґрунті [10, 43]. Ферментовані добрива (наприклад Біотерм-С) також покращують поживний режим ґрунту, збільшуючи вміст доступних форм фосфору та калію [49].

Чимало дослідників відзначають позитивний вплив орґано-мінеральної системи удобрення на показники гумусового стану ґрунтів. Наприклад, на чорноземі типовому глибокому вміст гумусу у ґрунті стабілізується за внесення 12 т/га гною у поєднанні з  $N_{95}P_{82}K_{72}$ . Внесення додатково 4 т/га гною та збільшення норми мінеральних добрив забезпечує його зростання у сівозміні [61]. Тривале внесення органічних та мінеральних добрив на чорноземі типовому (дослідження проводяться впродовж 40 років) показало, що у плодощевій сівозміні збільшення вмісту гумусу відбувається не лише в орному шарі, а й у підорному також, приріст до варіанту без добрив становить 0,22% [30]. Водночас, у зерно просапній сівозміні за такої ж системи удобрення, як і за сукупного застосування мінеральних добрив та поживних решток, простежувалося незначне зменшення вмісту гумусу (на 0,07-0,10%).

В умовах скорочення кількості тваринницьких ферм використання органічних добрив стає великою проблемою. Як вказують дослідники, для підтримання вмісту гумусу на стабільному рівні в ґрунтах України рекомендовано вносити 340 млн. т органічних добрив, тобто як у 2019 їхня реальна кількість 11,3 млн. т. Відповідно, норма добрив з розрахунку на 1 га площі зменшувалася на 85% [46]. У ситуації, що склалася, набирає широкого розповсюдження застосування сидератів та побічних решток рослинної продукції для поповнення запасів органіки. Щодо забезпечення поживними елементами, зокрема, лужногідролізованим азотом, то застосування

сидератів та мінеральних добрив не поступається традиційній системі удобрення. У забезпеченні рухомими формами фосфору та калію, порівняно з традиційними добривами, переваги сидератів, внесених спільно з мінеральними добривами, проявлялися у першу половину вегетації культур (зокрема, картоплі), та нівелювалися наприкінці вегетації [76]. Сидеральні культури також сприяють нормалізації біологічних процесів, що відбуваються у ґрунті, підвищують біологічну активність ґрунту [9, 20].

Поживний режим ґрунту швидко регулюється внесенням мінеральних добрив, оскільки елементи живлення входять до їх складу у формі доступних для рослин сполук [11, 45]. Вплив органічних добрив проявляється більш поступовим та є тривалішим у часі. Позитивним є застосування органо-мінеральних систем удобрення на різних типах ґрунтів. До прикладу, на чорноземі типовому внесення 10 т/га гною у поєднанні з  $N_{45}P_{42}K_{55}$  покращувало забезпечення рослин нітратним азотом та зменшувало його втрати на іммобілізацію. Збільшення кількості мінеральних добрив до  $N_{75}P_{60}K_{75}$  збільшувало кількість поживних речовин у нижньому шарі ґрунту, що не може корелювати з інтенсивністю їх поглинання на цих глибинах та може спричинити непродуктивні втрати поживних речовин з ґрунту [42]. Водночас, окремі результати досліджень показують, що застосування різних систем удобрення не завжди формує позитивний баланс поживних елементів.

Наприклад, на чорноземі типовому від'ємний баланс азоту та калію формувався за мінеральної, органо-мінеральної та органічної систем удобрення, тоді як позитивний баланс фосфору забезпечували мінеральна та органо-мінеральна системи [73].

Добрива, внесені у ґрунт впливають на кислотно-основні властивості ґрунтового розчину. Загальновизнаним є факти, що внесення мінеральних добрив сприяє підкисленню ґрунтового розчину, збільшенню величини гідролітичної кислотності, тоді як органічні добрива, навпаки, знижують обмінну та гідролітичну кислотність ґрунту, підвищують ступінь насичення його основами. Ці тенденції простежуються на різних типах ґрунтів, у тому

числі, й на темно-сірих опідзолених [38]. Щодо мінеральних добрив, то інтенсивність вилуговування катіонів-основ залежить від комбінації добрив – найбільш інтенсивно ввібрані катіони вилуговуються при внесенні азотних добрив або комбінованих азотно-фосфорних, азотно-калійних добрив. Менш вираженим цей процес є при внесенні фосфорних та калійних добрив [55].

Застосування добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур також позначається на фізичних параметрах ґрунту. Зокрема, на сірому лісовому ґрунті встановлено, що органічна система удобрення забезпечує зменшення щільності будови орного шару ґрунту на 5% порівняно з мінеральною системою [21]. Позитивний ефект отримано також і за відновлювальної системи удобрення (органічні, мінеральні добрива + побічні рештки рослинної продукції).

Таким чином від вибору системи удобрення суттєво залежить характер трансформації ґрунтових властивостей та режимів. Попри значну кількість експериментальних даних вивчення впливу добрив на фізичні, агрохімічні властивості ґрунтів потребує подальшого вивчення.



## **РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Організаційно - економічна характеристика ФГ «Ясінська»**

Фермерське підприємство «Ясінська» - це сучасне підприємство, що успішно діє на аграрному ринку України.

Розташоване в західній частині Хмельницького району, віддалене на 20 кілометрів від міста Хмельник, та на 70 кілометрів від обласного центру - міста Вінниця.

ФГ «Ясінська» знаходиться в селі Пустовіти, Хмельницького району Вінницької області, в Південно-Західному агрогрунтовому районі, який відноситься до Центральної підзони Правобережного Лісостепу.

Основною сферою діяльності є вирощування сільськогосподарських культур, зокрема зернових, хоча вони розширюють свої можливості на інші галузі аграрної сфери. Власний агропідприємець має можливість забезпечувати себе різноманітною сировиною.

Починаючи з 2000 року, Фермерське підприємство «Ясінська» зосереджувало свою увагу на вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема зернових. Цей період відзначився після реорганізації колгоспу в селищі Пустовіти, Хмельницького району Вінницької області.

Загальна площа землекористування с. Пустовіти Хмельницького району становить 2465 гектарів. Завдяки родючим землям сільськогосподарського призначення та кваліфікованим спеціалістам, які працюють на нашому підприємстві, вдалося гарантувати сталу врожайність а також попит на вирощену продукцію.

Вирощування сільськогосподарських культур та інші галузі нашої діяльності були б неможливі без передового обладнання та сучасних технологій.

Наше господарство спеціалізується на вирощуванні зернових, зернобобових та олійних культур. У нашому розпорядженні є 2 трактори, 1

комбайн для збирання зерна і насадки для обмолоту кукурудзи та соняшнику, 1 картоплесаджалку та картоплекопалку. Наш автопарк складається з 2 вантажних автомобілів та іншої спецтехніки.

Площі землекористування стали стабільними і залишаються незмінними протягом років досліджень. ФГ «Ясінська» продовжує демонструвати стабільну силу та ефективність у галузі рослинництва, що дозволяє нам вчасно виплачувати заробітну плату працівникам, розраховуватися за земельні та майнові паї та закуповувати необхідні матеріально-технічні засоби.

Підприємство впродовж років отримує високі і сталі врожаї сільськогосподарських культур. Площі посіву та врожайність основних сільськогосподарських культур представлено в таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1*

**Площі посіву і врожайність основних сільськогосподарських культур у ФГ «Ясінська» за 2022-2023 рр.**

Культури	2022 р.		2023 р.		Середнє по рокам	
	Площа, га	Урожайність, т/га	Площа, га	Урожайність, т/га	Площа, га	Урожайність, т/га
Озима пшениця	90,0	6,85	83,0	7,31	86,5	7,03
Ячмінь ярий	52,0	5,19	74,0	5,94	89,0	5,57
Соя	33,0	2,78	30,0	3,52	31,5	3,15
Кукурудза на зерно	55,0	8,21	45,0	8,72	50,0	8,46
Соняшник	31,0	2,91	40,0	3,54	35,5	2,82
Ріпак озимий	77,0	4,0	72,0	4,50	69,5	4,25
Картопля	10,0	30,5	10,0	33,0	8,5	31,8
Разом	347	-	347	-		-

З таблиці 2.1 видно, що врожайність озимої пшениці в роки проведення досліджень демонструє високі показники і знаходиться в діапазоні від 6,85 до

7,31 тон на гектар, при середній площі посіву протягом двох років, яка становить 86,5 гектара.

Аналогічно стабільні врожайності спостерігаються і для ярого ячменю, де показники коливаються від 5,19 до 5,94 тон на гектар.

На господарстві вирощується кукурудза на значних площах, і вона забезпечує врожайність зерна в діапазоні від 8,21 до 8,72 тон на гектар.

У останні роки спостерігається значний попит на масло з насіння соняшнику, і відповідно до цього площі під вирощуванням соняшнику збільшуються. Цей ріст площ під соняшником також відображається у збільшенні врожайності цієї культури.

Господарство в останні роки розпочало вирощувати картоплю. Протягом років проведення досліджень площі, відведені під цей вид господарської діяльності, залишалися стабільними і становили 7-10 гектарів. Врожайність картоплі коливаються в діапазоні від 30,5 до 33,0 тон на гектар.

Результати аналізу свідчать, що підприємство виробляє продукцію в галузі рослинництва на високому рівні. Цей рівень досягається завдяки кваліфікованому управлінню та дбайливому відбору високопродуктивних та адаптивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, а також оптимізації сівозмін та удосконаленню технологій вирощування всіх культур.

## **2.2 Ґрунтово-кліматичні умови ФГ «Ясінська»**

Територія функціонування господарства визначається кліматичними та географічними характеристиками Вінницької області, зокрема, вона належить до помірно-континентального району.

Цей район в основному характеризується м'яким і відносно вологим кліматом. Природні умови, зокрема ґрунтово-кліматичні, сприяють успішному вирощуванню різних сільськогосподарських культур. За обсягом валової продукції нашої країни підзона Лісостепу становить понад 42%, хоча землі під сільськогосподарськими угіддями займають лише 35%.

Адміністративний поділ країни майже повністю співпадає з межами Лісостепу. Незважаючи на спільні природні та екологічні умови, в межах Лісостепу виділяються три основних підзони: західну, правобережну та лівобережну, які різняться за складом ґрунтів, кліматичними особливостями та іншими характеристиками.

