

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Пічугіна Ксенія Сергіївна

УДК: 635.755:633 15:631.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**БІОЕНЕРГЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД
АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ ПСП «БАТЬКІВЩИНА»
ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело _____ К.С. Пічугіна

Керівник роботи

канд. с.-г. наук, доцент Довбиш Л.Л.

Житомир—2024

ЗМІСТ

	сторінка
АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ (огляд літератури)	7
1.1. Значення та виробництво сої в Україні та світі	7
1.2. Вплив мінеральних добрив на формування продуктивності сої	10
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПОРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	15
2.1. Місце та умови проведення досліджень	15
2.2. Програма та методика проведення досліджень	15
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ	18
3.1. Формування продуктивності сої під дією досліджуваних факторів ...	18
3.2. Врожайність сої Ментор залежно від різних норм добрив	25
3.3. Залежність якісних показників насіння сої Ментор від рівня удобрення	27
3.4. Економічна та енергетична доцільність застосування добрив під посів сої Ментор	29
ВИСНОВКИ	32
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	34
ДОДАТКИ.....	39

АНОТАЦІЯ

Пічугіна К.С. Біоенергетична продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів в умовах ПСП «Батьківщина» Житомирського району Житомирської області. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота складається з 42 сторінок комп'ютерного набору, яка містить 5 таблиць і 5 рисунків. У роботі міститься вступ, три розділи, висновки, пропозиції щодо виробництва та додатки. У списку використаних джерел є 45 найменувань.

У кваліфікаційній роботі описано результати дослідження впливу різних систем удобрення на продуктивність сої сорту Ментор.

Проведені дослідження показали, що застосування мінеральних добрив збільшує врожайність сої сорту Ментор. Якщо середня врожайність на контролі становила 2,35 т/га, внесення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ збільшить врожайність до 2,91 т/га, що є найвищим із запропонованих варіантів. Приріст до контролю становить 23,69 відсотка, або 0,56 т/га. На 4 варіанті чистий прибуток був найвищим (16281 грн/га). На цьому варіанті було одержано найвищу вартість продукції 34920 грн/га. Енергетична оцінка ефективності використання добрив показала, що найкращим варіантом був 4, де вносили $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$, коефіцієнт енергетичної ефективності складав 1,20.

Ключові слова: соя, структура урожаю, бульбочкові бактерії, врожайність, мінеральні добрива, якісні показники, економічна ефективність, енергетична ефективність.

ANNOTATION

Pichugina K.S. Bioenergy productivity of soybeans depending on agrotechnical measures in the conditions of the private agricultural enterprise “Batkivshchyna” of Zhytomyr district, Zhytomyr region - Qualification work on the rights of a manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 201 - agronomy - Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work consists of 42 pages of computer typing, which contains 5 tables and 5 figures. The work contains an introduction, three chapters, conclusions, suggestions for production and appendices. The list of references includes 45 titles.

The qualification work describes the results of the study of the effect of different fertilizer systems on the productivity of soybean variety Mentor.

The studies have shown that the use of mineral fertilizers increases the yield of soybeans of the Mentor variety. If the average yield on the control was 2.35 t/ha, the introduction of N45P40K40 + (N15) will increase the yield to 2.91 t/ha, which is the highest of the proposed options. The increase to the control is 23.69 percent, or 0.56 t/ha. Option 4 had the highest net profit (16281 UAH/ha). This variant had the highest product value of 34920 g/ha. The energy assessment of fertilizer use efficiency showed that the best option was 4, where N45P40K40 + (N15) was applied, the energy efficiency coefficient was 1.20.

Keywords: soybean, crop structure, nodule bacteria, yield, mineral fertilizers, quality indicators, economic efficiency, energy efficiency.

ВСТУП

Соя займає провідне місце серед основних високобілкових та олійних культур світового землеробства, що обумовлює постійне збільшення її посівних площ у світі. Протягом вегетаційного періоду вона здатна синтезувати значні обсяги білка та жиру, а також більшість органічних сполук, що існують у рослинному світі. Завдяки своєму багатому хімічному складу соя є універсальною культурою, яку активно використовують у продовольчому, кормовому та олійному напрямках. За продуктивністю та якісними характеристиками вона не має аналогів серед інших культур.

В Україні за останні 10 років площі посівів сої збільшилися з 583 тис. га до 1,8 млн га. Розширення її виробництва спрямоване на вирішення проблеми дефіциту рослинного білка та нарощування експортного потенціалу білкових ресурсів. Динамічний розвиток технологій вирощування сої є важливим як для прогресу рослинництва загалом, так і для досягнення максимальних врожаїв у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Глобальні кліматичні зміни сприяли пристосуванню агрокліматичних умов зони для вирощування різностиглих сортів сої, адаптованих до регіональних умов.

Соя є відносно новою культурою, що вимагає вдосконалення технологій вирощування різних сортів, а також оптимізації системи удобрення, яка досі залишається предметом дискусій. Невирішеними залишаються питання ефективного захисту посівів від бур'янів та нові підходи до застосування фунгіцидів для боротьби з хворобами сої. Актуальність цих проблем і зумовила вибір теми дослідження.

Мета роботи – визначити особливості формування врожайності, якості зерна та біоенергетичної продуктивності сої залежно від рівня мінерального удобрення.

Завдання дослідження:

1. Дослідити ріст, розвиток та потенціал врожайності сої залежно від рівнів удобрення.

2. Вивчити формування густоти посівів при застосуванні різних норм добрив.

3. Встановити закономірності азотфіксації сої при комбінованому застосуванні допосівного та позакореневого азотного живлення.

4. Оцінити економічну та біоенергетичну ефективність технологічних моделей вирощування сої в умовах Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку та формування врожайності сої, а також якісні показники її зерна під впливом різних факторів.

Предмет дослідження – сорт сої Ментор, технології вирощування, норми мінерального живлення у взаємодії з ґрунтово-кліматичними умовами досліджуваного регіону.

Методи дослідження: польовий – для вивчення впливу погодних та агротехнічних факторів; візуальний – для реєстрації фенологічних фаз розвитку рослин; ваговий – для оцінки біохімічних показників росту, вмісту сухої речовини; кількісний – для визначення густоти посівів, схожості та виживання рослин; метод пробного снопа – для оцінки індивідуальної продуктивності рослин; лабораторний – для аналізу якісного складу зерна; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної та енергетичної ефективності технологій.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Dovbysh L., Kravchuk M., Nychyporchuk M., Borovichuk V., Pichuhina K., Smarchevskyi K., The effect of foliar fertilization with Manganese and Zinc on the productivity of pea varieties with different growing seasons Scientific Collection «InterConf+». 2024. № 52 (229) P. 488-497

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 42 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 5 таблиць та 5 рисунків. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури нараховує 45 найменувань.

РОЗДІЛ 1 АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

(огляд літератури)

1.1. Значення та виробництво сої в Україні та світі.

Соя – найдавніша зернобобова культура. У Китаї соя була відома ще 4 тисячі років до нашої ери. З давніх часів її вирощували й в інших країнах Азії, зокрема в Індії, Японії, Кореї, В'єтнамі та Індонезії, де соя є основним джерелом отримання рослинного білка і олії і використовується в їжу в найрізноманітніших видах [1].

Насіння цієї рослини під час урочистих церемоній китайський імператор сіяв власноруч. У Європі соя 19 з'явилася у XVIII столітті, проте лише у XX столітті соя справді підкорила весь світ [4]

Походження виду *G. hispida* Maxim, безумовно, присвячене Південно-Східній Азії, де досі зустрічаються її дикі види, а зерно використовують у їжу з давніх часів. Тут зосереджено величезну різноманітність аборигенних сортів, є примітивні, з ознаками дикунів, кучеряві культурні форми, тут же поширений споріднений вигляд - *G. gracilis* Skworz. - І дикорослий родич - *G. ussuriensis* Rgl. Et Maack. [1, 4, 5].

