

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

Агрономічний факультет  
Кафедра технологій у  
рослинництві  
Кваліфікаційна робота на  
правах рукопису

**Севрук Тарас Анатолійович**

УДК 631.559:631.526.3:631.147:633.34

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**«Продуктивність сортів сої за органічної технології  
вирощування в умовах навчально-дослідного поля  
Поліського національного університету»**

201 Агрономія

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело.

Т.А.Севрук

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи  
Дідора Віктор Григорович  
доктор с.-г. наук, професор

Житомир-2023

## Анотація

Севрук Тарас Анатолійович «Продуктивність сортів сої за органічної технології вирощування в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету». Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальності 201-Агрономія. Поліський національний університет, Житомир 2023р.

Кваліфікаційна робота підготовлена на основі проведених польових досліджень з урахуванням «Положення про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті, 2019р».

Робота комп'ютерного набору обсяг зальний 42 сторінки, таблиць – 12, налічує 50 джерел використаних для обґрунтування обраної теми кваліфікаційної роботи представлена у першому розділі.

У другому розділі: «Умови та методика проведення досліджень» описана характеристика ґрунтів, забезпеченість їх елементами живлення, визначено гідротермічні коефіцієнти за роки проведення досліджень, наведена характеристика сортів розрахунки дійсно можливого врожаю за продуктивної вологозабезпеченості.

Основна частина досліджень наведена у третьому розділі. Наведені показники морфологічних особливостей сортів Астор та Аріса, формування урожайності і якості залежно від побічної продукції та сидератів. Сорт Аріса за урожайності, вмістом і виходом білка і жиру показав кращі результати на варіанті сумісного застосування соломи і сидератів. В результаті мінералізації органічних речовин і біологічної фіксації азоту атмосфери, в середньому на 1га сівозмінної площі надходить 10,3 т/га органічних рештків і 92,4 кг/га біологічного азоту. Отримано високий умовно чистий прибуток – 11210 грн./га.

Ключові слова: *сорт, побічна продукція, сидерати, бульбочкові бактерії, біологічний азот, урожайність, економіка.*

## Abstract

Sevruk Taras Anatoliyovych "Productivity of soybean varieties under organic cultivation technology in the conditions of the educational and research field of the Polissky National University." Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 201-Agronomy. Polis National University, Zhytomyr 2023.

The qualification work was prepared on the basis of conducted field research taking into account the "Regulations on qualification work at the Polish National University, 2019".

The work of the computer set has a total of 42 pages, 12 tables, includes 50 sources used to justify the chosen topic of the qualification work, presented in the first chapter.

The second chapter: "Conditions and methods of conducting research" describes the characteristics of soils, their provision of nutrients, determined hydrothermal coefficients for the years of research, the characteristics of varieties and calculations of the truly possible harvest with productive moisture supply.

The main part of the research is given in the third chapter. The indicators of the morphological features of the Astor and Arisa varieties, the formation of yield and quality depending on by-products and siderates are given. The Arisa variety in terms of productivity, content and output of protein and fat showed better results on the option of combined use of straw and siderates. As a result of mineralization of organic substances and biological fixation of atmospheric nitrogen, on average, 10.3 t/ha of organic residues and 92,4 kg/ha of biological nitrogen are added to 1 ha of crop rotation area. A relatively high net profit was obtained – 11210 UAH./ha.

Key words: varieties, by-products, siderates, nodule bacteria, biological nitrogen, yield, economy.

## Зміст

		Стр.
	Вступ .....	5
Розділ I.	АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ	
	1.1. Органічна сировина як основа родючості ґрунту та продуктивності сої.....	7
	1.2. Сидерати як форма використання зеленого добрива.....	12
Розділ II	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Абіотичні фактори та методика досліджень..	15
	2.2. Забезпечення сої абіотичними факторами....	20
	2.3. Особливості вирощування сої в дослідках.....	22
Розділ III	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	3.1. Динаміка надходження елементів живлення.....	26
	3.2. Біологічна активність ясно-сірого ґрунту.....	27
	3.3. Урожайність сільськогосподарських культур в коротко ротаційній сівозміні .....	30
	3.4 Технологічні показники якості сої.....	34
Розділ IV	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	
	4.1. Економічна ефективність вирощування сої...	35
	4.2. Енергетична ефективність.....	36
	Висновки та пропозиції виробництву.....	37
	Список використаних джерел.....	38

## ВСТУП

Зернобобові культури (соя, горох, нут, кормові боби) відносяться до найстаріших культур на земній кулі. Площі зернобобовими культурами займають понад 100 млн.га. В Україні частка зернобобових культур становить лише біля 4,0%. Серед них соя має універсальне значення і використовується в харчовій промисловості, у кормовиробництві, як технічна культура.

Особливе значення сої у – розв’язання білкової проблеми, як джерела амінокислот, найдешевшого, екологічно чистого білка рослинного походження. В зерні міститься 30-50% протеїну та біля 20% жиру.

Найважливіша цінність сої – біологічна фіксація азоту повітря, завдяки розвитку на кореневій системі бульбочкових бактерій, вона забезпечує себе азотом та забезпечує ґрунт азотом, підвищує родючість ґрунту і тому не потребує внесення мінерального азоту в ґрунт. Від сої засвоюється 250-300 кг азоту та 40% його залишається у ґрунті, побічна продукція сої (листяно-стеблова маса містить 1,7% азоту).

Щоб бульбочкові бактерії ефективно працювали сою необхідно розміщувати в ґрунті з рН 6,0-6,8 , і дотримуватися правильного співвідношення фосфору і калію.

Бульбочки не утворюються в сухому ґрунті з поганою аерацією, з вмістом вологи менше 50-60% від повної вологоємності. Високу симбіотичну діяльність забезпечують мікроелементи: молібден, бор, магній та ін.

Якщо бульбочки в ґрунті відсутні насіння необхідно обробляти бактеріальними препаратами (інокулянти: нітрагін, ризоторфін, оптимайз, агробактерін, атува та ін.).

Беручі до уваги цінність сої та інших зернобобових культур, необхідно повністю використати надзвичайно важливу біологічну властивість сої до симбіозу, що дасть змогу дасть змогу вирішити важливу проблему відродження родючості ґрунту та економічну та екологічну проблему.

**Мета** нашої кваліфікаційної роботи полягає у відновленні родючості ґрунту в коротко-ротаційній зернобобовій сівозміні з використанням і

накопиченням біологічного азоту в ґрунті за рахунок використання побічної органічної сировини (соломи) та зеленого удобрення (сидерату).

**Об'єкт дослідження** – процеси росту і розвитку, формування бульбочок і накопичення біологічного азоту та отримання високоякісного урожаю сої.

**Предмет досліджень**: використання на добриво органічних рештків та сидератів (редька польова).

**Публікації автора:**

1. Дідора В.Г., Севрук Т.А., Місечко С.О., Сорока В.А. Урожайність та технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та позакореневого підживлення. *XII Міжнародна науково-практична конференція “INNOVATIONS AND PROSPECTS IN MODERN SCIENCE”, 20-22.11.2023 Стокгольм, Швеція. С. 26-31*
2. Місечко С.О., Севрук Т.А., Друзюк В.С., Хібовська О.В. Продуктивність сорту сої Аріса залежно від ЕМ-препаратів. *Ефективність агротехнологій зони Полісся України: зб. мат. III Всеукр. наук.-практ. конф. 23-24 листопада 2023р. Житомир: ЖАТФК, 2023. С.*
3. Дідора В.Г., Севрук Т.А., Місечко С.О., Сорока В.А. Елементи інноваційної технології вирощування сої. *Ефективність агротехнологій зони Полісся України: зб. мат. III Всеукр. наук.-практ. конф. 23-24 листопада 2023р. Житомир: ЖАТФК, 2023. С.*

## РОЗДІЛ І.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

#### 1.1. Органічна сировина як основа родючості ґрунту та продуктивності сої

Соя культурна (*Glycinemax* (L.) Merrill.) – найважливіша білково-олійна рослина, стратегічна культура у розв’язанні глобальної продовольчої проблеми. Всесвітнє поширення сої обумовлено високими якісними показниками зерна, її цінність зумовлена винятково сприятливим поєднанням у насінні органічних та мінеральних речовин [1, 2].