Клімат цієї зони є помірно теплим. Для даного господарства характерні північно-східні та північні вітри, які призводять до менших низьких температур. Південні та південно-східні вітри у весняно-літній період є сухими, що сприяє посиленому випаровуванню і призводить до швидкої втрати вологи в ґрунті. Середньомісячна температура повітря в січні і лютому коливається від  $-4^{\circ}\text{C}$  на заході до  $-8^{\circ}\text{C}$  на сході. Тут спостерігаються довгі і інтенсивні танення снігу, при цьому температура повітря у окремі роки може підвищитися до  $+12 - +14^{\circ}\text{C}$ . Сніговий покрив встановлюється в другій половині листопада і тоне в третій декаді березня. Його товщина коливається від 13-20 см в західних і південних частинах зони до 30-35 см на сході і півдні.

Літо характеризується високими та стійкими температурами. У липні середньомісячна температура повітря коливається від  $10^{\circ}\text{C}$  на заході до  $20^{\circ}\text{C}$  на сході. Максимальні температури можуть сягати  $39-40^{\circ}\text{C}$ .

Період активної вегетації (тобто період, коли температура перевищує  $10^{\circ}\text{C}$ ) в межах Лісостепової зони триває приблизно 150-170 днів, починаючи з кінця квітня і завершуючи в жовтні. Цей регіон часто стикається із періодами засух та суховіями, тому важливо боротися за збереження вологості в ґрунті. Для досягнення стійких врожаїв сільськогосподарських культур дедалі важливіше використовувати такі фактори інтенсифікації, як внесення вапна в ґрунт, використання мінеральних добрив, оптимізація методів посіву, контроль щільності рослин і багато інших чинників.

Важливим фактором при вирощуванні сільськогосподарських культур є тривалість теплового періоду загалом та період вегетації рослин. Зазвичай, чим триваліший тепловий період у регіоні і чим вища середня температура в

умовах забезпеченості іншими важливими факторами життя, тим більше сортів культур можна вирощувати і отримувати високі врожаї високої якості.

Клімат місця проведення досліджень, відповідно до теми магістерської роботи, характеризується як помірно-континентальний і є сприятливим для вирощування всіх видів сільськогосподарських культур.

Зима в цьому регіоні характеризується помірно-холодними температурами та значними коливаннями температури повітря в окремі дні.

Весна приносить помірно-теплу погоду, іноді супроводжується сухими вітрами та нерівномірним розподілом опадів за числами та декадами.

Літо в регіоні помірно-тепле, але часто може мати нерівномірний розподіл опадів та сприяти появі посушливих періодів у деякі роки.

Вітри переважно дують із заходу та південно-заходу з середньою швидкістю 4 м/с.

Осінь в цьому регіоні теж вважається помірно-теплою.

За кліматичними характеристиками, територія Жмеринського району відноситься до агрокліматичного району із помірно-теплим та достатньо вологим кліматом.

У зимовий період земля на цьому підприємстві отримує найменше сонячного тепла (336-378 Мдж/м<sup>2</sup>). Протягом літніх місяців кількість сонячної радіації досягає відповідно 1800 Мдж/м<sup>2</sup> на півночі і до 1886 Мдж/м<sup>2</sup> на півдні області. Річні значення радіації коливаються від 4240 Мдж/м<sup>2</sup> на півночі до 4800 Мдж/м<sup>2</sup> на півдні.

Погодні умови в роки проведення досліджень дещо різнилися за кліматичними показниками.

Середньомісячна кількість опадів, мм по даних Хмільницької метеостанції представлено в таблиці 2.2.

Із даних таблиці видно, що кількість опадів які випали в роки проведення досліджень в цілому відрзняються від середньобагаторічних даних.

Так, в умовах 2022 року в цілому за рік випало 547,2 мм опадів, що на 69,2 мм вище від середньобагаторічних даних (478 мм). Щодо кількості

атмосферних опадів які випали за вегетаційний період то знову ж спостерігається аналогічна ситуація як і в цілому за рік, а саме за вегетаційний період випало 394,3 мм опадів що на 105,3 мм вище від багаторічних даних (289,8 мм).

Таблиця 2.2

**Середньомісячна кількість опадів, мм  
(по даних Хмільницької метеостанції)**

Рік	Місяці												Сума за	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	веге- тацію	рік
2022	16,3	33,4	24,7	16,5	78,1	111,9	95,4	36,3	56,1	28,7	20,6	29,2	394,3	547,2
2023	23,2	26,6	22,3	18,1	25,6	78,4	94,2	32,1	42,4	14,5	–	–	290,8	377,4
Сер. баг.	26,5	23,5	27	33,5	44	63,5	62,5	37,5	38	43	37	32	289,0	478

В умовах 2023 року в цілому за рік випало 377,4 мм опадів однак відсутні дані за останні місяці року, а саме жовтень, листопад та грудень. Щодо кількості атмосферних опадів які випали в даному році за вегетаційний період 290,8 мм то вони невідрізнялися від середньо багаторічних даних 289,8 мм.

Розподіл опадів в роки проведення досліджень по місяцям майже не відрізнявся у 2023 від середньобагаторічних даних а в умовах 2022 року кількість атмосферних опадів по місяцям також була вищою, особливо у квітні, травні та червні де за місяць випало майже по дві місячних норми. В інші місяці періоду вегетації кількість опадів в роки проведення досліджень не відрізнялися від середньобагаторічних даних.

Середньомісячна температура повітря представлена в таблиці 2.3.

Із даних таблиці 2.3 видно, що в умовах 2022 року середньорічна температура становила 7,8 °С, що на 0,3 °С вище від середньобагаторічні дані (7,5 °С). Середньорічну температуру за 2023 рік неможливо підрахувати оскільки відсутні дані за останні 3 місяці.

Щодо температури за вегетаційний період то слід відмітити наступне,

що середньобогаторічні дані 18,6 °С були вищі за температури які склалися в роки проведення досліджень, а саме на 2,6 °С була вище за 2022 рік та на 1,7 °С була вище за 2023 рік. Також необхідно зазначити і те, що у 2023 році середні значення температури за вегетацію були вищі на 0,9 °С за 2022 рік.

Таблиця 2.3

### Середньомісячна температура повітря, °С

Рік	Місяці												Середні дані за	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	вегетацію	рік
2022	-4,2	-5,3	1,5	8,7	15,1	18,6	20,2	18,2	15,1	10,7	4,3	-0,8	16,0	7,8
2023	-3,3	-5,2	1,8	9,6	15,6	19,8	20,8	18,3	17,6	-	-	-	16,9	-
Сер. баг.	-6,6	-5,2	3,7	11,1	15,7	19,3	25,6	23,3	16,3	10,5	4,0	-3,4	18,6	7,5

В цілому про характер погоди в період активної вегетації свідчать показники ГТК, які становили для квітня місяця 3,1, травня 1,0, червня 0,8, липня 1,5 і серпня 0,8.

Слід зазначити наступне, що погодні умови які склалися в роки проведення досліджень є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур рекомендованих до вирощування в даній зоні.

Ґрунтовий покрив в межах підприємства представлений різними типами ґрунтів. Найбільш поширені серед них: темно -сірі опідзолені ґрунти – 748 га, сіро – лісові пилувато - легкосуглинкові – 380 га, сіро – лісові крупно – пилувато – середньосуглинкові – 315 га чорноземи опідзолені – 160 га, ясно-сірі лісові – 437 га (Табл. 2.4).

З даної таблиці видно, що в підприємстві переважають темно - сірі лісові ґрунти крупно – пиловато - важкосуглинкового механічного складу.

Гумусово-елювіальний горизонт цих ґрунтів становить 50-60 см, карбонати залягають з глибини 110-150 см. За гранулометричним складом

вони легко- і середньосуглинкові [66].

Таблиця 2.4

**Номенклатурний склад ґрунтів ФГ «Ясінська»**

Назва ґрунту	Механічний склад	Ґрунтоутворюючі і підстилаючі породи
Чорноземи опідзолені	Піщано-суглинкові	Карбонатні леси
Сірі-лісові	Пилувато-легкосуглинкові	Карбонатні леси
Сірі-лісові	Крупно-пилувато-середньосуглинкові	Карбонатні леси
Темно-сірі лісові	Крупно-пилувато-важкосуглинкові	Карбонатні леси
Ясно-сірі лісові	Супіщані-важко-суглинкові	Карбонатні леси

Вміст гумусу становить 2,3-3,5%, сума увібраних основ - 10-25 мг.екв./100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 75-90%, реакція ґрунтового розчину слабо кисла (рН=5,5-6,5). Ступінь забезпеченості ґрунтів поживними речовинами середній.

### 2.3 Методика проведення досліджень

Дослід закладено на темно-сірому опідзоленому ґрунті в межах ФГ «Ясінська» Хмельницького району відповідно до такої схеми:

1. Контроль – без добрив;
2. N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>;
3. N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>;
4. N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>;

Кількість повторень у досліді – 3, ділянки розташовано рендомізовано.

Площа посівної площі – 75 м<sup>2</sup>, площа облікової ділянки – 50 м<sup>2</sup>.

Калійні та фосфорні добрива вносили під основний обробіток ґрунту.



Для внесення фосфору використали гранульований суперфосфат з вмістом діючої речовини 19%. Калій у ґрунт вносили у формі калійної солі (вміст діючої речовини 60%). Азотні добрива вносили у передпосівну культивуацію у формі карбаміду.

У досліді вирощували сорт сої Аріса.

#### *Характеристика сорту Аріса*

Оригіатор – Семенсес Прогрейн ІНК (Канада).

В Україні сорт зареєстровано у 2016 р [23], придатний для вирощування у зонах Полісся та Лісостепу.

Сорт сої Аріса має зерновий напрям використання та належить до ранньостиглої групи культур (період вегетації 115-125 днів). Сила стартового росту оцінюється у 8 балів з 10 можливих.

Рекомендована ширина міжрядь 70 см.

Висота рослин сягає 95 см. Стебло міцне та стійке до вилягання (9 балів з 10). Має добру здатність до утворення пагонів.

Перший біб кріпиться достатньо високо на стеблі (14,8-16,7 см). Боби стійкі до розтріскування (6-8 балів з 10).