На сучасному етапі розвитку сільського господарства, з врахуванням зростаючої промисловості в рослинному білку, соя є високо затребуваною культурою. Вона має важливе значення у вирішенні білкової проблеми і забезпеченості сировиною ряду галузей промисловості. Інтерес сільгоспвиробників до вирощування сої обумовлений високою поживною цінністю зерна цієї культури. В ньому міститься від 30-45 рослинного білку, 17-27% олії, 20-30% вуглеводів і біля 2% різних вітамінів. [1, 4, 5]

Динаміка росту посівних площ сої в останній час, має тенденцію до збільшення. Але середня врожайність сої в останні роки не перевищувала 2,2 т/га, що значно нижче її потенційних можливостей. Одним із основних факторів обмежуючих продуктивність культури є нестача елементів мінерального

живлення, а саме необхідних для рослин мікроелементів, нестача яких призводить до порушення важливих біологічних процесів, які протікають в рослинах.[6]

Зернові бобові культури слугують важливим джерелом рослинного білка для харчування людей і тварин. Їх вирощування сприяє не лише збереженню, але й підвищенню родючості ґрунту, головним чином, внаслідок накопичення ними азоту в процесі симбіозу з бульбочковими бактеріями. [7]

Соя універсальна та найпоширеніша на Землі зернобобова культура світового значення. Завдяки багатому та різноманітному хімічному складу у неї немає рівних серед продовольчих, технічних та кормових культур, крім того вона має також і велике цілюще значення. [7]

Соя - це одночасно цінна олійна та «високобілкова культура, в зерні якої міститься до 43% (а в окремих випадках до 50-52%) повноцінного білка, що збалансований за складом амінокислот (протеїн сої за складом близький до білка курячих яєць)», її олія відноситься до легкозасвоюваних, містить жирні кислоти, які не може виробляти організм тварин і людини, а його кількість у зерні сої досягає 27% (за кількістю олії соя може «конкурувати з багатьма технічними культурами, які спеціально вирощуються для виробництва олії.» Крім того, в ньому міститься до 30% вуглеводів). крохмалю), а також багато вітамінів. [1, 4, 5]

Обробляючи сою, господарства одержують два повноцінні врожаї: білки та олії. Хімічний склад насіння сої вирізняється оптимальним поєднанням не лише білка та жиру, але й наявністю біологічно активних речовин, зокрема фосфатидів (2,5%), легкозасвоюваних мінеральних солей (кальцію, калію, магнію, фосфору) та вітамінів, таких як В1, В2, В3, В6, РР і С. Тому сою використовують також і для промислового одержання вітамінів. [4, 5, 8]

Соя є економічно вигідною культурою, яку можна вирощувати без використання азотних добрив та пестицидів. Вона не лише не завдає шкоди навколишньому середовищу, а й сприяє його збереженню, що робить її незамінною та перспективною культурою. Завдяки високому вмісту білка та інших корисних компонентів соя визнана організацією ЮНЕСКО стратегічною

культурою. Нині вона є основою світового кормовиробництва, забезпечуючи виробництво якісного м'яса, молока та яєць.

Корми на основі сої є високопоживними: 1 кг насіння сої містить 1,38 к.од. та 380 г перетравного протеїну, соєве борошно – 1,20 к.од. та 375 г, шрот – 1,21 к.од. та 420 г, макуха – 1,19 к.од. та 410 г, зелена маса – 0,21 к.од. та 35 г, сіно – 0,51 к.од. та 140 г, солома – 0,38 к.од. та 48 г, трав'яне борошно – 0,69 к.од. та 120 г, кукурудзяно-соєвий силос – 0,15 к.од. та 22 г протеїну. Соя є основним джерелом рослинного білка для кормів, адже вміст протеїну в її насінні досягає 38-40%. Один кілограм сої за вмістом білка може замінити близько двох кілограмів м'яса або риби. Основними країнами-виробниками сої є Бразилія, США та Аргентина. На ці три країни припадає понад 80% світового виробництва, при цьому частка Бразилії становить 35-40%. За останніми оцінками USDA (червень 2024 року), світове виробництво сої в сезоні 2023/24 досягло приблизно 370 млн тонн, що на 10 млн тонн більше, ніж у попередньому сезоні (360 млн тонн).



Рис.1.1. Світове виробництво сої млн.т [11]

Сою не можна віднести до традиційних культур, які зазвичай вирощували українські агровиробники. До 2010 року загальна площа посівів сої в Україні становила близько 1 млн га [9, 12].

У 2010-х роках, особливо в першій половині цього періоду, спостерігався значний прогрес у розвитку соєвого виробництва: суттєво збільшилися як площі посівів, так і рівень врожайності культури. Вирощування сої стало досить прибутковим для фермерів, а в окремі роки вона навіть була однією з найрентабельніших сільськогосподарських культур.

Окрім прямої економічної вигоди, слід враховувати й позитивний вплив сої на сівозміну, оскільки вона є чудовим попередником для більшості культур, що підвищує ефективність вирощування наступних рослин.

Упродовж останнього десятиліття основними регіонами вирощування сої були центральні області України, зокрема Полтавська, Вінницька, Кіровоградська та Київська області. Останніми роками значне розширення площ посівів спостерігається і в західних регіонах, таких як Хмельницька та Тернопільська області [12].

У 2023 році площі посівів сої в Україні збільшилися порівняно з 2022 роком — з 1,5 млн га до 1,78 млн га. Основним чинником такого зростання став дефіцит і значне подорожчання азотних добрив, що змусило фермерів скоротити площі під кукурудзою, оскільки вона має високі потреби у внесенні азоту. Натомість аграрії віддали перевагу сої та соняшнику [12].

Серед регіонів-лідерів за врожайністю сої у 2023 році відзначилися Полтавська область (3,0 т/га), Тернопільська область (2,9 т/га) та Хмельницька область (2,9 т/га) [13].

1.2. Вплив мінеральних добрив на формування продуктивності сої

Більшу увагу фахівців останнім часом привертають заходи, що направлені на розробку методів комплексного використання мікроорганізмів, які здатні позитивно впливати на різні процеси, що протікають в рослинах і, в кінцевому результаті, на продуктивність і урожайність сої, що вимагає усесторонньої оцінки взаємного впливу рослин та мікроорганізмів, а також мікроорганізмів один на одного. Основним аспектом, у випадку з соєю, має бути забезпечення сумісності

мікроорганізмів, які використовуються для обробки, з виробничими штамми бульбочкових бактерій, що дещо ускладнює задачу. Однак, підбір штамів, який дозволить отримати синергетичний ефект, може значно поліпшити умови вирощування цієї культури [29]. При правильному підборі можна досягти максимальної фіксації азоту: близько 75% азоту, що фіксується бактеріями з повітря, засвоюється рослинами, а 25% залишається у бульбочках [15, 16, 20].

Соя має здатність використовувати різні джерела азотного живлення для формування врожаю. Коефіцієнт симбіотичної ефективності, що визначається чутливістю рослин до інокуляції та внесення азотних добрив, сягає 80-100%, тоді як у гороху цей показник не перевищує 50-60%. Реалізація потенціалу симбіозу між соєю та ризобіями залежить від численних чинників: правильного поєднання сорту сої та штаму бульбочкових бактерій, умов вирощування та впливу природних факторів [23].

Застосування бактеріальних препаратів продовжує вегетаційний період сої на 5-8 днів, що сприяє стабільнішому врожаю насіння. Цей захід є одним із найефективніших елементів технології вирощування порівняно з іншими агротехнічними прийомами [28, 22].

Соя, як азотфіксуюча рослина, створює сприятливі умови для культур, які висіваються після неї, сприяє покращенню поживного режиму в ґрунті, кращому проникненню вологи. На зрошувальних землях соя є кращим попередником для рису. Окрім цього, в результаті симбіозу між соєю і бактеріями не лише підвищується урожайність рослин, а й покращується його якість (збільшується вміст в зерні білка, жиру, вітамінів тощо).

Високих урожаїв насіння сої досягають при розміщенні посівів на кращих полях сівозміни, чистих від бур'янів та з достатніми запасами поживних речовин і вологи в ґрунті. Добрими попередниками вважаються озима і яра пшениця, озиме жито, ячмінь, кукурудза, картопля, овочі [27].

На добре окультурених родючих ґрунтах: чорноземах, темно-каштанових і дерново-підзолистих, багатих гумусом та кальцієм з доброю водо- і

повітропроникністю урожайність насіння сої найвища. Непридатними для вирощування сої є: солонці і солончаки(без меліорації), заболочені і кислі, піщані та гравійні ґрунти.

Основною причиною зменшення активності бобоворизобіального симбіозу є реакція ґрунту (оптимальне значення рН знаходиться в межах 6,5 – 7,5). А при величині рН 3,5 – гинуть бактерії всіх штамів *Rhizobium*, при рН 4,5 – 5,0 і 8,0 їх ріст затримується [12, 21].

Наукові дослідження Інституту кормів УААН довели, що в умовах Лісостепу отримання високих урожаїв сої (1,85–2,5 т/га) забезпечується завдяки поєднанню вапнування, внесення мінеральних добрив та використання бактеріальних препаратів [6]. Вимогливою соя є до поживного режиму ґрунту. Що стосується азоту, то він в основному засвоюється з повітря за допомогою бульбочкових бактерій, а фосфор, калій, магній та інші елементи живлення засвоюються з ґрунту. На формування 1 т зерна соя засвоює азоту – 77-100 кг, фосфору – 17-40 кг та калію – 32-40 кг. Однак вона слабше деяких культур (кукурудзи, пшениці, люцерни) реагує на внесення добрив, але добре використовує їх післядію [32, 3].

Для сої критичним у відношенні азотного живлення є період 2–3 тижні до цвітіння і 2 тижні після цвітіння, коли дефіцит азоту веде до значного зниження урожаю і не може компенсуватись внесенням азотних добрив в більш пізні фази росту і розвитку рослин.

Засвоєння азоту бульбочковими бактеріями з повітря залежить від вмісту цього елементу в ґрунті прямопропорційно, тобто чим бідніший ґрунт на азот, тим вищий рівень азотфіксації. Високий рівень мінерального азоту гальмує розвиток бульбочок сої, що призводить до зниження азотфіксуючої здатності рослини [20]. Внесення азоту в ґрунт у легкодоступній формі впливає на утворення бульбочок: чим більше легкозасвоюваного азоту в ґрунті, тим менше азоту фіксується бульбочковими бактеріями, крім того, кількість бульбочок

зменшується. Отже, внесення азотних добрив при вирощуванні сої не дає бажаного ефекту, а лише призводить до зайвих витрат енергії [10, 16].