В зерні сої міститься 35-45% білка, який за амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження і добре засвоюється людиною і тваринами, 19-25% жиру, 20-30% екстрактивних речовин, 4,5-6,8% зольних елементів заліза, фосфору, кальцію, вітаміни А1, В1, В2, В3, В6, Е, К, РР, фолієва кислота, інозит, багато ферментів, тобто – всі життєво важливі речовини [3].

Зерно сої використовують для кормових, продовольчих та технічних цілей. З нього виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, кондитерські вироби, ковбаси, харчове борошно, сурогати кави та ін [4].

Сою використовують на зелений корм, сінаж, для виробництва трав’яного борошна, на силос (в сумішах з кукурудзою), монокорм. Соя збагачує ґрунт біологічним азотом, тому, є цінним попередником для різних сільськогосподарських культур [5].

Продуктивність сої значною мірою залежить від сортів і є найдоступнішим і найдешевшим засобом підвищення урожайності сільськогосподарських культур, у тому числі і сої [6].

Розміщення сої в сівозміні сприяє збільшенню урожайності не тільки завдяки запобіганню хворобам і пошкодженню фітофагами, зниженню забур’яненості поля, але й поліпшенню водного та фізичного режиму ґрунту, раціональнішому використанню поживних речовин. Ряд авторів [7, 8] зазначає, що соя менш чутлива до монокультурного вирощування, ніж горох, боби

кормові, люпин, але її доцільно вирощувати у двопільних коротко ротаційних сівозмінах: соя – кукурудза; соя – озима пшениця; соя – ярий ячмінь [9, 10, 15, 23].

Одним з важливих та перспективних напрямів управління продуційним процесом є застосування біологічно активних речовин, які регулюють ріст і розвиток рослин [11].

Основні фактори підвищення урожайності це сортооновлення, сортозаміни, застосування регуляторів росту рослин, інокулянтів, позакореневе підживлення посівів. За проведення цих заходів урожайність сої збільшується на 0,5-0,8 т/га [7]. Відомо, що соя залишає в ґрунті біля 100 кг/га азоту, що прирівнюється до 10-15 т органічних добрив. Якщо висівати сою в Україні на площі 2,4 млн. га то це означає, що ґрунт одержить обсяг азоту, еквівалентний 546 тис. тонн аміачної селітри на суму понад 1 млрд. грн. [12, 13]. Вирощування сої, на відміну від енергетичних культур площ соняшнику, ріпаку має позитивний ефект, оскільки соя є ідеальним попередником практично для всіх зернових культур. Її біологічною особливістю є здатність формувати бульбочкові бактерії, які дозволяють фіксувати азот повітря і підтримувати родючість ґрунту. Це дуже важливо в економічному плані, за недостатніх обсягів внесення органічних добрив призводить до порушення балансу поживних речовин у ґрунті. Порушується основний закон землеробства, який зобов'язує товаровиробника повернути у ґрунт поживні речовини, які були використані на формування урожаю. Суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України. За умов інтенсивних технологій вирощування можна досягти високої врожайності – 4 т/га і вище. Рентабельність виробництва сої становить понад 50%, тому виробники сої можуть отримувати великий економічний ефект від її вирощування [14].

За визначенням академіка А.О.Бабича, основне виробництво сої в Україні розташоване в Лісостеповій зоні, оскільки ґрунтово-кліматичні умови відповідають біологічним особливостям культури, завдяки чому вона формує



високий врожай [12, 16]. Сорт значною мірою визначає рівень продуктивності і якості насіння та ефективність її виробництва. Сорт є найдоступнішим і найдешевшим засобом підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Він залишається не тільки засобом збільшення урожайності, а й стає фактором, без якого неможливо реалізувати накопичений генетичний потенціал, задовольнити вимоги споживача та переробника [17]. Виробникам сої важко підібрати сорт, який відповідає комплексу вимог і спроможний щорічно давати стабільно високі врожаї [18]. Кожен сорт може повністю реалізувати свої потенційні можливості лише за оптимальних умов вирощування [19]. Правильний вибір сорту – одна з важливих умов отримання високого врожаю, але високопродуктивний сорт ще не є гарантією доброго результату. Відомо, що біологічний потенціал продуктивності сортів сої нового покоління реалізується на 38-56% (стоїть завдання досягти 78-92%) тоді, як у Канаді та США – 70-73% [7]. Це означає, що в Україні майже 65% урожайного потенціалу сучасних сортів сої є невикористаним резервом культури. Значною мірою це пояснюється тим, що в Україні технологія вирощування не достатньо враховує біологічні особливості існуючих сортів і це не забезпечує реалізацію їх урожайного потенціалу.

У виборі сорту основними критеріями оцінки є тривалість вегетаційного періоду, стійкість до осипання та вилягання, ураження шкідливими організмами [18].

В сучасних умовах проводиться інтенсивна селекція сортів сої зернового напрямку використання [20]. Впровадження нових сучасних сортів сої дозволяє значно підвищити врожайність за умов дотримання основних вимог щодо їх вирощування [21].

У сучасному виробництві сорт є біологічним фундаментом, на якому базуються всі елементи технології вирощування [22]. Рівнозначність і незалежність факторів життя рослин визначає його продуктивність [24].

Фактор «інокуляція насіння» безпосередньо впливає на формування продуктивності сої. За результатами досліджень Інституту кормів та сільського

господарства Поділля НААН України, інокуляція забезпечує приріст урожайності насіння сої на 0,3-0,4 т/га [24]. Вченими Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, доведено що застосування інокулянта на основі *Bradyrhizobium japonicum* у технології вирощування сої сприяло підвищенню продуктивності сої на 0,34-0,50 т/га [25].

Інокуляція – це екологічно безпечна та економічно вигідна технологія азотфіксації, яка полягає в обробці насіння препаратом, що містить бульбочкові бактерії роду *Bradyrhizobium japonicum*, які утворюють симбіоз із рослинами. Інокуляція впливає на формування симбіотичного апарату, сприяє підвищенню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції, зменшує пестицидне навантаження на навколишнє середовище [25]. Слід відмітити, що завдяки біологічній азотфіксації бульбочковими бактеріями у ґрунті під наступну культуру залишається 35-55 кг азоту [26]. Соя у середньому залишає близько 60-150 кг/га біологічного азоту (використовується наступними культурами на 90-100%, тоді як мінеральний азот на 50-60%) [27]. Інокуляція необхідна, якщо бобові культури не вирощувались на полі впродовж 2-3 років. Завдяки обробці насіння сої перед сівбою бактеріальними препаратами на коренях рослин значно інтенсивніше утворюються бульбочки, через які і відбувається азотфіксація.

Відомо що, симбіотична фіксація азоту повітря може становити 450 кг/га, у тому числі частка фіксованого азоту бульбочковими бактеріями 95% [28]. В умовах богарного землеробства майже 50-60% своєї потреби в азоті соя задовольняє шляхом азотфіксації азоту атмосфери.

Соеві бульбочкові бактерії, що живуть на коріннях рослин, відсутні у більшості типів ґрунтів. Після збирання врожаю бульбочкові бактерії залишаються у ґрунті життєздатними у продовж 3-5 років. Якщо сою вирощують на полі вперше, для одержання високого врожаю необхідно провести інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями роду *Bradyrhizobium japonicum*, які у результаті симбіозу з культурою забезпечують рослини

фіксованим атмосферним азотом, що дає можливість формувати стабільні та екологічно безпечні врожаї. Активні ризобії за умови правильної інокуляції насіння та ефективного штаму бактерії здатні фіксувати до 250-300 кг/га доступного рослинам азоту за період вегетації сої, з яких 150-180 засвоюється самою рослиною сої, а до 100 кг залишається у пожнивних рештках. Азот потрапляє в рослину в критичні періоду росту і розвитку сої. Завдяки фіксованому біологічному азоту підвищується родючість та мікрофлора ґрунту. Якщо насіння сої оброблено інокулянтном і висіяне у вологий ґрунт, то бульбочкові бактерії здатні фіксувати достатню для нормального розвитку рослин кількість атмосферного азоту. Якщо азотфіксація проходить активно, про що свідчить червоне забарвлення бульбочок, а їх кількість становить не менше 5 шт./рослину і забарвлення рослин світло-зелене, підживлення рослин азотом не обов'язкове. У випадку незадовільного стану бульбочок та жовтуватого відтінку рослин слід провести 1–2 підживлення стимулятором росту у фазу бутонізації або у період цвітіння. У рослин сої циклічно поєднуються два найважливіших фізіологічних процеси: фотосинтез і біологічна фіксація азоту. За достатнього живлення інтенсивно відбувається фотосинтез у листках і створюються передумови біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що є фундаментом для синтезу білка, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [28].