Сорт придатний до механізованого збирання. Стійкість до склеротиніозу оцінено у 7 балів.

За якістю насіння сорт Аріса належить до середньоолійних (вміст олії 21,1%). Вміст білка становить 38-41,2 %, маса 1000 насінин – 188-204 г. потенціал врожайності – 6,2 т/га.

Реалізація поставленої мети здійснювалася у ході польових спостережень та лабораторних робіт

Вивчення впливу добрив на розвиток сої та її продуктивність вивчали шляхом визначення польової схожості насіння, густоти рослин на одиниці площі, показників структури врожаю.

Схожість на густоту рослин визначали на вибраних ділянках в межах кожного варіанту, елементи структури врожаю – у пробних снопах за

варіантами досліджу.

Для визначення структури врожаю використовувалася "Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур". Вміст олії аналізувався за допомогою інфрачервоного аналізатора CapNir 2700 (SupNir 2750).

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою кореляційних і дисперсійних методів, використовуючи методикку Ермантраута Е.Р., Присяжнюка О.І., та Шевченка І.Л. для аналізу. Для цього використовували програмно-інформаційний комплекс "Агростат" (Agrostat) та програму "Excel" (Excel) [25].

Економічну оцінку досліджуваних факторів проводили за методикою визначення економічної ефективності в сільському господарстві. Для розрахунків враховували ціни на товарну сою та складові технології вирощування, такі як посівний матеріал, паливно-мастильні матеріали, засоби захисту, добрива, які були актуальними на вересень 2023 року. Визначали витрати на 1 гектар, собівартість 1 тонни насіння, чистий прибуток і рівень рентабельності [31].

### **2.3.1 Агротехніка вирощування сої в досліді**

Під час проведення досліджу використовували агротехнічні заходи, загальноприйняті у технології вирощування сої.

Оскільки сою у досліді вирощували після озимої пшениці, перед основним обробітком провели лушення стерні (на 7-8см). Основний обробіток включав оранку на 30 см. Разом з основним обробітком у ґрунт внесені відповідні норми фосфорних та калійних добрив.

Навесні для відновлення пухкого складення ґрунту та знищення бур'янів провели передпосівну культивуацію, під яку внесено стартові дози азотних добрив відповідно до схеми досліджу. Термін сівби – кінець квітня початок травня (26.04-4.05). Насіння загортали на глибину 4 см, норма висіву склала

650 тис/га насінин. Насіннєвий матеріал перед посівом обробили протруйниками Табу Нео (0,7 л/т) та Вітавакс 200ФФ (5 л/т).

У досліді вирощували сорт сої Аріса.

Для захисту посівів використовували такі препарати:

- гербіциди – Торнадо 500 (до сівби, 2,0 л/га), Норвел (2,0 л/га у фазі 2-3 трійчастих листків);

- фунгіциди – Стробітек (0,3 кг/га), Талер (1,0 л/га у період утворення бобів);

- інсектициди – Золон 35% к.е. (3 л/га), Резонанс (1,5 л/га) Збір врожаю проводили у фазі повної стиглості.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Розвиток рослин сої за різних норм удобрення

Нормальний розвиток рослин сої відбувається в тих умовах, коли кожна рослина має достатню площу для росту та живлення, тому агротехнічні заходи повинні спрямовувати на формування оптимальної густоти рослин. Недобір врожаю отримують як на загущених, так і на розріджених посівах. Значною мірою густота рослин залежить від норми висіву, однак насіння може мати різну схожість, а також частина рослин може загинути протягом вегетаційного періоду внаслідок впливу стресових факторів [54]. Якщо ж посів надто густий, рослини витягуються у висоту щоб отримати більше світла, відповідно такі високі рослини мають більшу схильність до вилягання, боби зосереджуються у верхній частині рослини, також в умовах кращого освітлення [33].

На густоту сходів більше впливає норма висіву насіння та менше – кількість мінеральних добрив. Проте внесення мінеральних добрив також може мати позитивний ефект. Зокрема, у проведеному досліді на контрольному варіанті кількість рослин, яка зійшла на одиниці площі становила 57,2-58,4 шт. За умови внесення добрив густота сходів збільшується. На ділянці, де вносили різні норми мінеральних добрив, густота сходів у 2022 р. – 58,6-60,5 шт./м<sup>2</sup>, а у 2023 р. коливалася в межах 59,7-61,5 шт./м<sup>2</sup>. В обидва роки найбільша кількість рослин на одиниці площі зійшла на ділянці варіанту 4 (N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) (Табл. 3.1).

Польова схожість змінювалася як за роками, так і за варіантами досліду. Вищою схожість була у 2023 р. та коливалася від 89,8% на ділянці контролю до 94,6% на ділянці з нормою удобрення N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>. Така ж тенденція простежується й у 2022 р.: польова схожість зростає від 88,0 до 93,1%. Середні значення польової схожості насіння коливаються від 88,9% на ділянці контролю до 93,8% на ділянці варіанту 4, де внесено N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>.

Таблиця 3.1

**Густота сходів та польова схожість насіння сої за різних  
норм удобрення**

Варіанти дослідів	Зійшло рослин, шт./м <sup>2</sup>		Польова схожість, %		
	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.	середня
1. Контроль – без добрив	57,2	58,4	88,0	89,8	88,9
2. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	58,6	59,7	90,2	91,8	91,0
3. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	59,4	60,8	91,4	93,5	92,5
4. N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	60,5	61,5	93,1	94,6	93,8

Густота рослин сої на одиниці площі змінюється впродовж вегетаційного періоду, частина рослин може загинути внаслідок впливу несприятливих метеорологічних умов чи механічних пошкоджень. Тому густота рослин перед збиранням врожаю є меншою, ніж у період сходів, тому цей показник також є важливим для аналізу формування продуктивності сої.

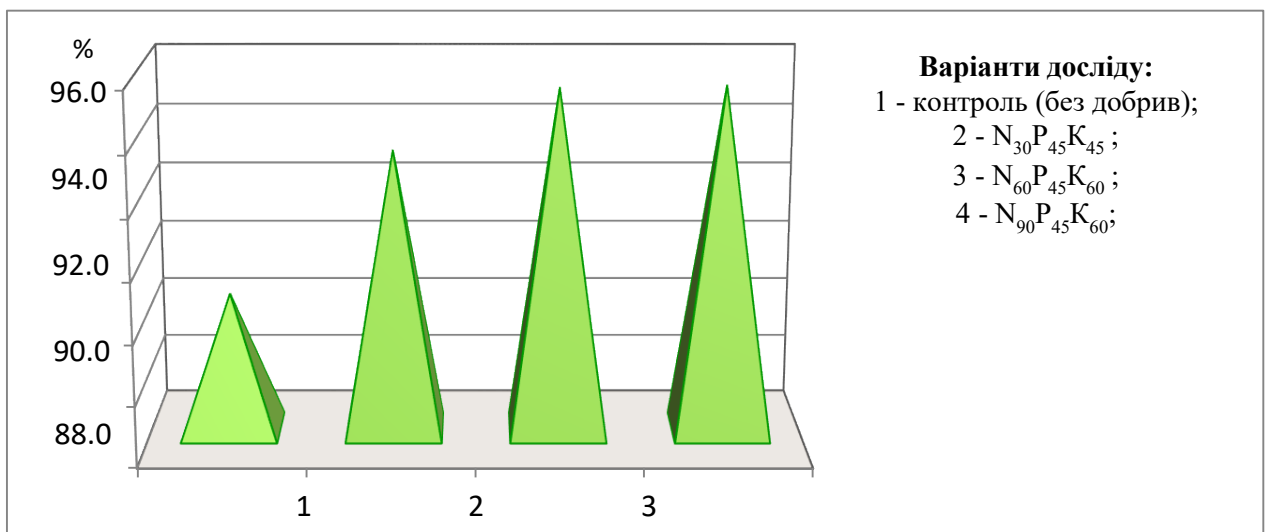
На ділянках дослідів густота рослин перед збиранням врожаю залежала від рівня удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту. Найменша кількість рослин на час збирання врожаю збереглася на ділянці контролю: в середньому становила 51,2 шт./м<sup>2</sup>, а за роками досліджень коливалася в межах 52,1-50,4 шт./м<sup>2</sup> (Табл. 3.2). Внесення мінеральних добрив N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> збільшило густоту рослин до 55,2 шт./м<sup>2</sup>. При наступному збільшенні норми добрив густота рослин перед збиранням врожаю зростає більш поступово. Найбільша густота рослин простежувалася в обидва роки на ділянці варіанту з нормою удобрення N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> 58,6-57,7 шт./м<sup>2</sup>. Середній показник за два роки дослідження становив 58,2 шт./м<sup>2</sup> та на 13,6% перевищує показник контролю. Порівняння густоти рослин, що зійшли та їх кількості у період перед збиранням врожаю можемо розрахувати показник виживання рослин впродовж вегетаційного періоду.

Таблиця 3.2

**Густота рослин на період збирання врожаю за різних  
норм удобрення**

Варіанти дослідів	Густота рослин, шт./м <sup>2</sup>			
	2022 р.	2023 р.	середня	± до контролю, %
1. Контроль – без добрив	50,4	52,1	51,2	-
2. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	54,3	56,0	55,2	7,8
3. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	56,7	57,9	57,3	11,9
4. N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	57,7	58,6	58,2	13,6

Відповідно до показників густоти рослин, найменший показник виживання отримано на ділянці контролю – в середньому за два роки на одиниці площі виживало 88,6% рослин (Рис. 3.1).



**Рисунок 3.1 – Виживання рослин сої впродовж вегетації за різних норм мінерального живлення**

Мінеральні добрива покращували умови живлення в орному шарі, тому рослин виживало більше. За норми удобрення N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> виживання рослин сої становило вже 93,3%; N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> - 95,3%. Найвищим показник виживання був на ділянці варіанту 4 нормою удобрення N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> - 95,5%. Якщо за перших двох норм удобрення збільшення показника виживання рослин

відбувається інтенсивніше, то остання норма забезпечує невеликий приріст.

Загалом мінеральні добрива позитивно впливають на розвиток рослин сої, дещо збільшуючи густоту сходів та особливо відчутно – густоту рослин перед збиранням врожаю порівняно з неудобреним варіантом. Відповідно позитивний ефект удобрення краще простежується за період усїєї вегетації рослин.