Ряд вчених вважають, що бобові рослини не потребують внесення азотних добрив, так як симбіоз рослин з азотфіксуючими бактеріями забезпечує їх нормальне живлення і високий урожай. Коли ж вони одержують мінеральний азот, то вони поглинають його як і інші види рослин, та поряд з цим скорочується фіксація азоту симбіотично. При цій умові внесення азоту являє собою витрату добрив [18].

Система удобрення зернобобових культур повинна будуватися так, щоб біологічні властивості рослин з фіксації атмосферного азоту використовувалися найбільш ефективно, так як високий рівень мінерального азоту гальмує розвиток бульбочок сої, що веде до зниження азотфіксуючої здатності рослин. Кращі взаємовідносини для симбіотичної діяльності між бульбочковими бактеріями і рослинами формуються при одночасній обробці насіння високоефективним ризоторфіном на фоні фосфорно–калійних добрив і невеликих доз мінерального азоту.[13]

Результатами досліджень Інституту кормів УААН встановлено вплив азотних добрив на величину урожаю в дозах N_{60} і N_{90} . Кожний кілограм азоту в дослідах давав прибавку протеїну 3,8 кг. Від фосфорно–калійних добрив приріст був незначним [1]. Але ґрунтове живлення азотом для зернобобових культур все ще має значення в формуванні урожаю [4, 18].

Крім того, результатами досліджень встановлено, що бульбочкові бактерії чутливі до азоту мінеральних добрив навіть при внесенні його в малих дозах (20 – 30 кг/га д. р). Бульбочки не утворюються на коренях рослин сої до тих пір, поки азот добрив не буде поглинений або закріплений ґрунтом [9].

При поверхневому внесенні азоту, за даними досліджень закордонних вчених, в дозах 112–148 кг/га д. р. в польовому досліді штату Іллінойс (США) не приводило до збільшення урожаю сої, а при більш високих дозах спостерігалось

навіть його зниження. Ця ж тенденція виявлена на родючих ґрунтах Канади, де застосування мінеральних добрив на посівах сої не давало значного ефекту [44].

Застосування мікроелементів у поєднанні з мінеральними добривами $N_{90}P_{90}K_{90}$ дозволяє отримати значний приріст урожаю: від молібдену – 4,0 ц/га, бору – 1,2 ц/га, міді – 1,5 ц/га, магнію – 1,6 ц/га, комплексу міді – 3,9 ц/га, комплексу цинку – 1,2 ц/га. Позакореневе підживлення комплексом міді збільшує урожай сої в середньому на 3,4 ц/га, молібденом – на 1,8 ц/га, залізом – на 1,4 ц/га. Соя має значну потребу в мікроелементах у період утворення бобів – найактивнішої фази азотфіксації. Дослідження Хмельницької обласної дослідної сільськогосподарської станції також підтверджують чутливість сої до позакореневого підживлення комплексами (Fe, Zn, Mo, Cu) під час цвітіння.

Таким чином, з аналізу наукової літератури можна зробити висновок, що урожайність сої є змінним показником, що залежить від різних агротехнічних заходів технології вирощування. Одним із важливих завдань є розробка системи удобрення, побудованої на екологічних засадах із принципами енергозбереження. Саме тому в цьому дослідженні вивчалась система удобрення за використання перспективних сортів.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення дослідження

Програма дослідження передбачала вивчення впливу варіантів удобрення на ріст і розвиток рослин сої сорту «Ментор», яка висівалась у ПСП «Батьківщина», село Шпичинці Ружинського району Житомирської області.

За агрогрунтовим районуванням територія розміщення господарства знаходиться в зоні Лісостепу.

Досліди були закладені на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах на лесовидному суглинку. Глибина залягання ґрунтових вод 3,0-3,5 м. Фізико-хімічні показники ґрунту характеризуються вмістом гумусу, кислотністю, сумою поглинутих основ і ступенем насичення основами. Характеристика ґрунту на якому закладався дослід наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту.

Глибина шару, см	Гумус, %	pH сольовий	Гідролітична кислотність, мг-екв/100г ґрунту	Сума поглинутих основ мг-екв/100 г ґрунту	Ступінь насичення основами, %
0-20	2,87	6,1	1,25	21,4	95,1
20-40	2,15	6,6	1,05	23,5	95,7

2.2. Програма та методика проведення досліджень.

Згідно програми досліджень передбачалось дослідити ріст, розвиток, формування елементів продуктивності сої залежно впливу доз мінеральних добрив.

Мета роботи – визначити особливості формування врожайності, якості зерна та біоенергетичної продуктивності сої залежно від рівня мінерального удобрення.

Завдання дослідження:

1. Дослідити ріст, розвиток та потенціал врожайності сої залежно від рівнів удобрення.
2. Вивчити формування густоти посівів при застосуванні різних норм добрив.
3. Встановити закономірності азотфіксації сої при комбінованому застосуванні допосівного та позакореневого азотного живлення.
4. Оцінити економічну та біоенергетичну ефективність технологічних моделей вирощування сої в умовах Лісостепу України.

Схема досліду передбачала такі варіанти удобрення.

1. Без застосування добрив (контроль)
2. $P_{40}K_{40} + N_{15}$ у підживлення;
3. $N_{30}P_{40}K_{40} + N_{15}$ у підживлення;
4. $N_{45}P_{40}K_{40} + N_{15}$ у підживлення;

Добрива використовували: поліфоска (8:24:24), аміачна селітра, карбамід.

Площа посівної ділянки становила 1 га, облікова ділянка 0,25 га.

Підготовка і обробіток ґрунту під сою були загальноприйнятими для Лісостепу України. Вони були спрямовані на вирівнювання поверхні ґрунту, збереження вологи та максимальне знищення бур'янів. Це створювало сприятливі умов для росту і розвитку рослин сої. Попередником культури у досліді була пшениця озима.

Проведення досліджень здійснювалося за загальноприйнятими методичними вказівками [20, 29].

Для забезпечення достовірності даних польових досліджень виконували такі спостереження, вимірювання та лабораторні аналізи:

- фенологічні спостереження здійснювали відповідно до положень "Методики Держсортотпробування сільськогосподарських культур" та "Методики проведення досліджень у кормовиробництві". Відзначали фази росту й розвитку рослин, причому початок фази фіксували за настанням її у 10 % рослин, а завершення – при досягненні 75 % рослин [20].

- визначення густоти рослин проводили у фазі повних сходів та перед збиранням урожаю. Обліки здійснювали на постійно закріплених кілочках ділянках у триразовій повторності та чотирьох повтореннях [29].

- вимірювання висоти рослин виконували шляхом замірів на 25 рослинах, закріплених кілочками, у ключові фази росту і розвитку сої. Оцінювання проводили у двох несуміжних повтореннях [20].

- симбіотичну продуктивність рослин сої визначали за методикою Г. С. Посипанова [29], аналізуючи такі параметри, як загальна кількість бульбочок, а також кількість активних бульбочок.

- перед збиранням урожаю з кожного варіанту здійснювали відбір пробного снопа для оцінки індивідуальної продуктивності рослин сої. Збирання зерна проводили прямим комбайнуванням комбайном «Sampro-130» у фазі повної стиглості, за вологості 14–15 %, із поділянковим обліком урожаю та відбором зразків для подальших досліджень.

- математичну обробку отриманих даних виконували за допомогою дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів, використовуючи програмні пакети для ПЕОМ (Excel, Statistica 6.0, Agrostat) [41].

- економічну ефективність вирощування сої залежно від внесення добрив і способу обробки мікродобривами розраховували на основі прямих витрат за даними технологічних карт [19].

- енергетичну оцінку процесу вирощування сої проводили відповідно до методики О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [28].

РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ

3.1. Формування продуктивності сої під дією досліджуваних факторів.

Загалом, ріст рослин є процесом кількісних змін, спрямованих на збільшення маси рослини, на відміну від розвитку, який пов'язаний з якісними змінами в процесі її онтогенезу.

Що стосується розвитку рослин, то він включає стадії і фази вегетації польових культур, а також періоди органогенезу, коли відбувається утворення і розвиток органів. Важливість вивчення розвитку рослин підкреслюють численні дослідження, які показали, що для досягнення високих результатів технології вирощування необхідно враховувати гідрометеорологічні умови та їх вплив на вегетацію рослин на різних фазах. Це ж стосується і умов живлення рослин. Тому для всебічного вивчення та вдосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур необхідно аналізувати посіви не лише з точки зору росту, а й розвитку рослин.

В нашому дослідженні особливу увагу було приділено росту і розвитку рослин сої, а також впливу умов живлення, що формувалися під впливом норм мінеральних добрив.