Інокуляція сприяє швидкому заселенню кореневої системи бактеріями азотфіксаторами, утворенню бульбочок на коренях незалежно від умов середовища, поліпшує проростання, розвиток кореневої системи, прискорює ріст рослин сої. І передпосівна інокуляція насіння сої повинна стати основним агротехнічним заходом ресурсо- та енергозберігаючої технології вирощування.

Тому вивчення впливу органічних речовин на ріст і розвиток сої, без застосування добрив синтетичного походження є актуальною проблемою.

Кваліфікаційна робота направлена на вивчення і застосування побічної продукції і сидерації з метою покращення симбіозу бульбочкових бактерій та живлення рослин сої.

## 1.2. Сидерати як форма використання зеленого добрива

Застосування сидератів, як органічного добрива на сьогодні є необхідною умовою одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур та підвищення врожайності родючості ґрунтів [29].

Сидерати – рослини, які вирощують поживно або поукісно, для збагачення ґрунту елементами живлення. Вони відновлюють запаси гумусу, покращують структуру, підвищують родючість верхнього орного шару. Ці рослини невибагливі, і холодостійкі, тому їх можна висівати навіть навесні і восени. У деяких областях сидерати сіють на початку жовтня, і до настання холодів вони встигають наростити необхідну зелену масу. Способів застосування цього «зеленого добрива» безліч. Даний тип рослин знижує кислотність ґрунту, допомагає накопичувати в верхніх горизонтах корисні макроелементи, прискорює мікробіологічні процеси [30].

Для добору сидератів необхідно визначити мету застосовування. З метою оструктурення ґрунту, підвищення вмісту азоту та гумусу, цілеспрямованого та проміжного вирощування на зелений корм, боротьби зі шкідниками і хворобами є різні види сидератів [31].

При виборі необхідно враховувати кліматичні, ґрунтові та економічні умови господарства. Особливо слід звернути увагу на дрібнонасінні культури з коефіцієнтом розмноження 1:30. Господарству досить мати 1-3 га насінника, щоб забезпечити 30-100 га власним насінням [32].

Для збільшення вмісту азоту перевагу надають зернобобовим: багаторічному люпину, сераделі, бобових трав, конюшині, люцерні тощо. Для поліпшення структури ґрунту: жито, однорічні трави, редьку польову. Для захисту ґрунту від ерозії та підвищення вмісту гумусу використовують посіви капустяних культур: гірчиці, ріпаку, свиріпи. Овес, буркун та гірчиця біла є найкращими попередниками, які пригнічують хвороби сої. Фітосанітарну здатність мають конюшина, свиріпа, ріпак та редька польова [31].

Основним джерелом для поповнення органічних речовин у ґрунті є солома з післяжнивним використанням сидератів. Так, під час нітрифікації 1 т соломи утворюються до 600 кг органіки, з якої до 60-100 кг буде задіяно для утворення гумусу [33]. Зелене добриво в проміжних посівах у середньому еквівалентне 30-40 т гною у коефіцієнті переводу зеленої маси сидерату у стандартний гній – 0,6-0,8. Застосування післяжнивного сидерату важливо також і щодо підвищення доступності фосфору ґрунту та важкорозчинних форм добрив (фосфоритного борошна). Крім того, відкриваються певні перспективи застосування сидерату як засобу, що запобігає непродуктивним втратам мінерального азоту ґрунту та добрив в осінньо-зимовий період [34]. Це пояснюється тим, що післяжнивні сидерати сприяють трансформації мінеральних сполук азоту добрив та ґрунту в органічну форму (у вигляді біомаси сидерату), яка у весняно-літній період мінералізується, вивільняючи азот для рослини. А поєднання зеленої маси сидерату (C:N = 20–25:1) і соломи (C: N = 80–100:1) створює в ґрунті кращі умови для розкладання: зменшує втрати азоту під час розкладання зеленої маси і пришвидшує їх для соломи. Біомаса сидерату за один рік, залежно від погодних умов, розкладається на 46-55%. У суміші з соломою сповільнює процес до 39-43%, а це стимулює процеси гуміфікації, підвищуючи її до 0,25%, тоді як без соломи цей показник не перевищує 0,17% [35].

В органічному землеробстві використання сидератів застосовують як покривну культуру у боротьбі з бур'янами, ерозією і покращенням структури ґрунту, підвищенням вмісту гумусу. Такий агротехнічний прийом запобігає вимиванню поживних речовин, активізує мікробіологічні процеси, покращує аерацію та утримання вологи у ґрунті, переведенню поживних речовин у доступну форму. Сидеральні культури (люпин, буркун, гречка, серадела, фацелія, капуста) засвоюють з ґрунту і переводять у розчинну форму мікроелементи і фосфор. Одним з основних факторів стримуючих використання елементів живлення є вологозабезпеченість ґрунтів. На вологозабезпечених ґрунтах сидеральний пар ефективний як в екологічному

напрямку, так і з точки зору родючості ґрунтів та вмісту доступних елементів живлення. У Поліссі й Лісостепу сидератні культури застосовують під зернові, овочеві й технічні культури, а також у садівництві, виноградарстві та лісництві. Зелене добриво не тільки впливає на врожай, а й сприяє збереженню та покращенню родючості ґрунту. Приорювання в ґрунт зеленого добрива рівноцінне внесенню 25-30т/га гною [35].

Одним з найактуальніших питань є застосування сидерації, це шлях до ведення рентабельного виробництва, екологічного оздоровлення ґрунту, підвищення родючості, охорони довкілля і сприяє в майбутньому до ведення органічного землеробства.

## Розділ II.

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Абіотичні фактори та методика досліджень

Лабораторно-польові дослід проводили в умовах дослідного поля Поліського національного університету, на ясно-сірих легкосуглинкових ґрунтах, недостатньо забезпечених елементами живлення, вони містять незначну кількість гумусу в орному шарі – 1,27-1,29 %, слабокислі (рН-5,9-6,1).

У дослідях проводили наступні спостереження, обліки і аналізи:

- визначення агрохімічних показників ґрунту: вміст гумусу – ДСТУ - 4289-2004 [42];
- рухомого фосфору і обмінного калію – за Кірсановим [40];
- рН – потенціометричним методом;
- гідролітичну кислотність за методикою Каппена в модифікації ЦІНАО [41];
- лужногідролізований азот за Корнфілдом [39];
- суму увібраних основ – за Каппеном.
- Протеїн – ДСТУ-4964 2008 [43];
- Жир – ГОСТ-1085764 [44].

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої проводили відповідно "Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур". Відмічали основні фази росту і розвитку рослин: за початок фази приймали наявність її не менше як у 10% рослин, за повну - у 75 % рослин. Підрахунок густоти рослин проводили у фазі повних сходів і перед збиранням врожаю на постійно закріплених кілочками площадках, у триразовій повторності на двох несуміжних повтореннях.

Визначення кількості і маси бульбочок та тривалості загального і активного симбіозу проводили за методикою Г.С.Посипанова [38].

Фотосинтетичний потенціал (ФП), чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методикою А.А.Ничипоровича та ін. за формули Кідда, Веста і Бріггса [45].

Облік урожайності проводили методом суцільного збирання і зважування з кожної ділянки. Одночасно відбирали середню пробу насіння з кожної ділянки з наступним визначенням в лабораторії вологості і засміченості.

Таблиця 1

### Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту

Кислотність ґрунту, рН	Вміст гумусу, %	Вміст елементів живлення, мг/кг			Сума поглинутих основ,	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г.
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
5,88-5,75	1,27-1,29	79,8	221,8	146,5	15,0	2,46

З даних таблиці 1 видно, ясно-сірі ґрунти мають слабо кислу реакцію ґрунту з вмістом гумусу в шарі 0-20 см., 1,27-1,29%, недостатньо забезпечений азотом, добре забезпечений фосфором і калієм.

Метою наших досліджень – визначення особливостей забезпечення ґрунту речовинами органічного походження та різних сортів сої.

Об'єкт досліджень: процеси розкладання побічної продукції і сидератів та їх вплив на ріст і розвиток сої.