### 3.2. Структура врожаю сої *Аріса* за різних норм удобрення

Продуктивність сої визначається не лише густотою рослин на одиниці площі, але й кількістю насіння, яку можна отримати з однієї рослини. На цей показник, у свою чергу, впливають такі ботанічні особливості, як висота рослини, кількість продуктивних вузлів та кількість бобів у цих пагонах, кількість насінин в одному бобі [56]. Ці показники суттєво залежать від умов живлення рослин, тому піддаються корекції за рахунок внесення мінеральних добрив [16, 75, 77]. Важливо, щоб поживні елементи були не лише у доступній формі, але й збалансовані між собою.

Поживні речовини поглинаються з ґрунту кореневими системами рослин та транспортуються у наземні органи через стебло та листя. Відповідно, за даними досліджень, висота рослин є прямо пропорційною до вегетативної маси та кількості врожаю [3, 4].

У проведеному досліді висота рослин змінювалася за варіантами відповідно до кількості використаних добрив. Найменша висота закономірно була у рослин, які вирощували на неудобреному ґрунті – в середньому за два роки 73 см (Табл. 3.3).

Добрива, внесені у кількості  $N_{30}P_{45}K_{45}$  (варіант 2) сприяли збільшенню середній висоті рослин до 80 см, тобто приріст +7 см до контрольного варіанту. На ділянці варіанту 3 ( $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) висота рослин становила 83 см, що на 10 см вище, ніж на контролі та на 3 см – ніж за меншої кількості добрив. Найбільшої висоти досягали рослини на ділянці варіанту 4, де під

сою вносили  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – 89 см, приріст до контролю складає 16 см (21,9%).

**Таблиця 3.3**

**Елементи структури врожаю сої Аріса залежно від рівня мінерального живлення (середнє за 2022-2023 рр.)**

Варіант	Висота рослин, см	Кількість на одній рослині, шт.		Маса насінин з 1 рослини
		бобів	насінин	
1. Контроль – без добрив	73	28,8	47,4	8,9
2. $N_{30}P_{45}K_{45}$	80	31,1	52,5	10,5
3. $N_{60}P_{45}K_{45}$	83	32,3	54,8	11,1
4. $N_{90}P_{45}K_{45}$	89	33,7	57,0	11,6

Кожен елемент продуктивності сої впливає на формування наступних елементів. Зокрема, висота рослин має вплив на кількість бобів, які формуються на одній рослині.

На ділянці контролю, де сою вирощували на неудобреному ґрунті, кількість бобів на одній рослині становила в середньому 28,8 штук та була найменшою. Удобрення посівів сої у кількості  $N_{30}P_{45}K_{45}$  забезпечило приріст до контролю у 2,3 шт. або 9,7%. На ділянці варіанту 3 на роздолині сформовано в середньому 32,3 шт. бобів, що на 3,5 шт. більше ніж на контролі.

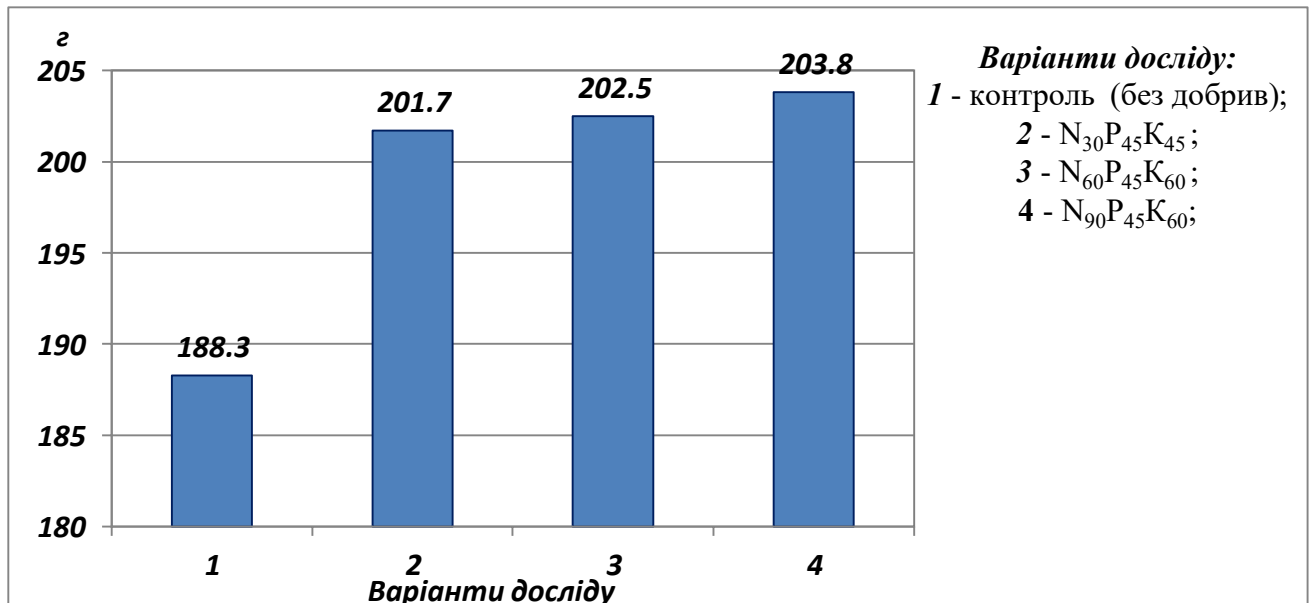
Найбільша кількість бобів на рослині формувалася при внесенні  $N_{90}P_{45}K_{45}$  - 33,7 шт., що на 4,9 шт. (20,5%) перевищує показник контролю.

Оскільки збільшується кількість бобів, зростає й кількість насінин, отриманих з однієї рослини. Найменшою у досліді вона була на ділянці контролю – 47,4 шт., найбільшою – на ділянці варіанту 4 з нормою удобрення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – 57,0 шт. приріст до контролю у цьому варіанті склав 9,6 шт. або 20,3%.

Також простежується зміна маси насіння, вирощеного на одній рослині. Найменшою вона є на ділянці контролю – 8,9 г, та зростає на варіантах, де вносили добрива. Серед удобрюваних варіантів найкращий показник



отримано за норми внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – 11,6 г (приріст до контролю – 2,7 г). Відповідно до цього маса 1000 є найменшою на ділянці контролю - 188,3 г (Рис. 3.2).



**Рисунок 3.2 - Маса 1000 насінин сої Аріса за різних норм удобрення**

Внесення мінеральних добрив сприяє формуванню більш крупного зерна, тому маса 1000 насінин зростає: за норми удобрення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  вона становить – 201,7г, а при внесенні  $N_{60}P_{45}K_{45}$  – 202,5 г. Найвищий показник отримано на ділянці з нормою удобрення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – 203,8 г, тобто на 15,5 г більше контролю.

Отже можемо стверджувати, що мінеральні добрива покращують індивідуальну продуктивність сої на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Найкращі показники отримано за норми удобрення  $N_{90}P_{45}K_{45}$ .

### 3.3. Врожайність сої Аріса за різних норм удобрення

На величину врожаю впливають різні чинники – особливості сортів або гібридів, підбір агротехнічних заходів та якість їх проведення, метеорологічні умови тощо. Під час вирощування сільськогосподарських культур важливо вчасно виявляти лімітуючі фактори, для того щоб зменшити/нейтралізувати їхній вплив. І якщо погодні умови змінити не можна, за допомогою правильно підібраної агротехніки, системи удобрення, захисту можна сформувати здорові посіви з сильними рослинами, які будуть витривалішими у стресових умовах. Це сприятиме збільшенню врожайності.

Дослід, проведений в межах ФГ «Ясінська» на темно-сірому опідзоленому ґрунті засвідчив, що внесення мінеральних добрив має позитивний вплив на формування врожаю сої сорту Аріса. Слід зазначити, що врожайність змінювалася за роками – вищою загалом була у 2023 р. (Табл. 3.4).

**Таблиця 3.4**

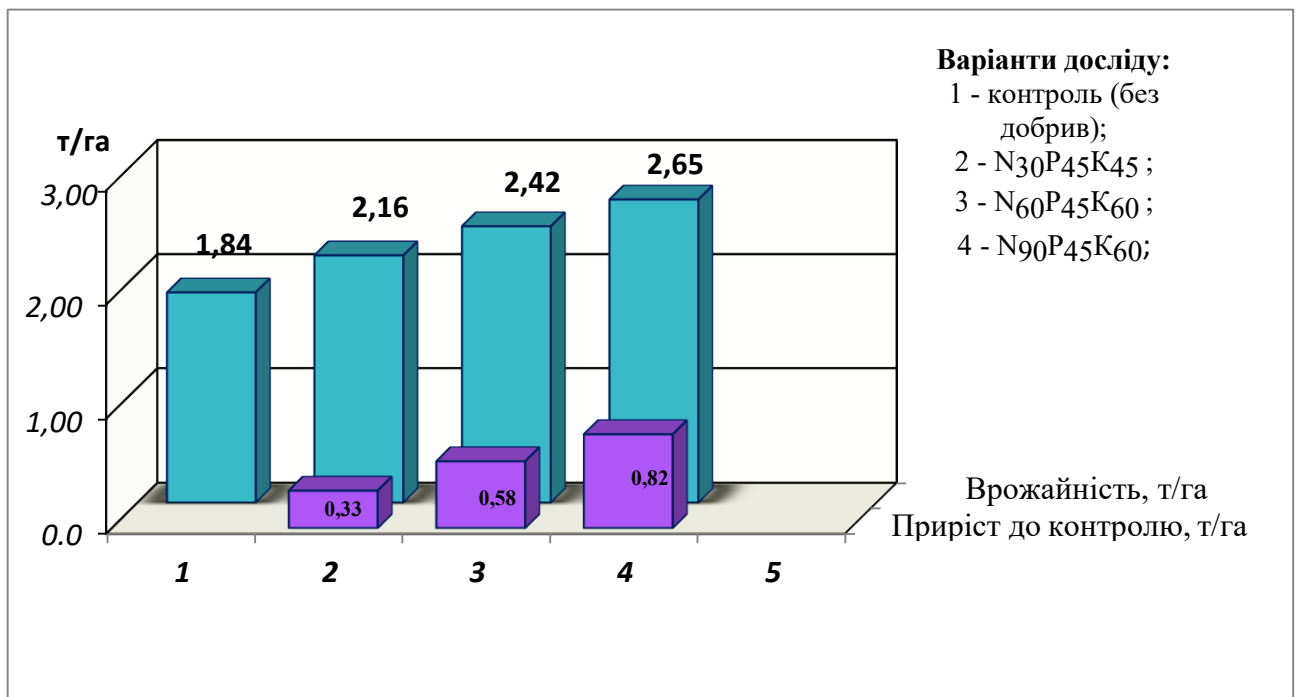
#### Вплив мінеральних добрив на врожайність сої Аріса