Для формування високого врожаю сої важливим є вибір способу сівби, ширини міжрядь і густоти рослин. Це основні елементи сортової агротехніки сої, і останнім часом все більше уваги приділяється густоті рослин. Для високорослих пізньостиглих сортів, які мають розкидну форму куща, потрібна більша площа живлення, ніж для скоростиглих, низькорослих сортів з більш компактною формою куща. При вирощуванні ранньостиглих сортів з меншою масою рослин норму висіву і густоту слід збільшувати, а ширину міжрядь зменшувати, а для пізньостиглих сортів з більшою масою рослин норму висіву зменшувати і ширину міжрядь збільшувати. Ширина міжрядь також залежить від географічного

положення: у північних регіонах сою ранньостиглих сортів вирощують при більш вузьких міжряддях, а в південних — при ширших. Соя має високу пластичність і здатна компенсувати відхилення шляхом галуження без зниження врожаю.

Рекомендована густота рослин і норма висіву зазвичай забезпечують достатню густоту. У наших дослідках ми висівали сою рекомендованою нормою для Лісостепу, при ширині міжрядь 45 см – 600 тис./га. Однак важливо зазначити, що комплекс факторів, що впливають на проростання, ріст і розвиток рослин, суттєво коригує густоту в посівах. Густота посіву є вирішальним фактором формування врожайності, тому в нашому дослідженні ми приділили значну увагу формуванню густоти залежно від вивчених факторів.

Таблиця 3.1

**Густота посівів сої залежно від сорту і норм мінеральних добрив, тис./га
(середнє за 2022 – 2024 рр.)**

Норма мінеральних добрив, кг д.р./га	Кількість рослин на час повних сходів, тис./га	Польова схожість насіння, %	Кількість рослин перед збиранням, тис./га	Вживання рослин, %
Без добрив (контроль)	534,2	89,1	491,8	92,1
P ₄₀ K ₄₀ + (N ₁₅)	530,6	88,7	491,3	92,7
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀ + (N ₁₅)	528,4	88,3	493,4	93,6
N ₄₅ P ₄₀ K ₄₀ + (N ₁₅)	528,1	88,2	495,9	93,8

З даних таблиці 3.1. видно, що польова схожість та найбільша кількість рослин на час повних сходів, залежала від норм мінеральних добрив, що вносилися і як наслідок: найбільша кількість рослин на час повних сходів та найвищі відсотки польової схожості насіння були на варіанті без застосування добрив, а найнижчі показники на четвертому варіанті, де вносили мінеральні добрива у дозі N₄₅P₄₀K₄₀ + (N₁₅).

Проведені нами дослідження свідчать, що найбільша кількість рослин сої на час повних сходів була відмічена на першому варіанті, де добрива не вносились і становила 534,2 тис. шт./га., що складало 89,1% польової схожості насіння. Найменшу кількість рослин було виявлено на четвертому варіанті – 528,1 тис. шт./га, з польовою схожістю насіння 88,4%.

Що стосувалося виживаності рослин, найбільша кількість рослин перед збиранням 495,4 тис.шт./га була відмічена на варіанті 3, при використанні добрив з нормою $N_{30}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ виживаність тут склала 93,8%. Найменша кількість рослин сої перед збиранням була відмічена на контролі та другому варіанті – 491,8-491,3 тис.шт./га., відсоток виживаності – 92,1-92,7.

Таким чином, результати проведених досліджень показали, що удобрення мало вплив на формування густоти стояння посівів сої та її виживаємість, найвищі ці показники були при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$.

Нами також було проведено дослідження щодо впливу норм мінеральних добрив на тривалість вегетаційного періоду сої сорту Ментор.

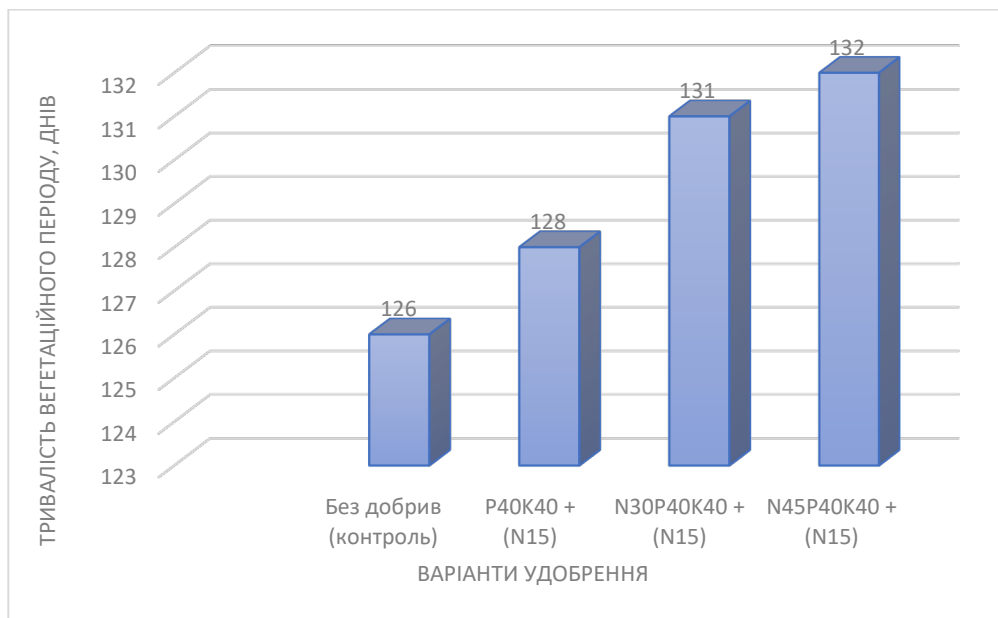


Рис. 3.1. Тривалість вегетаційного періоду сої, днів.

Внесення мінеральних добрив під сою сприяло подовженню вегетаційного періоду. Так, на варіанті без внесення добрив тривалість вегетаційного періоду

становила 126 дні. При внесенні добрив в нормі $P_{40}K_{40} + (N_{15})$ вегетаційний період був продовжений в середньому на 2 доби порівняно з контрольним варіантом (варіант без добрив). Внесення добрив в нормі $N_{30}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ сприяло подовженню вегетаційного періоду на 4 дні, а підвищення внесення азоту до N_{45} в нормі $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ – формувало найбільш тривалий вегетаційний період даного сорту, який становив 132 доби.

Продуктивність сої залежить не лише від густоти рослин на одиниці площі, а й від кількості насіння, яке можна отримати з однієї рослини. На цей показник впливають такі ботанічні характеристики, як висота рослини, кількість продуктивних вузлів, кількість бобів у цих вузлах, а також кількість насінин у кожному бобі [42]. Ці параметри значною мірою залежать від умов живлення рослин і можуть бути скориговані шляхом внесення мінеральних добрив [15, 25, 33]. Для досягнення максимальної ефективності важливо, щоб поживні речовини були не лише доступними, але й збалансованими.

Кореневі системи рослин поглинають поживні елементи з ґрунту, які потім транспортуються до надземних органів через стебло та листя. Згідно з результатами досліджень, висота рослин безпосередньо пов'язана з вегетативною масою та кількістю врожаю [3, 4].

Відповідно до кількості використаних добрив висота рослин змінювалася в досліді. Рослини, вирощені на неудобреному ґрунті, мали найменшу висоту 74 см, в середньому за роки досліджень (табл. 3.2.).

Внесення добрив $P_{40}K_{40} + (N_{15})$ (варіант 2) підвищили середню висоту рослин до 81 см, що більше 7 см від контрольного варіанту. На ділянці варіанту 3 ($N_{30}P_{40}K_{40} + (N_{15})$) висота рослин становила 84 см, що на 10 см вище, ніж на контролі, і на 3 см вище, ніж за меншою кількістю добрив. На ділянці варіанту 4 рослини досягли найвищої висоти 90 см, коли під сою вносили $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$. Приріст до контролю становив 16 см (21,9%).

Кожен компонент продуктивності сої впливає на формування наступних компонентів. Зокрема, висота рослин впливає на кількість бобів, які формуються на одній рослині.

Таблиця 3.2.

Елементи структури врожаю сої Ментор залежно від рівня мінерального живлення (середнє за 2022-2024 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Кількість на 1 рослині, шт.		Маса насінин з 1 рослини
		бобів	насінин	
Без добрив (контроль)	74	28,9	47,5	8,8
P ₄₀ K ₄₀ + (N ₁₅)	81	31,2	52,6	10,4
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀ + (N ₁₅)	84	32,4	54,9	11,0
N ₄₅ P ₄₀ K ₄₀ + (N ₁₅)	90	33,8	57,1	11,5

На контрольному варіанті, де з сою вирощували на неудобреному ґрунті, середня кількість бобів на одну рослину становила 28,9 шт., що було найнижчим показником у дослідженнях. Застосування добрив у нормі P₄₀K₄₀ забезпечило приріст кількості бобів на 2,3 шт. або 9,7% порівняно з контролем. У варіанті 3 на сформувалося в середньому 32,4 боби на рослину, що на 3,5 шт. вище контрольного рівня. Найбільша кількість бобів, 33,8 шт., була утворена у варіанті з нормою добрив N₄₅P₄₀K₄₀ + (N₁₅), що на 4,9 шт. (20,5%) більше, ніж на варіанті 1.