Предмет дослідження: мінералізація соломи і сидерату, забезпечення ґрунту органічною речовиною, продуктивність сортів сої Астор і Аріса.

Загальна площа польового дослідження становила – 878 м<sup>2</sup>

Посівна ділянка – 39,6 м<sup>2</sup> (3,6 x 11); облікова – 25 м<sup>2</sup> (2,5 x 10)

Для написання дипломної роботи використовували методичний посібник та методику польових досліджень в агрономії [46].

Погодні умови 2021-2022 рр., за розрахунковими показниками гідротермічних коефіцієнтів наведено у таблиці 2.

Характеристика агроекологічних основ використання природних ресурсів Житомирщини описав М.А.Галич [36].



### Гідротермічний коефіцієнт за роки проведення досліджень (ГТК)

Період вегетації	Роки		
	2021	2022	2023
Квітень	0,6	0,7	1,2
Травень	0,8	0,5	1,0
Червень	0,9	2,0	1,1
Липень	0,8	2,2	0,5
Серпень	0,8	1,0	1,0
Вересень	1,9	0,9	0,9

Характеристика погодних умов вегетаційного періоду 2021 року.

Перша декада квітня місяця характеризується температурою повітря 11,1°C за середньо багаторічною нормою 8,3°C. та кількістю опадів 9 мм за норми 17 мм.

Друга декада характеризується зниженням температури повітря на 3,6°C порівняно з багаторічними показниками, та недостатньої кількості опадів, яких випало – лише 4 мм за норми 24,6 мм.

Температура третьої декади становила 10,2°C проти норми 13,6°C, а кількість опадів випало на 6 мм більше норми. В загальному квітень характеризується підвищеною температурою повітря та недостатньою кількістю опадів.

Температурні градієнти у травні були на 1,7°C нижчими за норми, а кількість опадів майже у 2,5 менші за норми.

У першій декаді червня становила 17,2°C за норми 18,8°C а кількість опадів на 17 мм менше за норми.

Температура повітря другої декади відповідала нормі, проте опадів було недостатньо, їх зменшилося на 18 мм.

Третя декада характеризується дещо підвищеними показниками температури повітря та недостатньою кількістю опадів – їх зменшилося на 30,6 мм.

В цілому погодні умови червня характеризується як посушливі.

Погодні умови липня місяця за температурним режимом були близькими за показниками багаторічних даних, а опадів надійшло 49 мм проти норми 68,3 мм.

Серпень за погодними умовами сприяв росту і розвитку сої. В окремі періоди температура повітря підвищувалася до 23-24°C у травні, а в кінці декади до 27-28°C.

Середня температура першої декади червня 2022 р., становила 16,5-18,3°C, що більше норми на 0,6-1,9°C. Максимальна температура 7 червня становила 26-28°C тепла.

Опади. Перевага сухої погоди характеризувалась недостатньою кількістю опадів 9-18 мм, що відповідає лише 31-46% до середньо-багаторічних значень.

Середня температура другої декади червня характеризувалась середньою температурою повітря 18,4°C, відхилення від норми становило 1,6°C. Максимальна температура досягала 29°C, а мінімальна 10°C, кількість опадів склала 18 мм, що становить лише 54% до норми.

У третій декаді червня місяця середня температура повітря становила 20,3°C, відхилення від норми 24°C. Максимальна температура досягала 32°C, а мінімальна 9°C.

Сума опадів становила 18 мм, що становить 68% до норми.

В цілому червень характеризується, як посушливий і не сприяв росту і розвитку сої.

Середня температура повітря у першій декаді липня 2022 р. становила 17,3°C, що відхилена від норми – 0,3°C. Максимальна температура досягала 29°C, а мінімальна 10°C.

Сума опадів за декаду становила 12 мм, що становить 32% до норми.

Друга декада характеризується середньою температурою повітря 19,0°C, відхиленням від норми – 0,7°C. Максимальна температура досягла 30°C, а мінімальна 9°C. Сума опадів за другу декаду липня 20 мм, що становить 73% до норми.

Третя декада липня за температурним показником відповідала багаторічним показником і опадами (50 мм) близькими до норми (68,3мм).

Погодні умови за другу декаду серпня:

Середня температура повітря  $23,1^{\circ}\text{C}$  з відхиленням від норм  $+5,6^{\circ}\text{C}$ , максимальна температура  $+33^{\circ}\text{C}$  та мінімальна  $+12^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів становила 12 мм, відхилення від норми 40%, третя декада характеризується середньою температурою повітря  $16,2^{\circ}\text{C}$  з відхиленням від норми  $0,3^{\circ}\text{C}$  максимальна –  $28^{\circ}\text{C}$  та мінімальна –  $6^{\circ}\text{C}$ , кількість опадів становила 10 мм, відхилення від норми 39%.

Таким чином погодні умови першої декади травня місяця 2022 року були несприятливі для сівби і проростання насіння. Друга декада травня за температурним градієнтом відповідає біологічним особливостям, проте кількість опадів становила лише 55% від норми. Третя декада травня – посушлива що не сприяє росту і розвитку сої.

В цілому травень місяць 2022 року за показниками гідротермічного коефіцієнта (0,32) був несприятливим для росту і розвитку сої.

Умови червня місяця за показниками гідротермічного коефіцієнта (0,87) були сухими, що негативно впливало на формування продуктивності сої.

Серпень місяць також був посушливим, тому що гідротермічний коефіцієнт становив 0,54 і характеризується як сухий період.

Таким чином погодні умови вегетаційного періоду 2022 р., особливо у фазу бутонізації, кінець червня місяця та фази цвітіння, утворення та наливання зерна за показниками ГТК були оптимальними.

Таким чином гідротермічний коефіцієнт у період вегетації сої в умовах 2023 року характеризується недостатньо забезпеченістю вологою та підвищеною середньодобовою температурою. Травень. У період сівби та сходів сої характеризується як достатньо вологозабезпечений – ГТК-1,4.

Ріст і розвиток у червні характеризується оптимальною вологозабезпеченістю, а липень та серпень були посушливими.

## 2.2. Забезпечення сої абіотичними факторами

На формування 1 ц. насіння соя використовує в середньому 8 кг. N, це у 2,3 рази більше, ніж озима пшениця, та у 1,3 рази більше, ніж соняшник. Споживання інших мікроелементів теж відносно високе і складає 1,8 кг.  $K_2O$  та 2,2кг.  $P_2O_5$  [47].

Піщані та гравійні ґрунти найменш придатні для вирощування сої, у зв'язку з тим, що вони мають тенденцію до пересихання у період вегетації рослини. Вона переносить високий рівень підґрунтових вод і рН ґрунтового розчину від 6,2 до 8,5, однак оптимальним для неї є рН – 6,5-7,0. Коренева система потребує доброї аерації, структурного ґрунту, вона добре росте на розпушених ґрунтах з об'ємною масою 0,9 - 1,2 г/см<sup>3</sup>.

Під час формування врожаю соя дуже нерівномірно споживає поживні речовини: від сходів до цвітіння вона засвоює 16,6 % азоту, 10,4% фосфору, 24,7% калію; від цвітіння до початку формування насіння і до початку його наливання відповідно 78,5; 50 і 82,2%. Накопичення азоту, фосфору і калію спочатку відбуваються повільно, а потім у період між повним цвітінням і пожовтінням нижнього листка та повного розвитку нижніх бобів посилюється. Протягом 45 днів між цими фазами накопичується приблизно 80% загальної кількості цих елементів. Половина азоту, фосфору та калію переміщується в достигаюче насіння з інших органів рослини, а половина - з ґрунту, кореневої системи і бульбочок.

Соя має здатність до симбіозу з бульбочковими бактеріями. За рахунок цього в біологічний обіг задіяно велику кількість атмосферного азоту. За допомогою бульбочкових бактерій на 1 гектарі фіксується до 150-200 кг азоту. Біологічно зв'язаний азот може складати 60-70% всього азоту в урожаї сої. Окрім цього значна його кількість залишається в ґрунті, що робить сою цінним попередником під сільськогосподарські культури, особливо пшеницю.

У сої менше проблем з шкідниками і хворобами при правильному запровадженні сівозмін. Широкий спектр гербіцидів, які дозволені для застосування на даній культурі, дозволяє розробляти ефективні та екологічно безпечні програми контролю забур'яненості посівів сої.