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га		Середня врожайність, т/га	Приріст до контролю	
	2022 р.	2023 р.		ц/га	%
1. Контроль – без добрив	1,78	1,89	1,84		
2. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,12	2,20	2,16	0,33	17,7
3. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,37	2,46	2,42	0,58	31,6
4. N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,58	2,72	2,65	0,82	44,4
НІР <sub>05</sub>	0,48	0,42			

За варіантами дослідів кількість вирощеного зерна зростала від контрольного варіанту до варіанту з максимальною нормою удобрення. Зокрема, на ділянці контролю зібрано 1,78-1,89 т/га зерна (Табл. 3.4). Внесення добрив у кількості N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> підвищувало врожайність до 2,12-2,20 т/га. На

ділянці варіанту 3, де під сою внесено  $N_{60}P_{45}K_{45}$  у 2022 р. отримано 2,37 т/га зерна, а у 2023 р. – 2,46 т/га. Як і зазначалося, найвищий врожай був на ділянці варіанту 4 ( $N_{90}P_{45}K_{45}$ ) – 2,58 та 2,72 т/га у 2022 та 2023 роках відповідно.

Середня врожайність сої сорту Аріса на ділянці контролю становить 1,84 т/га. На ділянці варіанту 2 ( $N_{30}P_{45}K_{45}$ ) даний показник збільшується до 2,16 т/га, тобто на 17,7% від значення контрольного варіанту. Збільшення норми добрив до  $N_{60}P_{45}K_{45}$  дозволяє отримати порівняно з контролем додатково 0,58 т/га, тобто врожайність становить 2,42 т/га. На ділянці варіанту 4 середня врожайність склала 2,65 т/га. Приріст до контролю становить 0,82 т/га або 44,4 %. Як і для елементів індивідуальної продуктивності, для врожайності характерна більша різниця між контролем та варіантом 2 (з мінімальною нормою добрив), ніж між варіантами, що різняться кількістю внесеного NPK.



**Рисунок 3.3 – Динаміка врожайності сої Аріса за різних норм удобрення**

Отже, збільшення кількості рослин, що вижили впродовж вегетації та підвищення показників індивідуальної продуктивності під впливом мінеральних добрив сумарно забезпечує отримання вищого врожаю зерна. Найбільший приріст врожаю порівняно з контролем сформувався за умови внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$ .

### 3.4. Залежність якісних показників насіння сої від рівня удобрення

Вміст олії та білка у зерні сої визначається як генетичними особливостями, так і умовами вирощування, а, отже, може змінюватися, залежно від рівняудобрення посівів термінів сівби, інокуляції тощо [18, 66, 74]. Зазвичай зерно сої містить 38-43% білка, 19-25% – олії, 25-30 – вуглеводів [72].

Олійність зерна визначається сортовими характеристиками, погодними умовами у період вегетації, тим, чи проведено інокуляцію насіння, умовами зберігання зібраного врожаю. У досліді з вивчення впливу удобрення на продуктивність сої Аріса простежується залежність між нормою мінеральних добрив та вмістом олії у зерні. Надходження поживних елементів у ґрунт та покращення умов живлення рослин призводить до зниження олійності зерна. Відповідно до цієї закономірності, найвищий вміст олії у зерні отримано на ділянці контролю – 20,7% (Табл. 3.5).

**Таблиця 3.5**

#### Вміст та збір олії за різних норми удобрення сої (в середньому за 2022-2023 рр.)

Варіант	Вміст олії, %	Збір олії,ц/га	Приріст збору олії	
			ц/га	%
1. Контроль – без добрив	20,7	3,81	-	-
2. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	19,0	4,10	0,29	7,61
3. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	18,1	4,38	0,57	14,96
4. N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	17,5	4,63	0,82	21,52

Такий вміст відповідає сортовим особливостям сої Аріса. На ділянці варіанту 2, де норма добрив становила N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, вміст олії у зерні знизився до 19,0%, тобто на 1,7%. Ця тенденція зберігалася при збільшенні норми добрив. Усої, вирощеній на ділянці варіанту 3, вміст олії у зерні становив у середньому 18,1%. Зерно з найменшим вмістом олії отримано на ділянці

варіанту 4 (N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) – 17,5%, що на 3,2% менше контрольного варіанту.

Збір олії, навпаки, зростає на ділянках, де проводили удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту. Це пов'язане з тим, що на цих ділянках зростає врожайність, а разом з більшою кількістю зерна отримуємо і приріст олії. Мінімальну кількість олії з одиниці площі зібрано на ділянці контролю – 3,81 ц/га (див. Табл. 3.5). Стартова норма добрив (N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) забезпечує приріст збору олії 0,29 ц/га або на 7,61%. Збільшення кількості добрив до N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> дозволяє отримати з 1 га 4,38 ц олії. Найвищий приріст збору олії забезпечила норма добрив N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> – перевищення над контрольним варіантом становило 0,82 ц/га або 21,52%. Збір олії у цьому варіанті становив 4,63 ц/га.

Щодо вміст білка у зерні та його зв'язку з рівнем мінерального живлення, у науковій літературі наведено різні дані – у різних дослідках вміст білка у зерні за умови підвищення врожайності при використанні добрив може як збільшуватися [58], так і зменшуватися [3].

У досліді, проведеному на темно-сірому опідзоленому оглеєному ґрунті, вміст білка у зерні зростав від контрольного варіанту, де добрива під сою не вносили, до варіанту з максимальним рівнем удобрення. Найнижчий вміст білка у зерні становив 38,2%. При внесенні N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> цей показник зростав до 39,5%, тобто на 1,3% (Табл. 3.6).

**Таблиця 3.6**

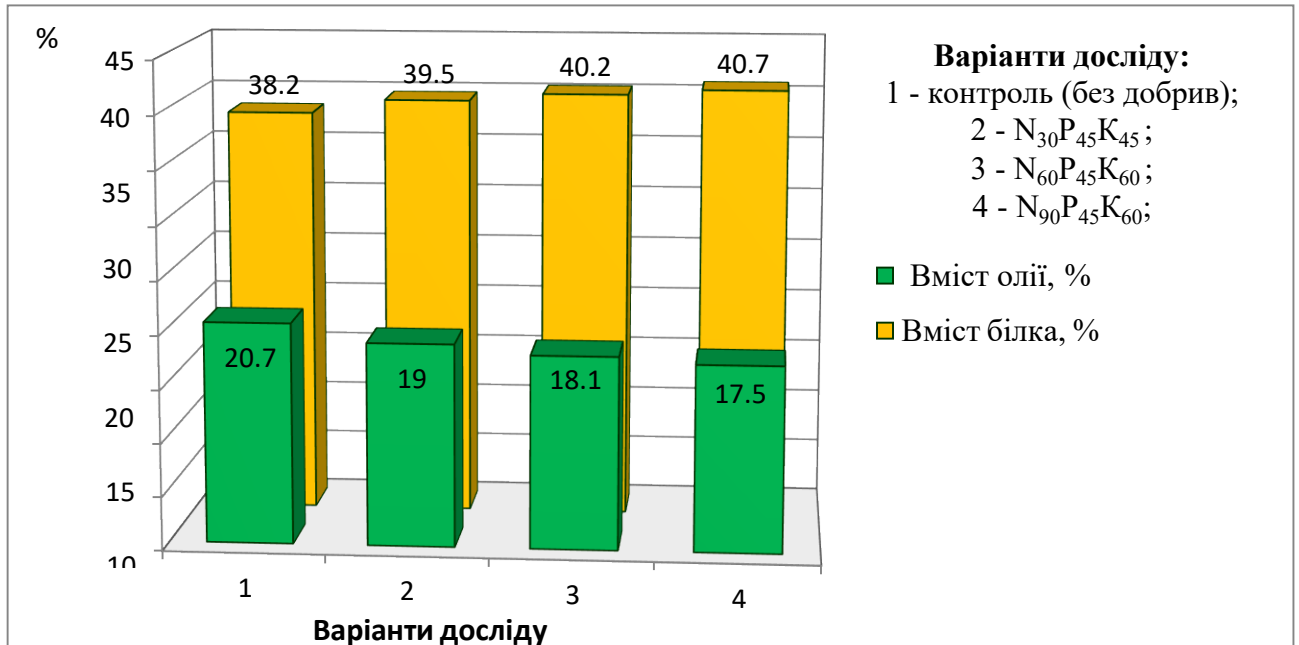
**Вміст білка у насінні сої Аріса за різних норм удобрення  
(в середньому за 2022-2023 рр.)**

Варіант	Вміст білка, %	Збір білка, ц/га	Приріст збору білка	
			ц/га	%
1. Контроль – без добрив	38,2	7,02	-	-
2. N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	39,5	8,53	1,51	21,5
3. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	40,2	9,73	2,71	38,6
4. N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	40,7	10,78	3,76	53,6

У зерні, зібраному з ділянки варіанту 3, містилося в середньому 40,2%

білка. І внесення у ґрунт поживних речовин у кількості  $N_{90}P_{45}K_{45}$  на ділянці варіанту 4 забезпечило формування зерна з вмістом білка 40,7%.

Збір білка з ділянок досліду також зростає, як і його вміст. Найменшу кількість білка забрано з ділянки контролю – 7,02 ц/га (Рис. 3.4).