Зі збільшенням кількості бобів зростає і кількість насінин, отриманих з однієї рослини. Найменший показник, зафіксований на контрольній ділянці – 47,4 шт., а найбільший – у варіанті 4 N₄₅P₄₀K₄₀ + (N₁₅), де кількість насінин досягла 57,1 шт., що на 9,6 шт. (20,3%) перевищив контрольний рівень.

Також простежується зміна маси насіння, яка виросла на одній рослині сої. Найменша маса була на контрольній ділянці – 8,8 г, але вона збільшується за умови внесення добрив. Максимальна маса насіння (11,5 г), зафіксована у варіанті $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$, що на 2,7 г більше, ніж на контролі. Маса 1000 насінин також була найменшою на контрольній ділянці – 188,3 г. (рис. 3.2.)

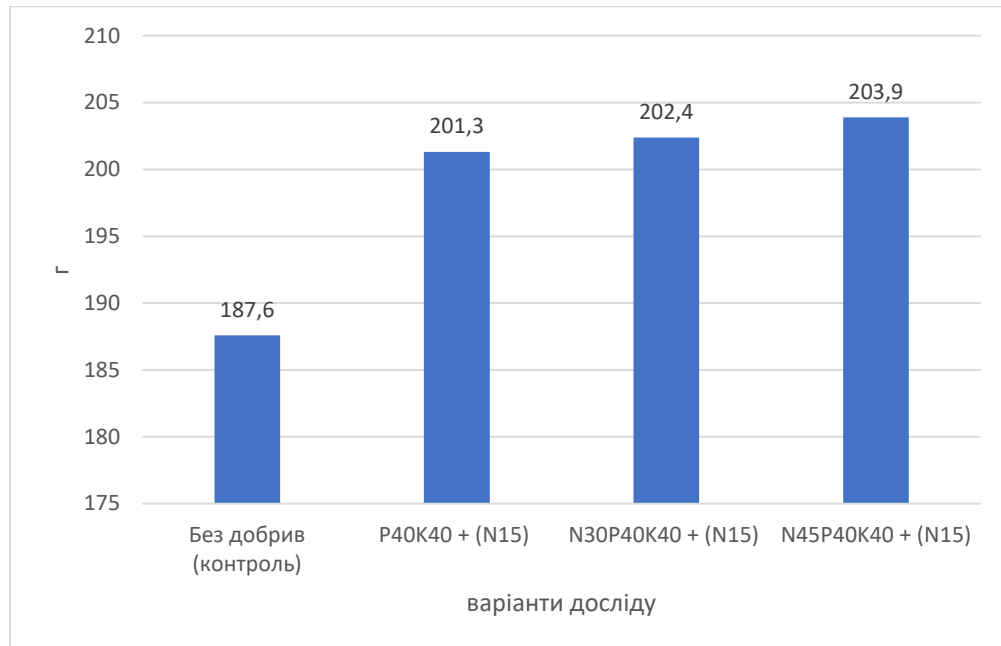


Рис. 3.2. Маса 1000 насінин сої Ментор залежно від різних норм добрив

Внесення мінеральних добрив збільшує масу 1000 насінин, тобто сприяє до формування більш крупного зерна. За норми внесення добрив $P_{40}K_{40}$ маса 1000 насінин сої становить 201,3 г, а за норми удобрення $N_{30}P_{40}K_{40}$ становить 202,4 г. На ділянці з нормою удобрення $N_{45}P_{40}K_{40}$ була найбільшою 203,9 г, що на 15,5 г більше, ніж у контролі.

Таким чином, ми можемо стверджувати, що на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті мінеральні добрива покращують індивідуальну продуктивність сої. Найкращі результати були отримані за нормами удобрення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$.

Ефективний розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не лише від взаємодії генотипів рослини-господаря та симбіотрофного

мікроорганізму в конкретних умовах вирощування, але й від впливу окремих елементів технології. Таким чином, це використання використання бактеріальних препаратів, регулювання доз мінеральних добрив, методи застосування мікродобрив.

На один сьогодні із найбільших дискусійних питань в аграрній науці залишається доцільність застосування азотних добрив для бобових культур. Деякі науковці [6] вважають, що для забезпечення високих врожаїв необхідно вносити значні дози мінерального азоту, попри його вплив на розвиток симбіотичного апарату. Інші ж дослідники вказують на доцільність обмеження таких доз лише «стартовими» (20–30 кг/га), які молоді рослини залишають на ранніх стадіях розвитку, коли симбіотична система ще не сформована.

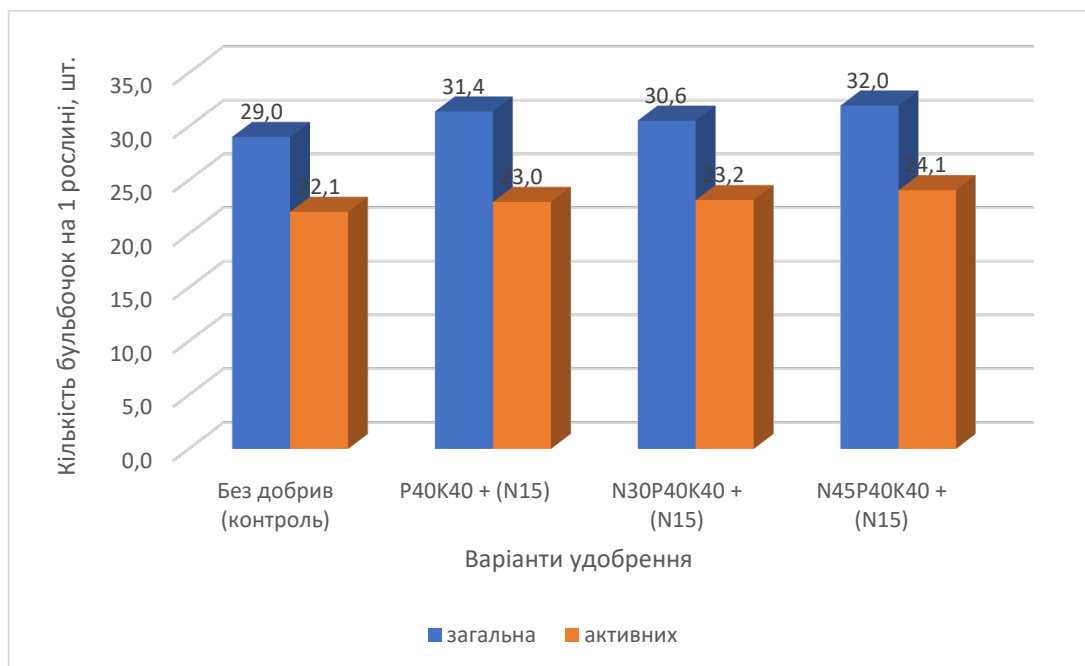


Рис. 3.3. Кількість бульбочок на рослин сої залежно від доз мінеральних добрив, шт./рослину

Загальна кількість бульбочок на варіанті без добрив становила 29,0 шт. на одній рослині, з них активних було 22,1 шт. (рис. 3.3.) При внесенні добрив кількість бульбочок на одній рослині збільшувалась як загальних так і активних.

Найбільша кількість бульбочок, як загальних так і активних, утворилась на 4 варіанті, де вносили $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$, кількість загальних була 32,0 шт./рослину, а активних – 24,1 шт./рослину.

3.2. Врожайність сої Ментор залежно від різних норм добрив.

У сучасних умовах для вдосконалення існуючих технологій вирощування сої необхідно встановити та оптимізувати рівень комплексної дії і взаємодії основних компонентів, що впливають на формування врожаю та визначають його параметри, а також з'ясувати, як зміни окремих або комплексних факторів впливають на продуктивність цієї складної системи, якою є ценоз культури.

Розробці наукових основ підвищення урожайності насіння сої завдяки вдосконаленню елементів технології вирощування присвячено багато досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців, але слід зауважити, що розробка і впровадження у виробництво нових агрозаходів та окремих складових технологій вирощування сої потребує уточнення з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Крім цього, варто відзначити і те, що одним із найсуперечливіших питань у вирощування сої залишається система удобрення цієї сільськогосподарської культури. Проте необхідно констатувати те, що хоча культура сої і добре адаптується до умов вирощування та дає високі врожаї, однак у певні фази розвитку вона досить вибаглива до умов вирощування й потребує внесення мінеральних добрив. Тому необхідність отримувати вищі врожаї стимулює розвиток інтенсивних систем удобрення за рахунок внесення значних кількостей азотних добрив. Ця тенденція зростає з кожним роком, але експериментальні дані щодо впливу норм азотних добрив є дуже суперечливими. Саме тому для екологічно обґрунтованого вирощування сої важливо з'ясувати особливості дії різних норм азотних добрив на продукційні показники та біохімічні характеристики її насіння. Питання підвищення врожайності сої може бути вирішено також шляхом впровадження районованих високопродуктивних сортів

соєвих бобів вітчизняної селекції і детального вивчення основних елементів технології.[41].