Соя набагато швидше компенсує повільний ріст та потребу в мінеральних елементах живлення на початку вегетації порівняно з кукурудзою. Абіотичні фактори та біологічні особливості сої необхідно обов'язково враховувати відповідно до розробки сучасної системи інтенсивної технології вирощування .

Виходячи з біологічних особливостей, а саме: пізні строки сівби за температури ґрунту 12-14°C , яка припадає на першу декаду травня, враховуючи температуру повітря у період цвітіння 20-25°C, формування квіткової частини та плодоутворення насіння 18-22°C, можна стверджувати, що температурні градієнти зони Полісся відповідають біологічним особливостям. Сума оптимальних температур за період вегетації повинна становити 2000-2200°C, а на Житомирщині вона коливається в межах 1600-3200°C. Відомо, що для набухання і проростання насіння соя вимагає великої кількості вологи, що становить 130-160%, транспіраційний коефіцієнт коливається в межах 500-600, а кількість опадів за період вегетації коливається в межах 300-350.

Сума активних температур повітря вище 10°C для: ранньостиглих сортів – 1800-2000°C: середньо ранньостиглих сортів – 2000-2600°C; середньостиглих сортів – 2600-2850°C; середньо пізньостиглих сортів – 2850-3200°C; тривалість безморозного періоду – 130 днів і більше; сумарна кількість сонячної радіації за вегетаційний період – 2700-3200 МДж/м<sup>2</sup>; фотосинтетична активна радіація (ФАР) за вегетаційний період – 1200-1500 МДж/га; запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту перед посівом становили 180 мм, гідротермічний коефіцієнт – 0,80-1,7 (таблиця 3).

### Розрахунки дійсно можливого врожаю за вологозабезпеченості

Вегетаційний період	ГТК
липень -	1,6
серпень -	1,3
вересень -	1,5
вегетаційний період -	1,55
Можлива врожайність:	
– запаси вологи в 1 м шарі ґрунту, мм	180
– опади, мм	300
– продуктивна волога опадів, мм	250
– сума продуктивної вологи, мм	430
– розрахункова врожайність, т/га	2,5-3,0
Поживні речовини: виноситься з 1 ц урожаю основної та побічної продукції, кг: азоту -8,0; фосфору -3,5; калію - 4,5; кальцію-6,5; магнію-5,0; сірки-8,0	

### 2.3. Особливості вирощування сої в дослідях

У польовій коротко-ротаційній сівозміні сою розміщували після пшениці озимої, а саме в сівозміні: багаторічні трави, пшениця озима, соя, ячмінь з підсівом багаторічних трав.

За багаторічними даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, Поліського національного університету можна висівати у сівозмінах з короткою ротацією сівозмін. При цьому врожайність ячменю підвищується на 4-6 ц/га, пшениці - на 2,5-4 ц/га. Використання таких сівозмін є досить актуальним, особливо в даний час, для великих приватних товаровиробників та фермерських господарств [13].

Соя є одним з кращих попередників ярих культур. У середньому на 1 га соя залишає після себе в ґрунті 60-80 кг азоту, 20-25 кг фосфору і 30-40 кг калію, що прирівнюється до 10-15 т органічних добрив.

Обробіток ґрунту під сою повинен забезпечувати максимальне знищення бур'янів, добрі умови для росту кореневої системи, біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, сприятливого поживного режиму. Обробіток ґрунту залежить від попередника, вологозабезпечення, забур'яненості поля та його рельєфу.

Після озимої пшениці проводили дискування ґрунту, посів редьки польової за норми висіву 25 кг/га. У фазу зеленої стиглості стручків проводили дискування і наступну пізню зяблеву оранку на глибину 20-22 см.

Передпосівний обробіток ґрунту направлений на вирівнювання та створення сприятливих умов для рівномірного загортання і проростання насіння сої.

Проведення передпосівної культивуації в день посіву на глибину загортання насіння 3-4 см дає можливість уникнути пересихання верхнього шару ґрунту, додатково його вирівнює, знищує проростки бур'янів, створює сприятливі умови для посіву сої.

Для передпосівного обробітку ґрунту необхідно використовувати комбіновані агрегати (АКГ-6, "Європак", Смарагд, Рубін та ін.). При дефіциті вологи в посівному шарі проводять прикочування ґрунту до і після сівби, яке сприяє підвищенню польової схожості насіння, отриманню оптимальної густоти рослин, підвищення врожаю насіння на 1,1-2,6 ц/га [10].

Серед зернобобових культур соя досить вимоглива до вмісту в ґрунті поживних речовин і особливо азоту, хоча ефективність внесених добрив під сою, в першу чергу залежить від агрохімічних показників ґрунту, вологозабезпеченості, сорту тощо. Тому при застосуванні добрив необхідний диференційований підхід [15].

Незважаючи на здатність сої задовольняти значну частину потреби в азоті (60-70%) за рахунок біологічної фіксації з атмосфери, вона позитивно реагує на внесення фосфорно-калійних добрив.

Одним із ефективних і доступних органічних добрив, є зелене добриво сидеральних культур. Завдяки проведенню сидерації підвищується зв'язність

грунт, водно-повітряний режим, підсилюється життєдіяльність ґрунтових організмів, зменшується забур'яненість поля, що позитивно впливає на розвиток бульбочкових бактерій та кореневої системи сої. Для сидерації як правило використовують редьку олійну, гірчицю білу, ріпак [35].

Відомо, що надходження елементів живлення впродовж вегетаційного періоду сої відбувається нерівномірно. Так, від сходів до цвітіння вона засвоює 16,6 % азоту, 10,4 фосфору, 24,7 % калію; від цвітіння до початку формування насіння і наливання відповідно 78,5; 50 і 82,2 % [3]. У зв'язку з цим, вирішити проблему повного забезпечення рослин доступними формами макро- і мікроелементами в процесі онтогенезу можна за рахунок застосування в системі удобрення сої багатокомпонентних, хелатних позакорневих добрив типу Еколист, Кристалон, Реаком, Вуксал, Акварін, Нановіт-Супер та інші [48].

Підживлення посівів проводять у фазах бутонізації, утворення зелених бобів та наливання насіння.

Сівбу сортів сої проводили за температури ґрунту 10-12°C, у першій декаді травня. При визначенні строків сівби враховували біологічні особливості сортів Астор і Аріса.

Обов'язковим елементом технології вирощування сої є проведення інокуляції насіння. У день сівби його обробляли азот-фіксатором Оптімайз 200, де в одному грамі препарату міститься не менше 2,5 млрд. активних бульбочкових бактерій [26, 49].

З метою отримання дружніх, рівномірних і неуражених хворобами сходів, насіння додатково обробляють протруйником Максим XL 035 (1 л/т), 0,5-1,0 % -ним розчином молібденово-кислого амонію, стимулятором росту типу агростимулін. За результатами досліджень Інституту кормів та сільського господарства Полісся НААН такі заходи забезпечують приріст урожайності насіння сої до 3-4 ц/га [6].

Норма висіву насіння становила 600 тис. схожих насінин на 1 га або 135 кг/га залежно від маси 1000 насінин і групи стиглості сортів, зони вирощування, родючості ґрунту, умов зволоження.



Глибина загортання насіння при достатньому зволоженні верхнього шару ґрунту становила 3-4 см. Для сівби використовували сівалку Клен - 4,2 [10].

Для знищення бур'янів проводили до- і після сходів боронування в період масових сходів бур'янів.

Збирання сої в дослідах проводили за вологості насіння 16%.



**Рис. 1** Догляд за посівами сої без пестицидів на фоні застосування побічної продукції та сидератів

### Розділ III.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Динаміка надходження елементів живлення

Формування дійсно можливого врожаю залежить від площі листкової поверхні густоти стеблостою (таблиця 4).

Таблиця 4

#### Густота сої залежно від сортів елементів органічної технології вирощування (середнє за 2021-2023 рр.)

№ з/п	Варіанти досліджень	Повні сходи, тис.шт./га	Польова схожість, %	Густота стебел перед збиранням, тис.шт./га	Збереженість, %
<b>Астор</b>					
1.	Біологічний контроль (БК)	516	86	464	10
2.	БК+солома попередника	528	88	496	8
3.	БК+сидерати (редька польова)	540	90	508	6
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	558	93	535	5
<b>Аріса</b>					
1.	Біологічний контроль (БК)	522	87	469	10
2.	БК+солома попередника	528	88	516	8
3.	БК+сидерати (редька польова)	540	90	502	7
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	569	94	547	4

Висока польова схожість сортів сої Астор та Аріса становить 93-94%, що пов'язано з надходженням в орний шар ґрунту побічної продукції, попередника пшениці озимої та зеленого добрива у поверхневому шарі ґрунту за рахунок розкладання органічної маси збільшується кількість продуктивної вологи, яка зберігається і приймає участь у набуханні і проростання насіння сої.