**Рисунок 3.4. Динаміка вмісту білка та олії у зерні сої за різних норми удобрення**

Внесення добрив у кількості  $N_{30}P_{45}K_{45}$  збільшило збір врожаю до 8,53 ц/га, тобто на 1,51 ц/га (21,5%) більше, ніж на контролі. Збільшення кількості внесеного азоту на 30 кг/га діючої речовини забезпечило приріст збору білка у розмірі 2,71 ц/га (38,6% більше, ніж на контролі). Найбільший приріст збору білка – на ділянці, де внесено  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – 3,76 ц/га або 53,6%. Порівнюючи приріст збору олії та білка у варіантах, де вносили мінеральні добрива, можна зауважити, що збір білка зростає стрімкіше. У випадку білка це відбувається як за рахунок збільшення його вмісту у %, так і за рахунок збільшення врожайності.

Проведений дослід підтверджує тезу про те, що мінеральні добрива впливають на якісні показники зерна сої. Не зважаючи на зменшення олійності при внесенні добрив, збір олії з одиниці площі зростає за рахунок підвищення врожайності. Вміст та збір білка при внесенні добрив збільшуються. Найкращим варіантом удобрення було внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$ .

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В ПОСІВАХ СОЇ

Агротехнічні заходи, внесення добрив, система захисту посівів спрямовані не лише на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, але й повинні приносити економічний ефект у вигляді додаткового прибутку. Саме співвідношення між прибутком та витратами на вирощування продукції визначає рентабельність роботи підприємства. Не завжди елементи технології вирощування мають позитивний вплив одночасно на продуктивність та економічну ефективність [6].

Для визначення рівня рентабельності порівнюють показники вартості вирощеної продукції, виробничих затрат, собівартості продукції, чистого прибутку. Якщо внесення добрив чи будь-який інший захід сприяє підвищенню врожайності та одночасно зменшує собівартість вирощеної продукції – чистий прибуток та рентабельність виробництва зростають.

Застосування добрив під посів сої Аріса на темно-сірому опідзоленому оглеєному ґрунті у ФГ «Ясінська» також впливало на рентабельність її вирощування. Результати оцінки економічної та енергетичної ефективності застосування добрив наведено у таблиці 4.1.

Оскільки внесення мінеральних добрив сприяє збільшенню врожайності сої Аріса, це супроводжується збільшенням вартості продукції.

Ціна реалізації насіння сої в середньому за 2022-2023 роки становила 15000 тис. грн. І відповідно найменша вартість зерна отримана на ділянці контролю – 27600 грн/га. За максимальної врожайності (вар. 4) вартість отриманого зерна також була найвищою – 39750 грн/га, тобто на 12150 грн./га перевищувала показник контролю. Водночас можна зауважити, що з використанням добрив зростають не лише врожайність і вартість зерна сої, але й виробничі затрати, оскільки витрачаються додаткові кошти на закупівлю добрив та їх внесення.

Виробничі затрати на вирощування сої без використання добрив

становили у досліді 13864 грн./га, а на ділянках, де здійснювали удобрення коливалися в межах 15488,0 – 17639,5 грн/га. Максимальні затрати відповідають ділянці варіанту 4 з найвищою нормою удобрення.

**Таблиця 4.1**

**Економічна та енергетична ефективність застосування мінеральних добрив в посівах сої сорту Аріса**

Показник	Варіанти досліді			
	1	2	3	4
Урожайність, т/га	1,84	2,16	2,42	2,65
Вартість продукції, грн./га	27600	32400	36300	39750
Виробничі затрати, грн./га	13864	15488	16680	17639
Собівартість, грн./т	7534,8	7170,4	6892,6	6656,2
Чистий прибуток, грн./га	13746	16912	19620	22111
Рівень рентабельності, %	99,1	109,2	117,6	124,4
Енергоємність технології, МДж	20348	24560	25923	26450
Енергоємність урожаю, МДж	35780	46004	50380	53816
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,76	1,87	1,94	2,03

Собівартість вирощеного зерна залежить від співвідношення між виробничими витратами та врожайністю. Якщо врожайність зростає інтенсивніше, ніж виробничі витрати, собівартість вирощування культури знижується, що позитивно впливає на рентабельність виробництва.

У досліді собівартість вирощування сої Аріса була найвищою на ділянці контролю – 7534,8 грн./т та знижувалася при внесенні добрив. Мінімальна норма добрив у досліді (варіант 2) сприяла зниженню собівартості зерна сої до 7170,4 грн./т, тоді як максимальна норма добрив – до 6656,2 грн./т. Відповідно різниця собівартості зерна при внесенні мінімальної та максимальної норми добрив становила 514,2 грн/т. Тоді як різниця між найвищою та найнижчою собівартістю у досліді становила 878,6грн./т.



Чистий прибуток коливався на ділянках досліду від 13746 грн/га на ділянці контролю до 22111 грн./га на ділянці варіанту 4 при внесенні  $N_{90}P_{45}K_{45}$ . Тобто внесення максимальної кількості добрив збільшує чистий прибуток у 1,5 рази.

Відповідно до зміни чистого прибутку змінюється і рівень рентабельності вирощування сої. Найменше значення показника рентабельності отримано на ділянці контролю – 99,1%. У варіантах з внесенням добрив рівень рентабельності зростає до 109,2 – 124,4 %. Найбільшим рентабельним з економічної точки зору було внесення мінеральних добрив у кількості  $N_{90}P_{45}K_{45}$  (варіант 4), що забезпечило перевищення показника над рівнем контролю на 15,2 %.

Внесення мінеральних добрив у досліді зумовлювало збільшення енергоємності технології вирощування сої від 20348 МДж на ділянці контролю до 26450 МДж – на ділянці варіанту 4 ( $N_{90}P_{45}K_{45}$ ). Одночасно зі збільшенням енергоємності технології зростає і енергоємність врожаю, оскільки за використання добрив ми отримуємо вищий врожай зерна. Мінімальну енергоємність врожаю отримано на контролі – 35780 МДж, максимальну – на ділянці варіанту 4 – 53816 МДж. Як бачимо, зростання енергоємності врожаю є інтенсивнішим, ніж енергоємності технології. Тому у досліді коефіцієнт енергетичної ефективності зростає від 1,76 на контролі до 2,03 – на ділянці варіанту 4.

Отже, мінеральні добрива, внесені під посів сої Аріса на темно-сірому опідзоленому оглеєному ґрунті, сприяють підвищенню економічної та енергетичної ефективності вирощування культури. Найбільший позитивний ефект забезпечила норма добрив  $N_{90}P_{45}K_{45}$ .

## ВИСНОВКИ

Загалом можна стверджувати, що природні умови та темно-сірі опідзолені ґрунти ФК «Ясінська» с. Пустовіти Хмельницького району Вінницької області є придатними для вирощування сої. Вивчення впливу добрив на продуктивність сої Аріса дозволяє сформулювати наступні висновки:

1. Внесення мінеральних добрив у ґрунт позначилося на показниках польової схожості насіння сої та виживання рослин упродовж періоду вегетації. Найбільша густина сходів та польова схожість насіння зафіксована на ділянці з нормою удобрення  $N_{90}P_{45}K_{45}$ : густина сходів 60,5-61,5 шт./м<sup>2</sup>, середня польова схожість – 93,8%.
2. Більш відчутним є вплив добрив на густоту рослин перед збиранням врожаю. На ділянці варіанту 4, де внесено  $N_{90}P_{45}K_{45}$ , густина рослин наприкінці вегетації була найвищою – 58,2 шт./м<sup>2</sup>, приріст до контролю – 13,6%. Відповідно показник виживання рослин за період вегетації за вказаної норми добрив також є найвищим (95,5%).
3. Висота рослин у досліді залежала від рівня мінерального живлення посівів сої. Якщо найнижчими рослини були на ділянці контролю (73 см), то внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  забезпечило у висоту на 16 см – найбільша висота рослин у досліді становила 89 см.
4. Паралельно з висотою рослин внесення мінеральних добрив сприяло покращенню показників індивідуальної продуктивності сої. Зокрема, найкращі результати отримано за норми удобрення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  – кількість бобів на рослині (33,7 шт.), кількість насінин з однієї рослини (57,0 шт.) та маса 1000 насінин (203,8 г).
5. Врожайність сої сорту Аріса зростає за умови внесення мінеральних добрив. Якщо середня врожайність контролю становить 1,84 т/га, то за умови внесення  $N_{90}P_{45}K_{45}$  цей показник зростає до 2,65 ц/га та є найвищим серед запропонованих варіантів. Приріст до контролю

становить 0,82 т/га або 44,4%.