Дослід, який був проведений в ТОВ «Батьківщина» на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті, показав, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на формування врожаю сої сорту Ментор. Також потрібно зазначити, що урожайність культури змінювалася по роках, у 2024 році вона була вищою за інші роки.

За варіантами дослідів спостерігалось зростання кількості зерна від контрольного варіанту до варіанту з максимальною нормою удобрення.

Таблиця 3.4.

Урожайність сої сорту Ментор залежно від доз мінеральних добрив.

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га			Середня врожайність, т/га	Приріст до контролю	
	2022	2023	2024		т/га	%
Без добрив (контроль)	2,46	2,03	2,57	2,35		
$P_{40}K_{40} + (N_{15})$	2,71	2,24	3,02	2,66	0,31	13,05
$N_{30}P_{40}K_{40} + (N_{15})$	2,85	2,33	3,12	2,77	0,42	17,73
$N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$	2,97	2,46	3,29	2,91	0,56	23,69
HP_{05}				0,14		

Так, на контрольному варіанті було зібрано 2,03-2,57 т/га зерна сої (табл. 3.4). Внесення добрив у кількості $P_{40}K_{40} + (N_{15})$ сприяло підвищенню урожайності до 2,24-3,02 т/га, що на 13,05% вище за контрольний варіант. На третьому варіанті досліджень, де під сою було внесено $N_{30}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ одержано урожай сої на рівні 2,33-3,12 т/га. Найвищий урожай культури був на ділянці варіанту 4 ($N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$) – 2,46-3,29 т/га, що на 23,69% або 0,56 т/га вище за варіант без добрив.

Отже, мінеральні добрив підвищують показники індивідуальної продуктивності рослин і кількість рослин, що вижили під час вегетації, що призводить до вищого врожаю зерна. Внесення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ призвело до найвищого приросту врожаю порівняно з контролем.

3.3. Залежність якісних показників насіння сої Ментор від рівня удобрення.

Вміст олії та білка в зерні сої залежить як від генетичних особливостей, так і від умов вирощування. Він може змінюватися залежно від рівня удобрення, строків сівби, інокуляції тощо [18, 36, 44]. Стандартне соєве зерно містить 38–43% білка, 19–25% олії та 25–30% вуглецю.

Олійність зерна збільшується сортовими характеристиками, погодними умовами в період вегетації, застосуванням інокуляції, а також умовами зберігання врожаю.

Щодо вмісту білка в зерні та його зв'язку від рівня мінерального живлення, у наукових джерелах наводяться різні результати. За деякими даними, підвищення врожайності за рахунок використання добрив може супроводжуватися як збільшення вмісту білка в зерні [38], так і його зниженням [3].

У дослідженні щодо впливу покращення на продуктивність сорту сорту Ментор було виявлено, що вміст олії в зерні залежить від рівня мінеральних добрив. Поліпшення умов живлення рослин за рахунок внесення поживних елементів у підставі призвело до зниження олійності зерна. Найвищий вміст олії, 20,6%, було зафіксовано на контрольній ділянці (рис. 3.4.)

Сортові особливості сої Ментор мали тенденцію до зниження вмісту олії у зерні за умов підвищення норми внесення добрив. На ділянці варіанту 2, де використовували норму $P_{40}K_{40} + (N_{15})$, вміст олії знизився до 19,1%, що на 1,5% менше порівняно з контрольним варіантом. При подальшому підвищенні норми добрив ця тенденція зберігалася. Наприклад, на ділянці варіанту 3 середній вміст

олії становив 18,2%, а на ділянці варіанту 4 ((N₄₅P₄₀K₄₀ + (N₁₅)) цей показник зменшився до 17,6%, що на 3,0% менше, ніж на контролі.

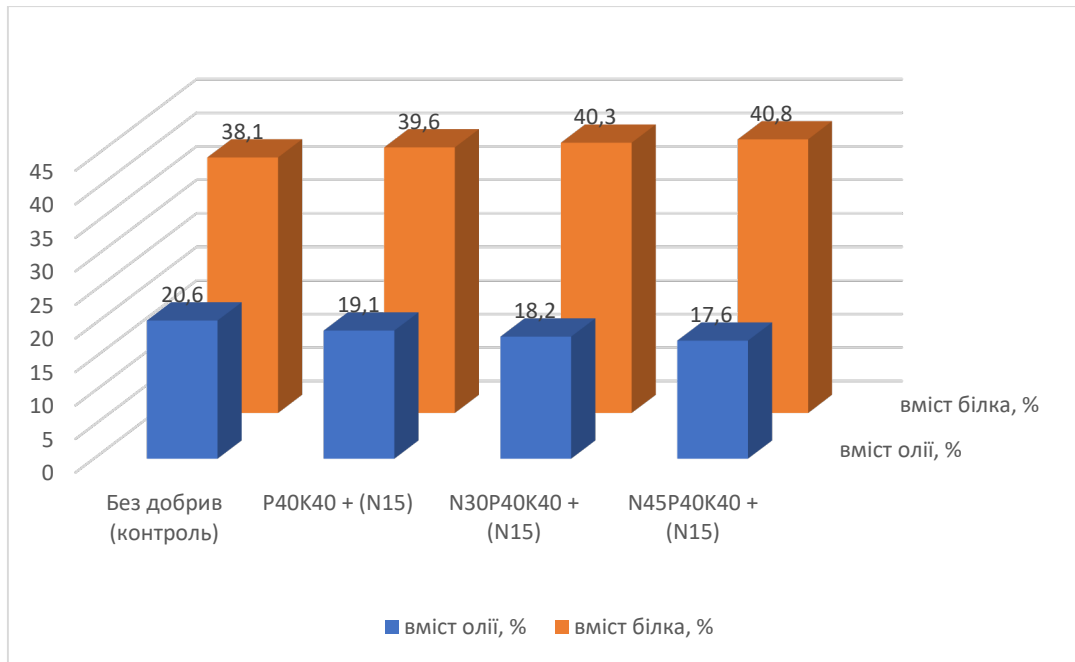


Рис. 3.4. Якісні показники насіння сої залежно від рівня удобрення.

У проведеному дослідженні на темно-сірому опідзоленому ґрунті спостерігалось максимальне збільшення вмісту білка в зерні сої від контрольного варіанту без внесення добрив до варіанту з рівним рівнем удобрення. Найменший вміст білка становив 38,1%. При кількості добрив у дозі ((P₄₀K₄₀ + (N₁₅)) цей показник збільшився до 39,6%, що на 1,3% більше (рис. 3.4). На ділянці варіанту 3 зерно містило в середньому 40,3% білка, а використання удобрення в кількості ((N₄₅P₄₀K₄₀ + (N₁₅)) (варіант 4) забезпечило формування зерна з вмістом білку 40,8%.

Результати дослідження підтверджують вплив мінеральних добрив на якісні характеристики зерна. Хоча внесення добрив призвело до зниження олійності зерна, а вміст білка навпаки підвищується. Найкращі результати були отримані при внесенні добрив у дозі ((N₄₅P₄₀K₄₀ + (N₁₅)).

3.4. Економічна та енергетична доцільність застосування добрив під посів сої Ментор.

Агротехнічні заходи, внесення добрив та система захисту посівів спрямовані не тільки на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, але й на забезпечення економічної вигоди через отримання додаткового прибутку. Рентабельність роботи підприємства є наявним між прибутком і витратами на вирощування продукції. Водночас не всі елементи технології вирощування однаково впливають на продуктивність та економічність.

Рівень рентабельності оцінюється шляхом порівняння таких показників, як вартість вирощеної продукції, виробничі витрати, собівартість продукції та чистий прибуток. Якщо внесення добрив чи інші заходи підвищують врожайність та одночасно знижують собівартість продукції, це призводить до збільшення чистого прибутку та рентабельності виробництва.

Внесення добрив під посів сої сорту Ментор на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах підприємства «Батьківщина» також вплинуло на рентабельність її вирощування. Результати аналізу економічної та енергетичної рентабельності використання добрив наведено в таблиці 3.6.

Застосування мінеральних добрив підвищує врожайності сої сорту Ментор, проте це також супроводжується зростанням вартості отриманої продукції. Найнижчу вартість зерна зафіксовано на контрольній ділянці – 28200 грн/га. Водночас за максимальної врожайності вартість продукції була найвищою та склала 34290 грн/га, що перевищує показник контролю на 6090 грн/га. Однак слід зазначити, що використання добрив не завершується лише врожайністю і вартістю зерна, але й збільшує виробничі витрати, пов'язані з придбанням і внесенням добрив. У дослідженні виробничі затрати на вирощування її без використання добрив становили 14864 грн/га, тоді як на ділянках із застосуванням добрив вони варіювалися в межах 16488-18639 грн/га. Максимальні витрати були зафіксовані на ділянці з найвищою нормою внесення добрив (варіант 4).

Таблиця 3.6.

Рівень рентабельності та енергетична ефективність внесення добрив під посів сої сорту Ментор.