Впродовж онтогенезу випадіння рослин коливається в межах 4-10%, повільна мінералізація органічних рештків використовується кореневою системою сої і сприяє активному росту і розвитку сортів сої.

Максимально можливі запаси продуктивної вологи ясно-сірих лісових супіщаних та легкосуглинкових ґрунтів складають біля 200 мм, якщо застосовувати мульчування їх органічною сировиною та утримувати під зеленим покривом, а саме подрібнення побічної продукції і посів сидератів з наступним загортанням їх у ґрунт на глибину 10-12 см, застосовуючи безполицевий поверхневий обробіток ґрунту дисковими знаряддями, як для подрібненої соломи та і сидератів у фазу утворення зелених стручків, що і сприяє підвищенню польової схожості і виживаності рослин за період вегетації таблиця 4, 5.

### **3.2. Біологічна активність ясно-сірого ґрунту**

Висока біологічна активність ґрунту спостерігається на варіантах застосування стерньових, корневих рештків, подрібнення соломи та сівби сидератів, де целюлоза і гемицелюлоза розкладається на 25,4%, урожайність пшениці озимої збільшується на 2,0 т/га, сої – 0,8 т/га та ячменю – 2,1 т/га порівняно з біологічним контролем (загортання в ґрунт лише стерньових та корневих рештків).

**Біологічна активність ґрунту залежно від добрив органічного походження  
(середнє за 2019-2023 рр.)**

№ з/п	Органічна сировина	Біологічна активність, %	Урожайність, т/га								
			пшениця оз.			соя			ячмінь		
			т/га	Приріст, %		т/га	Приріст, %		т/га	Приріст, %	
				т/га	%		т/га	%		т/га	%
1.	Стерньові та кореневі рештки	20,8±1,8	5,6	-	100	2,2	-	100	2,9	-	100
2.	Стерньові, кореневі рештки та солома	21,1±2,1	6,1	0,8	114,3	2,4	0,2	109,0	3,2	0,3	110,3
3.	Стерньові, кореневі рештки та сидерати	23,3±1,9	7,2	1,6	128,6	2,7	0,5	122,7	3,8	0,9	131,0
4.	Стерньові, кореневі рештки, солома та сидерати	25,4±2,7	7,6	2,0	135,7	3,0	0,8	136,4	4,0	2,1	137,9
НІР		-	0,55	-	-	0,44	-	-	0,15	-	-

Проведення вивчення мікробіологічної активності за допомогою апікації лляної тканини показав, що розкладання лігніну, целюлози, соломи відбувається впродовж вегетаційного періоду всіх культур в коротко-ротаційній сівозміні.

Мікробіологічна активність апікації лляної тканини показав, що загорання стернових рештків відбувається повільно і органічна речовина розкладається лише на 20% [50].

Загорання подрібненої соломи і сидератів прискорює на 2,5% розкладання лігніну і целюлози, а сумісне застосування побічної продукції і зеленого добрива підвищує процес нітрифікації органічних речовин, який складає 25,4%.

Продукти мінералізуються не випаровуються, не промиваються, зв'язуються з ґрунтом в зв'язку з чим покращується родючість ґрунту, що позитивно впливає і на формування бульбочкових бактерій (таблиця 6).

**Симбіотична активність бульбочкових бактерій залежно від сортів та органічних речовин (середнє за 2020-2023 рр.)**

№ з/п	Варіанти добрив	Кількість, шт.	Маса	Маса, кг/га		Симбіотичний потенціал тис.кг.днів/га	Еквівалент аміачної селітри
		бульбочок на рослині	бульбочок на рослині	сирих бульбочок	фіксованого азоту		
<b>Астор</b>							
1.	Біологічний контроль (БК)	29	0,34	157	78	9,7	233
2.	БК+солома попередника	39	0,43	213	106	11,4	315
3.	БК+сидерати (редька польова)	43	0,75	381	190	22,8	569
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	58	0,81	433	216	25,4	646
<b>Аріса</b>							
1.	Біологічний контроль (БК)	34	0,54	253	126	14,3	377
2.	БК+солома попередника	46	0,63	353	176	21,4	527
3.	БК+сидерати (редька польова)	58	0,78	392	196	22,8	587
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	65	0,89	487	243	25,6	727

За рахунок покращення агрофізичних властивостей ґрунту накопичення і збереження продуктивної вологи покращується і розвиток бульбочкових бактерій і синтез азоту атмосфери. Більш активно він проявляється на кореневій

системі сорту Аріса і становить у середньому – 27,7 шт. бульбочок на одній рослині, а максимально їх утворюється при сумісному застосуванні побічної продукції і зеленого добрива – кількість їх подвоюється.

Абсолютний показник формування бульбочкових бактерій на кореневій системі сорту Аріса вищий за сорт Астор на 23,1 шт., а їх маса коливається в межах 296 кг/га сорту Астор та сорту Аріса – 371 кг/га. Найкращі показники отримані у сорту Аріса на варіанті внесення в ґрунт побічної продукції соломи та застосування сидерату, що становить 487 шт. бульбочок, що на 54 шт. більше порівняно із сортом Астор. Симбіотична активність бульбочкових бактерій на глибині ґрунту 20 см сорту Аріса накопичувала азоту при комбінованому застосуванні органічних рештків та сидератів – 243 кг/га, що на 27 кг більше порівняно з сортом Астор. Таким чином в перерахунку на еквівалент аміачної селітри, це становить у сорту Аріса – 727 кг, що більше за сорт Астор на 81 кг, а також забезпечує збереження коштів на суму 12274 грн. сорту Астор і 13813 грн. сорту Аріса.

Фотосинтез є головним фактором утворення сухої органічної сировини, питома частка у формування абсолютно сухої речовини становить 90%. Засвоєння мінерального живлення, вага яких складає 5-10% сухої фітомаси урожаю, тільки при наявності фотосинтезу [45]. Проте суттєвість позитивного впливу мінерального живлення полягає у збільшенні фотосинтетичної продукції рослин. У своїх роботах В.Г.Дідора [1] стверджує, що кожен м<sup>2</sup> листової поверхні засвоює у нормальному посіві за добу 12-25 г СО<sub>2</sub> і витрачає на дихання біля 6-12 г, таким чином формує 5,6-12 г сухої маси органічної сировини.

### **3.3. Урожайність сільськогосподарських культур в коротко ротацийній сівозміні**

Наприклад продуктивність фотосинтезу становить 5-6 г на 1 м<sup>2</sup> за добу, то за площі листової поверхні 40-50 тис.м<sup>2</sup>/га валовий приріст сухої речовини

врожаю може становити  $40-50 \text{ тис.м}^2 \cdot 6\text{г} = 240-300 \text{ кг/га}$ , що і спостерігається в добрих посівах [45].

Таблиця 7

**Фотосинтетична активність сої залежно від побічної продукції та сидератів (середнє за 2020-2023 рр.)**

№ з/п	Варіанти	Площа листя, м <sup>2</sup> /га		Фотосинтетичний потенціал млн.м <sup>2</sup> *дн./га		Урожайність, т/га
		цвітіння	утворення бобів	цвітіння	утворення бобів	
<b>Астор</b>						
1.	Біологічний контроль (БК)	38,4	40,1	1,73	1,98	1,86
2.	БК+солома попередника	40,2	41,4	1,82	2,01	2,20
3.	БК+сидерати (редька польова)	47,6	48,3	1,98	2,13	2,88
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	52,8	49,7	2,23	2,45	2,96
<b>НІР</b>						0,10
<b>Аріса</b>						
1.	Біологічний контроль (БК)+стерньові та кореневі рештки	36,7	39,5	1,86	2,00	2,20
2.	БК+солома попередника	39,8	40,3	1,99	2,06	2,40
3.	БК+сидерати (редька польова)	46,2	47,1	2,12	2,21	2,70
4.	БК+ солома+ редька польова	54,1	55,8	2,37	2,69	3,00
<b>НІР 095</b>						0,44

З даної таблиці 7 видно, що у сорту Астор на варіанті застосування побічної продукції і сидерату площа листкової поверхні становить 49,7 тис.м<sup>2</sup>/га, що забезпечує отримання 250 кг абсолютно сухої маси сої, з урахуванням стандартної вологи 14% і співвідношення основної і побічної продукції як 1:4, урожайність зерна сої становить 3-4 т/га.