6. Проведений дослід підтверджує той факт, що мінеральні добрива впливають на якісні показники зерна сої. Не зважаючи на зменшення олійності при внесенні добрив (від 20,7% на ділянці контролю до 17,5% при внесенні N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>), збір олії з одиниці площі зростає за рахунок підвищення врожайності. Вміст та збір білка при внесенні добрив збільшуються. Найкращим варіантом удобрення було внесення N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> – збір олії з одиниці площі становить 4,63 ц/га, білка – 10,68 ц/га.
- 4 Чистий прибуток коливався на ділянках досліді від 13746 грн/га на ділянці контролю до 22111 грн./га на ділянці варіанту 4 при внесенні N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>. Тобто внесення максимальної кількості добрив збільшує чистий прибуток у 1,5 рази. Відповідно до зміни чистого прибутку змінюється і рівень рентабельності вирощування сої. Найменше значення показника рентабельності отримано на ділянці контролю – 99,1 %. У варіантах з внесенням добрив рівень рентабельності зростав до 109,2 – 124,4 %. Найбільшим рентабельним з економічної точки зору було внесення мінеральних добрив у кількості N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (варіант 4), що забезпечило перевищення показника над рівнем контролю на 15,2 %.
- 5 Внесення мінеральних добрив у досліді зумовлювало збільшення енергоємності технології вирощування сої від 20348 МДж на ділянці контролю до 26450 МДж – на ділянці варіанту 4 (N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>). Одночасно зі збільшенням енергоємності технології зростає і енергоємність врожаю, оскільки за використання добрив ми отримуємо вищий врожай зерна. Мінімальну енергоємність врожаю отримано на контролі – 35780 МДж, максимальну – на ділянці варіанту 4 – 53816 МДж. Як бачимо, зростання енергоємності врожаю є інтенсивнішим, ніж енергоємності технології. Тому у досліді коефіцієнт енергетичної ефективності зростає від 1,76 на контролі до 2,03 – на ділянці варіанту 4.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Вінниччини для вирощування сої сорту Аріса на темно-сірому опідзоленому ґрунті рекомендовано вносити мінеральні добрива у кількості  $N_{90}P_{45}K_{45}$  (гранульований суперфосфат та калійна сіль під основний обробіток, карбамід – у передпосівну культивуацію). Вказана норма добрив сприятиме покращенню умов живлення рослин та забезпечить отримання високого врожаю зерна сої з добрими якісними показниками.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамень Ф. Ф., Вергунов В. А., Лазер П. Н., Вергунова И. Н. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине. Киев: Аграрна наука, 2006. 456 с.
2. Артеменко С. Ф., Ковтун О. В. Продуктивність сої залежно від різних доз добрив та основної обробки ґрунту у сівозмінах короткої ротації. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С.62-66.
3. Бабич А. О. Колісник С. П., Побережна А. А. Розміщення посівів і технології вирощування сої в Україні. Пропозиція. 2000. № 5. С. 3-11.
4. Бабич-Побережна А. А. Соя і соєві продукти на світовому ринку. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 213-216.
5. Балюк С. А., Лазебна М. Є. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів (актуалізований станом на 27.04.2009). Харків, 2009. 37 с.
6. Бойко О. О. Вплив виробничих факторів на рентабельність соє виробництва в Україні. Економіка АПК. 2013. № 3. С. 46-50.
7. Бунчак О. М. Економічна ефективність застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в технології вирощування сої [Електронний ресурс]. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2017. Вип. 27. С. 240-245. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu\\_2017\\_27\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2017_27_33) (дата звернення: 25.04.2020).
8. Бунчак О. М. Урожайність і якісні показники зерна сої залежно від застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 5.
9. Волкогон В. В., Пиріг О. В., Британ Т. Ю. Спрямованість ґрунтово-мікробіологічних процесів за впливу органічних і мінеральних добрив [Електронний ресурс]. Вісник аграрної науки. 2018. № 6. С. 5-11. URL:

- [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2018\\_6\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_6_3) (дата звернення: 18.02.2021).
10. Гаврилюк В. А., Валецька О. В., Ковальчук Н. С. Ефективність органо-мінеральних добрив у післядії внесення [Електронний ресурс]. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки. 2019. Вип. 1. С. 140-149. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgr\\_sg\\_2019\\_1\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvgr_sg_2019_1_16) (дата звернення: 15.09.2020).
  11. Гангур В.В., Космінський О. О., Міщенко О. В. Вплив мінеральних добрив на вміст поживних речовин у ґрунті та урожайність гібридів соняшнику різних груп стиглості [Електронний ресурс]. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 116-121. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA\\_2021\\_1\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2021_1_15) (дата звернення: 03.04.2021).
  12. Геренчук К. І. Природа Івано-Франківської області. Львів: ВО Вища школа, 1973, 160 с.
  13. Гладкіх Є. Ю. Агроекологічні аспекти застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 83. С. 36-41.
  14. Господаренко Г. М., Бойко В. П., Прокопчук І. В., Стасіневич О. Ю. Вміст і баланс гумусу у ґрунті за різних доз і співвідношень мінеральних добрив у польовій сівозміні [Електронний ресурс]. Миронівський вісник. 2019. Вип. 8. С. 108-122. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/myrbull\\_2019\\_8\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/myrbull_2019_8_11) (дата звернення: 25.04.2020).
  15. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 115-121.
  16. Григоренко С. В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Т. 15, № 2. С. 143-154. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2019\\_15\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2019_15_2_7) (дата звернення: 25.04.2020).

17. Грицик В., Канарський Ю., Бедрій Я. Екологія довкілля. Охорона природи. Київ: Кондор, 2009. 290с.
18. Губенко Л. В., Голодна А. В., Ремез Г. Г. Вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на урожайність та якість насіння сої. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2019. Вип. 27. С. 89-96.
19. Губенко Л. В., Задубинна Є. В., Ветрова Н. О. Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та застосування мінеральних добрив. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 2. С. 35-43.
20. Гудзь С., Сківка Л., Присяжнюк О., Цвей Я. Мікробіологічна активність ґрунту за вирощування сої з різними варіантами добрив. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія. 2020. Вип. 1. С. 57-63.
21. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А., Боднар Ю. Д., Буслаєва Н. Г. Зміна агрофізичних показників сірого лісового ґрунту за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив. Вісник аграрної науки. 2020. № 1. С. 19-24.
22. Дерев'янський В. П. Соя. Київ, 1994. С. 61-69.
23. Державний реєстр рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. Київ, 2020.
24. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Київ: Знання, 2006. 319 с.
25. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України [Електронний ресурс]. Наукові горизонти. 2019. № 1. С. 33–39. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau\\_2019\\_1\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2019_1_7) (дата звернення: 17.06.2020).
26. Дідора В.Г., Ступніцька О.С. Баранов А.І. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2013. № 1(1). С. 80-83. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau\\_2013\\_1%281%29\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2013_1%281%29_13)

(дата звернення: 20.11.2019) (дата звернення: 02.02.2021).

27. Екологічні проблеми землеробства / За ред. І. Д. Примака. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.
28. Задорожний В.С., Свитко С.М. Вплив листових підживлень бактеріальними добривами на продуктивність сої. Корми і кормовиробництво. 2018. Вип. 86. С. 87-94.
29. Заєць С. О., Нетіс В. І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами на посівах сої в умовах зрошення. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон. 2016. Вип. 66. С. 60-62.
30. Іваніна Р. В., Дубовий Ю. П., Сенчук С. М. Стан гумусу чорнозему вилугуваного та післядія добрив за тривалого їх застосування у зернових ланках сівозміни [Електронний ресурс]. Новітні агротехнології. 2019. № 7. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr\\_2019\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2019_7_7) (дата звернення: 02.02.2021).
31. Інтерактивна карта ґрунтів України. [Електронний ресурс]. URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy> (дата звернення: 20.09.2019)
32. Кабанець В.М., Собко М.Г., Мурач О.М. Функціонування симбіозу "bradyrhizobium iaropicum-соя" і врожайність сої за впливу ризогуміну та фізіологічно активних речовин. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 58-66.
33. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування врожаю сої у північному Лісостепу. Вісник аграрної науки. Київ, 2006, № 9. С. 36-42.
34. Касіяничук Д.В. Еколого-геологічна оцінка стану ґрунтового покриву території Івано-Франківської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. Київ: ДЕА, 2020. № 2(29). Т. 2. С. 112-119.
35. Кондратюк С. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 3. С. 114-119.



36. Коць С. Я., Рибаченко Л. І., Пухтаєвич П. П., Мокрицький К. А. Формування та функціонування симбіотичних систем соя - *Bradyrhizobium japonicum* за впливу комплексів наночастинок карбоксилатів мікроелементів [Електронний ресурс]. Сільськогосподарська мікробіологія. 2019. Вип. 29. С.12-20. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik\\_2019\\_29\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2019_29_4) (дата звернення: 14.04.2021).
37. Кукол К. П., Воробей Н. А., Пухтаєвич П. П., Коць С. Я. Вплив біопрепаратів бульбочкових бактерій із кармоїзином на формування та функціонування симбіотичних систем соя–*Bradyrhizobium japonicum* [Електронний ресурс]. Plant Varieties Studying and Protection. 2021. Т. 17, № 2. С. 123-129. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2021\\_17\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2021_17_2_7) (дата звернення: 25.02.2021).
38. Лагуш Н. І. Вплив тривалого застосування добрив у зерно-просапній сівозміні на агрохімічні властивості ґрунту та продуктивність конюшини лучної. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2019. № 2. С. 25-28.
39. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. 800 с.
40. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ “Українські технології”, 2008. 624 с.
41. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив: підручник. Київ: Вища школа, 2002. 317 с.
42. Літвінов Д.В. Екобезпечне використання добрив у короткоротаційних сівозмінах Лісостепу [Електронний ресурс]. Агроєкологічний журнал. 2014. № 3. С. 58-64. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2014\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2014_3_11) (дата звернення: 18.03.2021).
43. Лопушняк В., Засекін Н., Лагуш Н. Вплив післядії ферментованих органічних добрив на агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту та кормову продуктивність конюшини лучної. Вісник

- Львівського національного аграрного університету. Агрономія. 2016. №20. С. 156-160.
44. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ: ЦП "Компринт". 328 с.
  45. Мартинюк А. Т. Поживний режим ґрунту і врожайність буряку цукрового після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні [Електронний ресурс]. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. № 1. С. 42-46. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnuc\\_2020\\_1\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnuc_2020_1_10) (дата звернення: 02.08.2021).
  46. Мельник В. І., Романащенко О. А., Циганенко М. О. та ін. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти [Електронний ресурс]. Інженерія природокористування. 2020. № 3. С. 29-34. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk\\_2020\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk_2020_3_7) (дата звернення: 02.02.2021).
  47. Мельник В. М., Коць С. Я. Формування і функціонування симбіотичних систем соя–*Bradyrhizobium japonicum* за різного водозабезпечення [Електронний ресурс]. Физиология растений и генетика. 2015. Т. 47, № 6. С. 483-490. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2015\\_47\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2015_47_6_5) (дата звернення: 14.04.2020).
  48. Мельникова Н. М., Коць С. Я. Вплив бульбочкових бактерій козлятника на формування симбіозу соя–*Bradyrhizobium japonicum* 6346 [Електронний ресурс]. Сільськогосподарська мікробіологія. 2019. Вип. 29. С. 29-36. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik\\_2019\\_29\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2019_29_6) (дата звернення: 22.02.2020).
  49. Мерленко І. М. Агроекологічні аспекти використання нетрадиційних добрив "Біотерм-С" в умовах Західного Полісся України [Електронний ресурс]. Сільськогосподарські машини. 2019. Вип. 42. С. 55-60. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah\\_2019\\_42\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah_2019_42_9) (дата звернення: 05.05.2021).
  50. Михайлов В. Г., Стрихар А. Е., Щербина О. З., Черненко Є. В. Основи технології вирощування сої. Київ: ВП "Едельвейс", 2012. 24 с.