Показник	Варіанти дослідів*			
	1	2	3	4
Урожайність, т/га	2,35	2,66	2,77	2,91
Вартість продукції, грн/га	28200	31920	33240	34920
Виробничі затрати, грн/га	14864	16488	17680	18639
Собівартість, грн/га	6325	6198	6383	6405
Чистий прибуток, грн/га	13336	15432	15560	16281
Рівень рентабельності, %	89,7	93,6	88,0	87,3
Енергоємність технології, МДж	19348	22560	22923	23450
Енергоємність урожаю, МДж	41572	47056	49002	51478
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,15	1,09	1,14	1,20

*Примітка: 1. Без застосування добрив (контроль); 2. $P_{40}K_{40} + N_{15}$ у підживлення; 3. $N_{30}P_{40}K_{40} + N_{15}$ у підживлення; 4. $N_{45}P_{40}K_{40} + N_{15}$ у підживлення;

Собівартість вирощеного зерна завжди залежить від виробничих витрат та врожайністю. Якщо врожайність зростає швидше, ніж виробничі витрати, знижується собівартість виробництва, що сприятливо впливає на рентабельність. У проведеному дослідженні найвища собівартість вирощування сої спостерігалася на 4 варіанті й становила 6405 грн/т. Внесення добрив сприяло її зниженню: при мінімальній нормі добрив (варіант 2) вона зменшилася до 6198 грн/т. Чистий прибуток у дослідженні варіювався від 13336 грн/га на контрольній ділянці до 16281 грн/га за внесення ($N_{45}P_{40}K_{40} + N_{15}$) (варіант 4).

Рівень рентабельності вирощування сої також змінюється відповідно до зміни чистого прибутку. На ділянці контролю показник рентабельності становив 89,7%. Рівень рентабельності зріс до 88,0-93,6% у варіантах з додаванням добрив.

З економічної точки зору найкращим варіантом є 2, де вносили невеликі кількості добрив.

Застосування мінеральних добрив у дослідженні сприяло зростанню енергоємності технології вирощування сої: від 19348 МДж на контрольній ділянці до 23450 МДж на ділянці з варіантом $((N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15}))$. Разом із підвищенням енергоємності технології спостерігалось зростання енергоємності врожаю, після внесення добрив забезпечувало вищий урожай зерна. Найнижчу енергоємність врожаю зафіксовано на контролі – 41572 МДж, тоді як найвищу – на ділянці з варіантом $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ - 51478 МДж. Зростання енергоємності виявилось інтенсивнішим порівняно з енергоємністю технології, що призвело до підвищення коефіцієнтів енергетичної ефективності від 1,15 (на контролі) до 2,20 (на ділянці 4).

Таким чином, внесення мінеральних добрив під посів сої сорту Ментор на темно-сірому опідзоленому ґрунті забезпечує економічну та енергетичну ефективність вирощування культури. Найбільший позитивний результат був досягнутий за норми добрив $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень та обґрунтування отриманих результатів можна зробити такі висновки:

1. Внесення мінеральних добрив суттєво вплинуло на густоту рослин перед збиранням урожаю. На ділянці з нормою удобрення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ (варіант 4) густота рослин наприкінці вегетації була найвищою – 49,5 шт./м², що на 13,6% більше порівняно з контролем. Вживаність рослин протягом вегетації також була максимальною за цієї норми удобрення та склала 93,8%.

2. Висота рослин у досліді залежала від рівня мінерального живлення. Найнижчі рослини (74 см) були зафіксовані на контрольній ділянці, тоді як внесення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ забезпечило збільшення висоти на 16 см, досягнувши максимального показника у 90 см.

3. Внесення мінеральних добрив підвищило показники індивідуальної продуктивності сої. За нормою удобрення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ було досягнуто найкращих результатів: кількість на одній рослині бобів – 33,8 шт., насіння з однієї рослини – 57,1 шт., маса 1000 насінин – 203,9 г.

4. Застосування мінеральних добрив збільшує врожайність сої сорту Ментор. Якщо середня врожайність на контролі становила 2,35 т/га, внесення $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ збільшить врожайність до 2,91 т/га, що є найвищим із запропонованих варіантів. Приріст до контролю становить 23,69 відсотка, або 0,56 т/га.

5. Мінеральні добрива мали вплив на показники якості насіння сої. За внесення мінеральних добрив вміст олії зменшувався в порівнянні з контрольним варіантом і становив 20,6% на контролі, а на максимальній кількості добрив – 17,6. Разом з тим вміст білка, навпаки збільшувався при внесенні мінеральних добрив. На контрольному варіанті він був 38,1%, а при внесенні $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$ 40,8%.

6. За рахунок підвищення врожайності сої завдяки внесенню мінеральних добрив також зростала й економічна ефективність їх використання. На 4 варіанті чистий прибуток був найвищим (16281 грн/га). На цьому варіанті було одержано найвищу вартість продукції 34920 грн/га.

7. Енергетична оцінка ефективності використання добрив показала, що найкращим варіантом був 4, де вносили $N_{45}P_{40}K_{40} + (N_{15})$, коефіцієнт енергетичної ефективності складав 1,20.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В агроформуваннях різних форм власності Житомирської області для одержання урожайності сої сорту Ментор на рівні 2,97-3,29 т/га з вмістом сирого протеїну в зерні 40,3-40,8 % на темно-сірих опідзолених ґрунтах рекомендовано вносити мінеральні добрива у кількості $N_{45}P_{40}K_{40}$ в основне удобрення + N_{15} у підживлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко С. Вплив температури та вологості на продуктивність сої / С. Авраменко, М. Цехмейструк, В. Шелякін // Agroexpert: практичний посібник аграрія. – 2012. – № 6. – С. 23 – 25.
2. Артеменко С. Ф., Ковтун О. В. Продуктивність сої залежно від різних доз добрив та основного обробітку ґрунту у сівоzmінах 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 А. О. Соєве поле України / А. О. Бабич // Агроном. – 2010. – № 1. – С. 174 – 179.
5. Бабич А. Сортіві ресурси сої для Лісостепу / А. Бабич // Аграрний тиждень. Україна. – 2012. – № 15. – С. 14.
6. Бабич-Побережна А. А. Соя і соєві продукти на світовому ринку [Електронний ресурс]. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 213-216.
7. Бахмат О. М. Агротехнічні заходи при вирощуванні сої на насіння в умовах Поділля / О. М. Бахмат // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2010. – Вип. 74. – С. 159 – 164.
8. Бикін А. В. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому мало гумусному / А. В. Бикін, Н. О. Генгало // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 162. – С. 137 – 144.
9. Бойко О. О. Вплив виробничих факторів на рентабельність соєвиробництва в Україні. Економіка АПК. 2013. № 3. С. 46–50.
10. Гладкіх Є. Ю. Агроекологічні аспекти застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 83. С. 36-41.

11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Губенко Л. В., Задубинна Є. В., Вєтрова 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.
15. Гудзь С., Сківка Л., Присяжнюк О., Цвей Я. Мікробіологічна активність ґрунту за вирощування сої з різними варіантами добрив [Електронний ресурс]. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія. 2020. Вип. 1. С. 57-63. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_biol_2020_1_13 (дата звернення: 20.08.2020).
16. Державний реєстр рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. Київ, 2020.
17. Дідора В. Г., Бондар О. С., 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 (дата звернення: 17.06.2020)
18. 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
19. Економіка сільського господарства / [В. К. Забарський, В. І. Мацибора, А.

А Чалий]. – К.: Каравелла, 2009. – 264 с.

20. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костоґриз: За ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

21. Задорожний В. С., Свитко С. М. Вплив листових підживлень бактеріальними добривами на продуктивність сої. Корми і кормовиробництво. 2018. Вип. 86. С. 87-94.

22. Кабанець В. М., Собко М. Г., Мурач О. М. Функціонування симбіозу "bradyrhizobium japonicum-соє" і врожайність сої за впливу ризогуміну та фізіологічно активних речовин. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 58-66.

23. Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України / В. Ф. Камінський, Н. П. Мосьондз // Корми і кормовиробництво. Міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2010. – Вип. 66. – С. 91 – 95.

24. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування врожаю сої у північному Лісостепу. Вісник аграрної науки. Київ, 2006, № 9. С. 36-42.

25. Кондратюк С. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 3. С. 114-119.

26. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ "Українські технології", 2002. 800 с.

27. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ "Українські технології", 2008. 624 с.

28. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / Медведовський О. К., Іваненко П. І. – К.: Урожай, 1988. – 205 с.

29. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. – Чабани: Інститут землеробства

УААН, 2001. – 22 с

30. 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.

31. Наумов О. Б., Білоусов О. М. Соя як економічна та сировинна складова олієжирового комплексу України [Електронний ресурс]. Бізнес-навігатор. 2011. № 1. С. 71-73.

32. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. Вип. 99. С. 100-107.

33. Пархуць Б. Продуктивність сої залежно від рівня мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісник ЛНАУ. 2019. № 23. С. 257-260.

34. Паштецький В. Одна з кращих зернобобових / В. Паштецький, К. Женченко // Аграрний тиждень. Україна. – 2013. – № 2. – . 14 – 15.

35. 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.

36. 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.

37. Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю., Маляренко О. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від застосування добрив, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. Новітні агротехнології. 2018. № 6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2018_6_6 (дата звернення: 02.02.2021).