Сорту Аріса, за площі листкової поверхні 54,1 тис.м<sup>2</sup>/га, можна отримати урожайність 3,5-4,5 т/га.

З даних таблиці 7 видно, що в дослідях фактична урожайність становить 2,92 сорту Астор та 3,0 т/га сорту Аріса, недобір урожайності можна пояснити структурою урожаю (табл. 8).

Таблиця 8

**Структура урожайності сої залежно від сортів та органічних речовин  
(середнє за 2020-2023 рр.)**

№ з/п	Варіанти добрив	Висота, см		Кількість, шт.		Маса 1000 шт./га	Урожайність, т/га
		стебел	до нижнього боба	бобів на рослині	насіння у бобах		
<b>Астор</b>							
1.	Біологічний контроль (БК)	96,1	12,8	16,3	1,91	159	1,96
2.	БК+солома попередника	97,3	13,0	21,2	2,05	165	2,20
3.	БК+сидерати (редька польова)	106,8	13,7	23,0	2,50	168	2,88
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	112,4	18,6	27,6	2,60	177	2,96
НІР 05		0,11					
<b>Аріса</b>							
1.	Біологічний контроль (БК)	92,0	18,6	18,8	2,03	164,6	2,20
2.	БК+солома попередника	96,8	18,8	23,5	2,50	168,0	2,40
3.	БК+сидерати (редька польова)	113,0	19,2	32,2	2,69	182,4	2,70
4.	БК+ солома+сидерати (редька польова)	114,0	22,6	32,7	2,77	188,3	3,08
НІР 095		0,44					



За висоти стеблестою сорт Аріса вище за сорт Астор на 17,9 см і тому кількість бобів на стеблах сої сорту Аріса більше на 11,5 шт. використання побічної продукції і сидератів за рахунок їх мінералізації покращується живлення сої кількість бульбочкових бактерій сорту Астор збільшується на 11,3 шт. сорту Аріса відповідно на 13,9 шт. Середня кількість насіння у бобах на контрольному варіанті коливається в межах 1,91-2,03 шт., значний приріст насіння забезпечує загортання зеленого добрива становить 1,59-0,47 шт. відповідно сортом Астор та Аріса.

Найбільше кількість насіння в бобах утворює на варіанті комплексного застосування соломи та сидератів, а їх приріст становить 0,69-0,74 шт. Зростає і фізична маса насіння у сорту Астор, вона становить – 177 г, сорту Аріса вона зростає на 5,4 г.

Виходячи з даних таблиці 9 приріст урожаю насіння сорту Аріса становить 0,8 т/га, сорту Астор – 1,2 т/га, фактична урожайність сорту Аріса становить 3,0 т/га, що вище за сорт Астор на 0,16 т/га (табл. 9).

Таблиця 9

#### Урожайність сої залежно від сортів та органічної речовини, т/га

№ з/п	Варіант	Астор				Аріса			
		роки		середнє за 2 роки	приріст	роки		середнє за 2 роки	приріст
		2022	2023			2022	2023		
1.	БК (контроль)	1,86	1,92	1,86	-	2,19	2,24	2,20	-
2.	БК+солома	2,05	2,15	2,20	0,14	2,44	2,46	2,40	0,20
3.	БК+сидерати	2,89	2,87	2,88	1,02	2,69	2,71	2,70	0,50
4.	БК+ солома+ сидерати	2,91	3,01	2,96	1,10	3,02	2,98	3,00	0,80
НІР		-	-	0,11	-	-	-	0,44	-

Таким чином достовірний приріст урожаю сорту Астор коливається в межах 1,01-1,24 т/га, сорту Аріса 0,57-1,05 т/га відносно біологічного контролю.

За показниками урожайності залежно від органічних речовин сорт Аріса по відношенню до сорту Астор забезпечує прибавку урожаю 0,35-0,42-0,16 т/га.

### 3.4 Технологічні показники якості сої

За показниками якості вмісту та урожайності білка і жиру сорт Аріса має вищі показники за сорт Астор по виходу білка на 6 кг, а жиру на 24,55 кг/га. Застосування соломи і сидерату на фоні біологічного контролю приріст білка сорту Аріса становить – 18,8, а жиру – 24,55 кг/га.

Таблиця 10

#### Якість сої залежно від побічної продукції та сидератів (середнє за 2022-2023 рр.)

№ з/п		Астор				Аріса			
		Вміст, %		Збір, кг/га		Вміст, %		Збір, кг/га	
		білка	жиру	білка	жиру	білка	жиру	білка	жиру
1.	БК (контроль)	36,07	20,09	60,6	33,7	38,8	27,11	78,7	55,03
2.	БК+солома	37,01	20,20	70,7	38,6	38,7	27,18	87,4	61,42
3.	БК+сидерати	38,12	20,28	90,7	48,3	39,1	27,36	109,5	76,60
4.	БК+ солома+ сидерати	39,38	20,47	115	59,8	39,3	27,40	121,0	84,39

Враховуючи вартість врожаю зерна сої і затрати на технологічне вирощування (без витрат на мінеральні добрива) умовно чистий прибуток становить по сорту Аріса 11210 грн./га (табл. 11).

## РОЗДІЛ IV.

### ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

#### 4.1. Економічна ефективність вирощування сої

Серед елементів технології вирощування сої важливе місце займають сорти і їх показники якості та окремі елементи технології вирощування, які дозволяють реалізувати потенційний, генетично можливий врожай.

Аналіз показників урожайності і їх економічної ефективності окремих елементів технології вирощування сої, вибрати елементи технології, які забезпечують економічну ефективність, визначити чистий прибуток і рівень рентабельності (таблиця 11).

Таблиця 11

#### Економічна ефективність сої сорту Аріса (середнє за 2022-2023 рр.)

№ з/п		Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн..	Витрати на вирощування, грн..	Умовно чистий прибуток, грн..	Рівень рентабельності, %
1.	БК (контроль)	2,03	19890	12820	7070	55,2
2.	БК+солома	2,16	22680	15810	6870	43,4
3.	БК+сидерати	2,80	25170	16540	8630	52,2
4.	БК+ солома+ сидерати	3,08	28890	17680	11210	63,4

Для проведення економічної ефективності вирощування сортів сої нами було визначено урожайність зерна сої, його вартість за цінами на листопад 2023 року, матеріальні витрати на елементи технології вирощування.

На сучасному етапі складність полягає нестабільності цін на сою, диспаритет цін на нові сорти, засоби захисту насіння, сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали, оплату праці та інші ресурси.

Розрахунки економічної ефективності показали, що соя сорту Аріса в умовах Полісся України на ясно-сірих ґрунтах з урожайністю 3,0 тони насіння забезпечує отримання умовно чистий прибуток в межах 11210 грн./га. За рівня

рентабельності 63,4% на варіанті використання побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої та зеленого добрива (редьки польової (сидерат))), що забезпечує розвиток бульбочкових бактерій і накопичує атмосферний азот, еквівалентний майже 0,5 тонн аміачної селітри на суму майже 8 тис.грн.

#### 4.2. Енергетична ефективність

Основне завдання енергетичної оцінки - це пошук і планування методів сільськогосподарського виробництва, які забезпечують раціональне застосування непоновлюваної (викопної) і поновлюваної (природної) енергії, охорону навколишнього середовища. Оцінюється ефективність використання не тільки добрив, пестицидів, поливної води, але й природних ресурсів - ґрунту, клімату, тобто основних факторів продуктивності. Як показують дослідження, позитивна дія інтенсивних ресурсо- і енергозберігаючих технологій повністю залежить від своєчасного і точного дотримання всіх елементів технологічних процесів.

Спеціалісти вважають, що організаційні заходи здатні забезпечити економію енергоресурсів в межах 20-25 % від рівня нинішнього споживання [37].