51. Надкернична О.В. Особливості впливу деяких азотфіксуючих бактерій на розвиток рослин сої. Корми і кормовиробництво : міжвідом. темат. наук. зб. Вінниця, 2001. Вип. 27. С. 112-114.
52. Наконечний Ю. І. Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів: навчальний посібник. Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2013. 373 с.
53. Наумов О. Б., Білоусов О. М. Соя як економічна та сировинна складова олієжирового комплексу України [Електронний ресурс]. Бізнес-навігатор. 2011. № 1. С. 71-73. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnav\\_2011\\_22\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnav_2011_22_15) (дата звернення: 15.07.2020).
54. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. Вип. 99. С. 100-107.
55. Ніконенко В. М. Вплив тривалого внесення мінеральних добрив на вміст обмінних катіонів у ґрунті [Електронний ресурс]. Агрохімія і ґрунтознавство. 2019.
56. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: навчальний посібник. Вінниця, 2011. 374 с.
57. Папіш І. Я. Практикум з фізики ґрунту. Ч. 1. Фізика твердої фази ґрунту. Львів, 2001. 95 с.
58. Пархуць Б. Продуктивність сої залежно від рівня мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісник ЛНАУ. 2019. № 23. С. 257-260.
59. Пиндус В. В. Азотфіксувальна здатність сої за органічного вирощування в Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробством НААН». 2013. Ви. 1-2. С. 109-114.
60. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Формування елементів продуктивності та врожайності сортів сої під впливом застосування біостимуляторів росту. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2011. № 16. С. 112-116.

61. Примак І. Д., Войтовик М. В., Панченко О. Б., Присяжнюк Н. М., Ображій С. В., Панченко І. А., Філіпова Л. М. Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива [Електронний ресурс]. Агробіологія. 2020. № 2. С. 147-159. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr\\_2020\\_2\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2020_2_19) (дата звернення: 24.02.2020).
62. Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю., Малярєнко О. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування сортів сої залежновід застосування добрив, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. Новітні агротехнології. 2018. № 6. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr\\_2018\\_6\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2018_6_6) (дата звернення: 02.02.2021).
63. Сальник В. П., Волкогон В. В., Мальцева Н. М., Мамчур О. Е. Вплив інокуляції і регулятора росту триман-1 на активність азотфіксації, розвиток та формування симбіозу люцерни з бульбочковими бактеріями. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. № 6. С. 529-534.
64. Січкарь В., Адамовська В., Шерстобитов В., Дрига М. Сорти сої. Соя – найперспективніша культура ХХІ століття. Чернігів, 2000. С. 10-11.
65. Стойко Н. Є. Економічне стимулювання раціонального використання земель в ерозійно небезпечних агроландшафтах. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2005. Вип. 15.4. С. 75-79.
66. Термієнко О.О. Формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2017. Вип. 84. С. 141-149. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik\\_2017\\_84\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2017_84_25) (дата звернення: 25.08.2020).
67. Тимчук В. М., Цехмейструк М. Г., Матвієць В. Г. Соя в системі стандартизованих сировинних ресурсів і трансферу цілісних технологій [Електронний ресурс]. Вісник аграрної науки. 2016. № 2. С. 42-47. URL:

- [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2016\\_2\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2016_2_11) (дата звернення: 02.09.2021).
68. Фадеев В. Соя: продавати чи переробляти? [Електронний ресурс]. Техніка і технології АПК. 2016. № 11. С. 28-33. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark\\_2016\\_11\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark_2016_11_11) (дата звернення: 12.03.2021).
69. Хамаков Х. А. Урожай и качество семян зернобобовых в зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания. Зерновое хозяйство. 2006. №4. С. 30-31.
70. Центило Л. В., Цюк О. А. Баланс азоту, фосфору і калію за застосування добрив [Електронний ресурс]. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 5. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2018\\_5\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_22) (дата звернення: 02.02.2021).
71. Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої [Електронний ресурс]. Сільське господарство та лісівництво. 2018. № 8. С. 82–90. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf\\_2018\\_8\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2018_8_11) (дата звернення: 25.03.2021).
75. Циганська О.І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої [Електронний ресурс]. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 15. С. 83–93. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf\\_2019\\_15\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2019_15_10) (дата звернення: 02.02.2021).
76. Чмель О.П., Круподеря Ю.О., Бондар І.М. Сидерація як альтернатива органічним добривам і засіб збільшення продуктивності агроценозів [Електронний ресурс]. Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання. 2019. № 2. С. 35-44. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_roslyn\\_2019\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2019_2_6) (дата звернення: 02.12.2020).
77. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України [Електронний ресурс]. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 37-42. URL:

- [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA\\_2021\\_1\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2021_1_6) (дата звернення: 06.06.2021).
78. Bhat T. A., Ahmad L., Ganai M. A. et al. Nitrogen fixing biofertilizers; mechanism and growth promotion: a review. *J. Pure Appl. Microbiol.* 2015. Vol. 9, Iss. 2. P. 1675–1690.
  79. Herrige D., Peoples M., Boddey R. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and soil.* 2008. 311. P. 1-18.
  80. Queiroz Rego C. H., Cardoso F. B., da Silva Cândido A. C., Teodoro P. E., Alves C. Co-inoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* increases yield and quality of soybean seeds. *Agronomy Journal.* 2018. Vol. 110, № 6. P. 1–8. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.04.0278> (дата звернення: 02.02.2021).

## **ДОДАТКИ**

Додаток А

Технологічна карта вирощування сої, після попередника пшениця озима

Види робіт	Одиниця	Обсяг робіт	Норма виробіт	Тарифна ставка, грн./га	Технічні засоби для виконання робіт	Вартість матеріальних ресурсів: пальне, насіння, добрива, пестициди та ін., грн.	Амортизація та непередбачені витрати,	Всього витрат по виду робіт, грн
Лущення стерні на глибину 8 см	га	1	5	20		5 x 27 грн. = 135 грн.	20	300
Транспортування та внесення мінеральних добрив: суперфосфат гранульований, калійна сіль	ц ц	15 2	- 25	5	Транспортний засіб ПЄ-08х 2 рази  John Deere 8310 + Amazone	Перевезення – 200 грн. 3 л x 27 грн. = 85 грн. 4400 грн. 3150 грн.	30	7840
Оранка на h = 27 см	га	1	5	20	Challenger MT 865D + Kverneland PM 100-6	15 x 27 грн. = 324 грн.	30	500
Ранньовесняне боронування	га	1	15	8	Case Qvadtrac 550 + Vaderstad Aggressive	5 x 27 грн. = 135 грн.	30	300
Протруєння насіння	т	2			Ел. дв.+ПСШ-5	Табу Нео (0,7 л/т) = 0,7*1485 = 1040 грн Вітавакс 200ФФ (5 л/т) = 1650 грн	40	2730
Транспортування та внесення мінеральних добрив (карбамід)	ц ц	15 2	- 25	5	Транспортний засіб ПЄ-08х  John Deere 8310 + Amazone	Перевезення – 200 грн. 1,2 л x 27 грн. = 32,4 грн. 2 л x 27 грн. = 54 грн.	30	6046



Передпосівна культивация комбінатором	га	1	25	10	Case Qvadtrac 550 + Lemken Gigant	5 х 27 грн. = 135 грн.	30	290
Транспортування насіння	кг	6	-	10	Транспортний засіб	2 л х 27 грн. = 54 грн.	40	300
Сівба з формуванням технологічної колії	ц	1	30	20	John Deere 8310 + сівалка Agrisem	5л х 27 грн. = 135 грн. Насіння 0.3 п.о. = 2000грн.	30	1400
Внесення засобів захисту рослин 1	га	1	25	20	Cebeco	1,2 л х 27 грн. = 32,4 грн. Торнадо 500 = 2,0 л/га х 500 грн. = 1000грн.	40	1100
Внесення засобів захисту рослин 2	га	1	25	20	Cebeco	1,2 л х 27 грн. = 32,4 грн. Норвел 2,0 л/га х 340 грн. = 680грн. Стробітрек 0,3 кг/га = 900 грн Золон 3 л/га *600 = 1800 грн Мікродобриво Фреш Енергія 1 кг/га = 400 грн	40	3900
Внесення засобів захисту рослин 3	га	1	25	20	Cebeco	1,2 л х 27 грн. = 32,4 грн. Талер (1,0 л/га) = 600 грн Резонанс (1,5 л/га) 500 грн Маджестік Бор 3,0 л/га = 600 грн	30	1770
Десикація	га	1	25	20		Супер Мачо 0,1 л/га =510	30	550
Пряме комбайнування	га	1	10	50	SAMPO 3085	15 л х 27 грн. = 405 грн.	30	510
<b>Разом по технології</b>				<b>260</b>		<b>17160</b>	<b>480</b>	<b>17640</b>

**МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ДАНИХ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ  
СОРТУ АРІСА ЗА 2022 РІК**

**Однофакторний дисперсійний аналіз**

Одиниця вимірювання даних ц/га  
Варіантів – 4, повторностей – 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторності		
1	17.77	17.10	18.30	17.90
2	21.76	22.00	21.40	21.89
3	23.67	23.50	24.60	22.90
4	25.83	26.60	25.20	25.70

Середня по досліді - 22.26 ц/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
загальна	109.00	11		-
повторень	0.17	2		
варіантів	105.55	3	35.18	64.39
залишку	3.28	6	0.55	

Похибка середнього = 0.43 похибка різниці середніх = 0.60НІР = 1.48 ц/га або

Сила впливу фактора = 0.97

Точність досліді = 1.92% Варіація даних = 14.14%

**МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ДАНИХ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ  
АРІСА ЗА 2023 РІК**

**Однофакторний дисперсійний аналіз**

Одиниця вимірювання даних ц/га  
Варіантів – 4, повторностей – 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторності		
1	18.87	19.80	18.70	18.10
2	22.03	22.60	21.50	22.00
3	24.60	25.10	23.90	24.80
4	27.23	26.50	27.30	27.90

Середня по досліді - 23.18 ц/га

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	F
загальна	118.96	11		
повторень	0.85	2		
варіантів	115.10	3	38.37	76.39
залишку	3.01	6	0.50	

Похибка середнього – 0.41

Похибка різниці середніх –  $0.58\text{НІР} = 1.42$  ц/га або 6.11%

Сила впливу фактора – 0.97

Точність досліді – 1.76% Варіація даних – 14.18%