38. Січкарь В., Адамовська В., Шерстобитов В., Дрига М. Сорти сої. Соя – найперспективніша культура ХХІ століття. Чернігів, 2000. С. 10-11.

39. Термієнко О. О. Формування індивідуальної та насіннєвої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу

Правобережного. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2017. Вип. 84. С. 141-149.

40. Толкачов М. З. Вплив різних форм і доз мінеральних азотних добрив на симбіотичну азотфіксацію та продуктивність сої / М. З. Толкачов // Корми і кормовиробництво. – Вінниця: – 2004. – Вип. 53. – С. 55 – 62.

41. Ушкаренко В. О. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: Монографія/ [В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікішенко, С. П. Голобородько, С. П. Коковіхін]. – Херсон: Айлант, 2009. – 345 с.

42. Фадєєв В. Соя: продавати чи переробляти? [Електронний ресурс]. Техніка і технології АПК. 2016. № 11. С. 28-33.

43. 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 (дата звернення: 25.03.2021).

44. 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 (дата звернення: 02.02.2021).

45. 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.

ДОДАТКИ

Соя ЕС Ментор

Ранній сорт не ГМО сої (00), що придатний для харчових цілей завдяки світлому рубчику на насінні та має високий вміст протеїну (42,3 %)

Виробник	Lidea
Упаковка, т	1
Група стиглості	00 (ранній)
Тип росту	Напівдетермінантний
Вегетаційний період, дн.	105 - 108
Кількість днів сходи-цвітіння	80
Забарвлення	
Насіннева оболонка	Жовта
Інтенсивність пігментації	Без пігментації
Рубчик	Білий
Опушення бобів та стебла	Світло-коричневе
Квітка	Фіолетова
Біб	Світло-коричневий
Морфологія та структура врожайності	
Висота рослини, см	77
Висота кріплення нижнього боба, см	11-13
Кількість теплових одиниць СНУ	2 550
Вміст білку, %	43
Вміст олії, %	20,5
Агрономічні характеристики	
Енергія початкового розвитку	
Здатність до галуження	
Стійкість до вилягання	
Стійкість до розтріскування	8
Стійкість до хвороб	
Склеротиніоз	8
Бактеріоз	7
Пероноспороз	6
Вірусні хвороби	8
Додаткові характеристики	
Рекомендована норма висіву, тис. шт. насінин/га	500-550
Рекомендована густина рослин на момент збирання, тис./га	450-520
Рекомендовані зони вирощування	Лісостеп, Степ

ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДУ:	
Кількість варіантів:	4
Кількість повторень:	3
Рівень статистичної надійності	0,95 0

Результати обліку урожаю сої.

ДАНІ ДОСЛІДУ

ВАРІАНТИ	ПОВТОРЕННЯ			Сум и V	Се редні
	1	2	3		
1	2,46	2,03	2,57	7,06	2,35
2	2,71	2,24	3,02	7,97	2,66
3	2,85	2,33	3,12	8,30	2,77
4	2,97	2,46	3,29	8,72	2,91
Суми Р	10,99	9,06	12,00	32,05	2,67

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

ДИСПЕРСІЯ	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
ЗАГАЛЬНА	1,64	11	-	-	-
ПОВТОРЕНЬ	1,12	2	-	-	-
ВАРІАНТІВ	0,50	3	0,17	34,85	4,75706266
ЗАЛИШКОВА (ПОХИБКИ)	0,03	6	0,00		

T-коэф.= 2,4469
119

НІР = 0,14 ДЛЯ ОЦІНКИ ІСТОТНОСТІ РІЗНИЦІ СЕРЕДНІХ

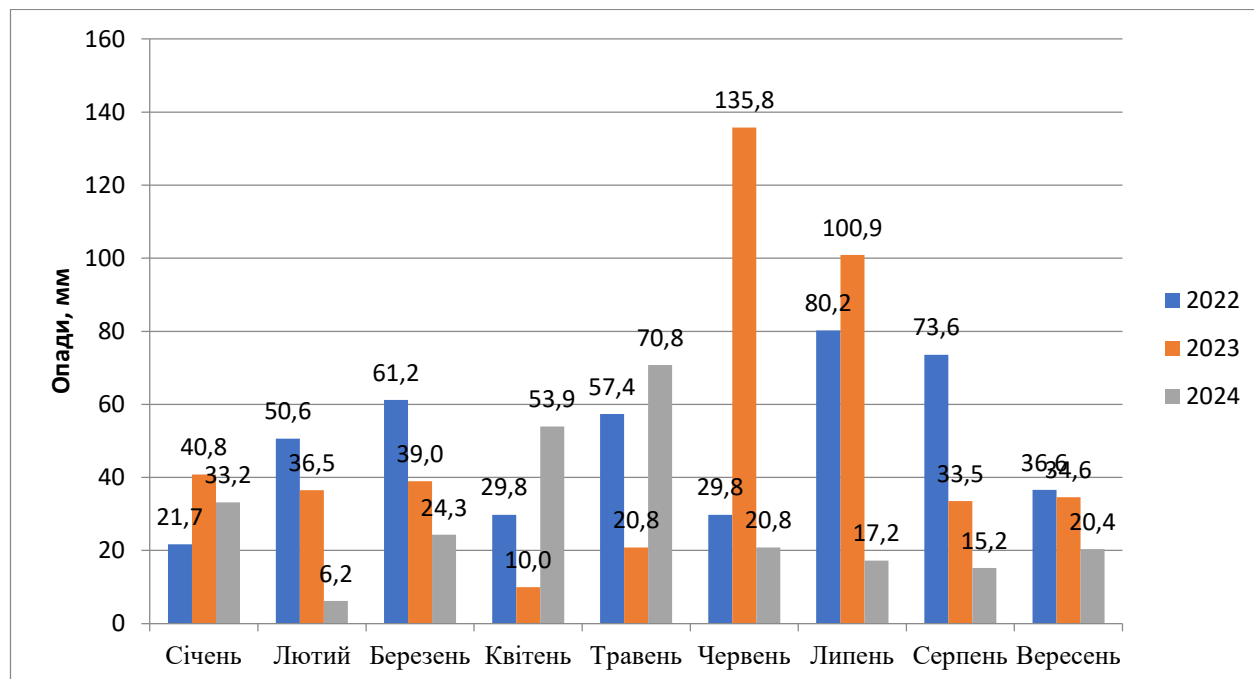


Рис.1 Кількість опадів за вегетацію

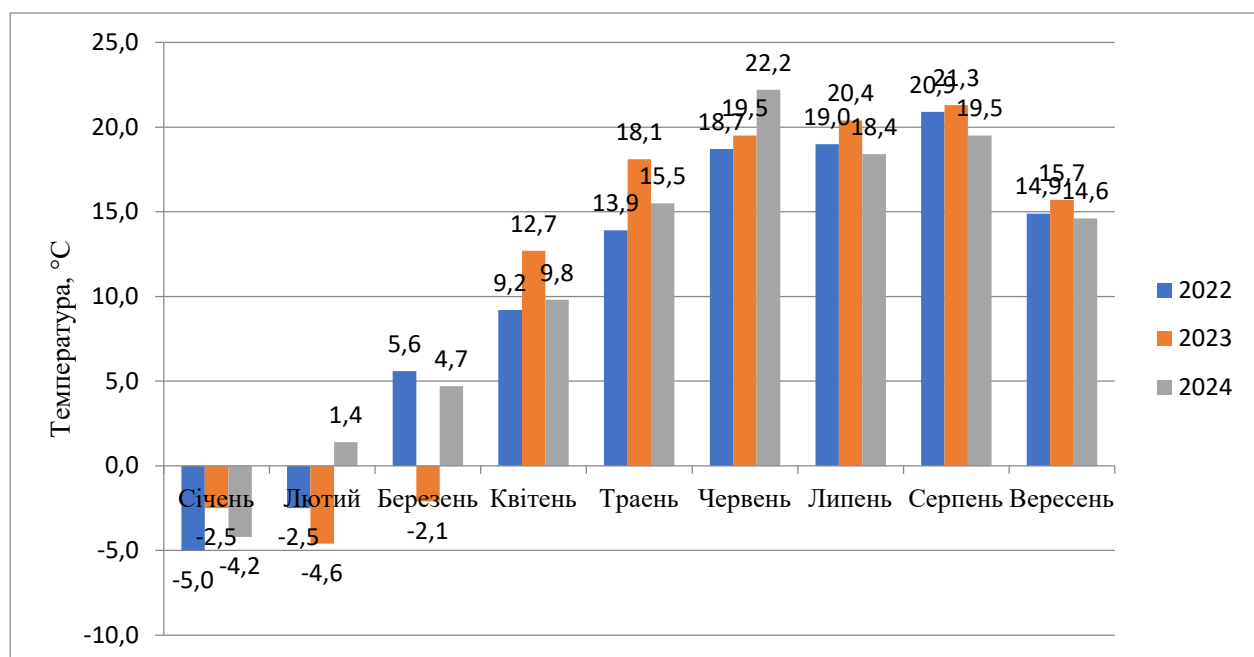


Рис.2 Середньомісячна температура повітря