Розрахунки енергетичної ефективності наведені у таблиця 12

Таблиця 12

#### Енергетична ефективність технології вирощування сої (середнє за 2022-2023 рр.)

№ з/п		Урожайність, т/га	Енергоємність, Мдж			К <sub>еє</sub>
			врожаю	Витрати на вирощування	надходження	
1.	БК (контроль)	2,03	41757	33948	7809	1,23
2.	БК+солома	2,16	44431	39919	4392	1,11
3.	БК+сидерати	2,80	57596	40560	17036	1,42
4.	БК+ солома+ сидерати	3,08	63356	41140	22216	1,54

З розрахунків видно, що за урожайності сої 3,08 т/га коефіцієнт енергетичної ефективності застосування органічних рештків та післяукісного посіву на зелене добриво редьки польової становить 1,54, тобто енергоємність витрат на вирощування сої за елементів органічної технології економічно і матеріально обґрунтовано.

### **Висновки та пропозиції виробництву**

В проведених дослідженнях з вивчення продуктивності сортів залежно від сумісного використання побічної продукції та сидератів можемо зробити наступні висновки:

1. Встановлена біологічна активність сумісного застосування органічних рештків і сидерату сприяла біологічній активності розкладання соломи і сидератів та становила 25,4%, що вище за активність соломи і сидератів на 3,6-4,6%.
2. Маса бульбочкових бактерій збільшується на 276 кг порівняно з біологічним контролем.
3. Використання соломи та сидератів забезпечує формування біологічного азоту сорту Астор – 216 та сорту Аріса – 243 кг/га.
4. Урожайність сої сорту Астор становить 2,92 т/га прибавка урожаю сорту Аріса становить – 0,16 т/га.
5. Збір білка і жиру сорту Аріса становить 121-84,39 кг/га, що вище від сорту Астор відповідно на 6-24,59 кг/га.

**Рекомендації виробництву:** на ясно-сірих і легкосуглинкових ґрунтах використання побічної продукції (соломи) та редьки польової на сидерати сприяє накопиченню біологічного азоту в ґрунті 243 кг, що еквівалентно 727 кг аміачної селітри на суму 13813 грн., умовно чистий прибуток становить 11210 грн./га.

### Список використаних джерел

1. Дідора В.Г. Соя в Поліссі України : моногр. Видавець О.О.Євєнюк. Житомир, 2020. 148 с.
2. Соя – культура унікальних можливостей. / Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., та ін. // Пропозиція. Юнівєст Медіа, 2016. 224 с.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої : моногр. Київ, «Урожай». 428 с.
4. Бабич А.А., Бабич-Побережна А.О. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52-56.
5. А.А. Бабич-Побережна, М.С.Побережний. Соя і соєві продукти на світовому ринку. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. зб. Ін-т рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН. Київ: ФОП Конюшенко І.П., 2013. С. 101–104.
6. Фіненко І.І.; наук. ред. Білявська Л.Г. Соя – стратегічна культура світового землеробства :бібліогр. Покажч. Полтава : ПДАА, 2017. 100 с.
7. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах лісостепу України / Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.Я., Панасюк О.Я., Венедіктов О.М., Балан М.О. Інститут кормів НААН. 2011. С. 113-121.
8. Іванюк С.В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 34-40.
9. Новітні агротехнології у рослинництві, В.Д.Паламарчук, І.С.Поліщук, В.А.Мазур, О.Д.Паламарчук. Вінниця. 2017 р. 588 с.
10. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Новітні технології вирощування польових культур: підручник.- 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.
11. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин / Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Вінниця, 2013. 724 с.

12. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. Пропозиція. 2010. № 4. С. 52–56.
13. Гордійчук Н. Збільшуйте рентабельність сої з інокулянтами / Пропозиція. 2015. № 3. С. 68–69.
14. Бабич А.О., Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 108–112.
15. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. / Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Вінниця, 2015. 413 с.
16. Гуртовий Ю.А. Основи екологічно врівноваженої інтенсифікації технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу України/ Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. 2011. Вип. 69. С. 189–194.
17. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В., Діа нова А.О., Мирний М.В. Вісник ПДАА. 2021. №1. С. 135-140.
18. Михайлов В.Г. Селекція сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С 33-35.
19. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні до «Реєстри в АПК» 03.11.2023р.
20. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист / В.Ф.Петриченко та ін. ТОВ Віндрук. Вінниця, 2016. 106 с.
21. Іванюк С.В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. / Корми і кормовиробництво. // Виробництво та використання сої у тваринництві і птахівництві. // Міжвід. тем. наук. зб. Вінниця, 2012. С. 34-40.
22. Колісник С.І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння / Корми і кормовиробництво / Виробництво та використання сої у

- тваринництві та птаховиробництві / Міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. С. 41-48.
23. Петриненко В.Ф., Колесник С.І., Панасик О.Я. / Продуктивність ротаційних соєво-кукурудзяних сівозмін залежно від структури посівних площ в Лісостепу України // Зб. наук. праць Вінницького ДАУ. Вінниця, 2006. С. 12-16.
  24. Бобові / Запрошуй та зростає . ТОВ. «БАСФ» Т.О.В. Київ, 2021. 81 с.
  25. Дідора В.Г., Ступницька О.С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України / Вісник аграрної науки. 2016. № 4. С. 33-37.
  26. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. Наукові Горизонти. 2018. № 1 (64). С 23-29.
  27. Дідора В.Г. Бондар О.Є., Власюк М.В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. Наукові Горизонти. 2019. № 1 (74). С 33-43.
  28. Дідора В.Г. Фактори підвищення родючості за визначення елементів технології вирощування сої. / Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (53). С. 132-140.
  29. Сидерати: кращі культури, посів, закладення навесні і восени [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.vsadu.in.ua/2016/06/krashhisyderaty.html>
  30. Чайка Т.О., Пономаренко С.В. Зелені добрива – сидерати в органічному землеробстві // Аграрний бюлетень. 2015. №54. С. 25–31
  31. Клименко О.М., Долженчук В.І., Кріпко Г.Д. Підбір сидеральних культур для підвищення родючості ґрунтів зони Лісостепу та Полісся. Вісник національного університету водного господарства та природокористування. 2013. В. 4. С. 27-32.
  32. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Вінниця: Видавець ТОВ «Друк», 2022. 770 с.



33. Гораш О.С., Сендецький В.М. Вплив сумісного застосування соломи, сидератів та органічних добрив на ріст і розвиток рослин сої в умовах західного Лісостепу. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. С 35-45.
34. Москаленко А.М. Економічна ефективність застосування соломи і сидератів для підвищення родючості ґрунту. Вісник Харківського НАУ ім. В.В.Докучаєва. 2013, № 11. С. 172–184.
35. Зелене добриво – важливий захід підвищення родючості ґрунту в умовах біологізації землеробства / Чернишевський М.С. та ін. Житомир, 2013. 124 с.
36. Галич М.А., Стрельченко В.П., Агроекологічні основи використання ресурсів Житомирщини. Житомир, 2004. 181 с.
37. Енергетична оцінка агроєкосистем / Смаглій О.Ф., Малиновський А.С., Кардашов А.Т., Шудренко І.В., Рибак М.Ф. Житомир, видав «Волинь», 2004. 132 с.
38. Посипанов Г.С. Методика изучения биологической фиксации азота. М.; 1999. 299 с.
39. Вміст азоту ДСТУ 7863:2015.
40. Вміст фосфору і калію – ДСТУ 4405:2005
41. Гідролітична кислотність – ГОСТ 26212-91.
42. Вміст гумусу ДСТУ – 4289:2004.
43. Вміст протеїну ДСТУ – 4964:2003.
44. Вміст жиру – ІДЕМ – 1085764.
45. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. – М.: 1961. 132 с.
46. Методика наукових досліджень в агрономії / Дідора В.Г., Смаглій Г.М., Ермантраут Е.Р. та ін. К., 2013. 203 с.
47. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С. та ін. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посібник. Вінниця : ФОП Данилюк, 2010. 636 с.

48. А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. Соєве поле України. Агроном. - 2010.-№ 1.-С. 174-178.
49. Бабич А.О., Бахмат О.М. Екологічні умови та агротехнічне обґрунтування технології вирощування сої в умовах південно-західної частини Лісостепу України. Вісник Державної агроєкологічної академії України: наук.-теорет. зб. - Житомир, 1999. - № 1-2. - С. 200-205.
50. Дідора В.Г. Агроєкологічне обґрунтування технології вирощування продукції льону – довгунцю в Поліссі України. Житомир, 2008. 408 с.