

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АГРОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра рослинництва  
УДК 631.82:631.811.98:631

Лень Ігор Ігорович

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Продуктивність сої сорту Ніагара залежно від елементів  
органічної технології вирощування»

201 Агрономія

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень

Використання ідей, результатів текстів інших авторів мають посилання на  
відповідні джерела.

\_\_\_\_\_ (І.І. Лень)  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

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

ЖИТОМИР – 2021

## Анотація

Лень Іван Іванович «Продуктивність сої сорту Ніагара залежно від елементів органічної технології вирощування»

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня Магістр за спеціальністю 201 «Агрономія» Поліського національного університету, 2021 р.

Кваліфікаційна робота виконана за Державним реєстраційним номером 0119U000456, відповідно до «Положення про кваліфікаційну роботу у Поліському національному університеті».

Кваліфікаційна робота комп'ютерного набору, українською мовою, загальним обсягом 32 сторінки, ілюстрована 11 таблицями, рисунками. Для наукового обґрунтування обраної теми наукових досліджень використано 22 джерела, які приведені у першому розділі «Результати досліджень».

У другому розділі: місце, умови та методика проведення досліджень, наведені метеорологічні показники умов вегетаційного періоду 2020 та 2021 рр., агрономічна характеристика ґрунту досліджуваної ділянки та методики проведення досліджень.

У третьому розділі розміщені матеріали досліджень з впливу інокуляції насіння інокулянтом АгріБактер, проведення підживлення багатокомпонентним препаратом Нановіт супер у баковій суміші із Сульфат магнію та їх вплив на утворення бульбочкових бактерій, та засвоєння біологічного азоту повітря. Визначена структура урожаю за кількістю бобів на рослині, їх маса та маса 1000 шт. зерна, а також урожайність гібриду Ніагара, яка становить у середньому за 2020-2021 рр. 4,08 т/га. В окремих підрозділах наведені результати технологічних показників якості сої за вмістом та виходом білка та олії. Розраховані економічні показники ефективності вирощування сої, чистий прибуток та рівень рентабельності.

Ключові слова: препарати біологічного походження, інокуляція, азотфіксація, бульбочкові бактерії, продуктивність, економічна ефективність.

## **Annotation**

Len Ivan Ivanovich "Productivity of Niagara soybean depending on elements of organic technology of cultivation"

Qualification work for obtaining the educational level Master's degree in 201 "Agronomy" of Polissya National University, 2021

Qualification work was performed under the State registration number 0119U000456, in accordance with the "Regulations on qualification work at Polissya National University".

Qualification work of computer typing, in Ukrainian, with a total volume of 32 pages, illustrated with 11 tables, figures. For scientific substantiation of the chosen topic of scientific research 22 sources are used, which are given in the first section "Research results".

In the second section: place, conditions and methods of research, meteorological indicators of conditions of the vegetation period 2020 and 2021, agronomic characteristics of the soil of the study area and methods of research.

The third section contains research materials on the effect of seed inoculation with AgriBakter inoculant, fertilization with multicomponent Nanovit super in a tank mixture with magnesium sulfite and their effect on the formation of nodule bacteria, and the assimilation of biological nitrogen. The structure of the crop was determined by the number of beans per plant, their weight and the weight of 1000 pcs. grain, as well as the yield of the Niagara hybrid, which averages for 2020-2021 4.08 t / ha. In some sections the results of technological indicators of soybean quality in terms of protein and oil content and oil are given. The economic indicators of soybean growing efficiency, net profit and level of profitability are calculated.

Key words: drugs of biological origin, inoculation, nitrogen fixation, nodule bacteria, productivity, economic efficiency

## Зміст

	Стр.
Вступ .....	5
Розділ I Аналітичний огляд літератури .....	7
Розділ II Місце, умови та методика проведення досліджень.....	10
Розділ III Результати досліджень.....	17
3.1. Формування стеблостою гібриду сої Ніагара залежно від елементів органічної технології вирощування.....	17
3.2. Симбіотичний потенціал сої.....	22
3.3. Урожайність і якість сої залежно від біологічних препаратів	25
3.4. Технологічні показники якості сої гібриду Ніагара залежно від інокуляції та позакореневого підживлення.....	28
3.5. Економічна ефективність вирощування сої гібриду Ніагара	29
Висновки .....	30
Література .....	31

## ВСТУП

Інтенсифікація землеробства, це основний науково обґрунтований шлях, який полягає не у збільшенні площ орних земель, а в покращенні родючості ґрунтів та у застосуванні інтенсивних технологій вирощування. Основи підвищення продуктивності у рослинництві є використання високопродуктивних сортів і гібридів адаптованих до конкретних умов вирощування.

У сучасному землеробстві це найпотужніший спосіб збільшення виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва, і покращення її якості. Саме селекція і виконує основну функцію виведення нових високопродуктивних сортів і гібридів для підвищення продуктивності і конкурентоспроможності продукції рослинництва.

Соєва фабрика виробництва білка і рослинної олії. Жодна культура не може виробити за 3-4 місяці стільки білка і жиру.

Соєва – важлива технічна культура. Вона займає провідне місце у виробництві рослинної олії. Її використовують для виробництва лаків, пластмаси, клею, фарб, мила, біодизельного палива.

Соєва – найцінніша кормова культура, з неї виробляють макуху, шрот, дерть, білкові концентрати, молоко, використовують на зелений корм, сіно, силос.

Соєва – унікальна культура, вона засвоює азот повітря і залишає в ґрунті приблизно 60-90 кг.

**Мета досліджень:** підвищення урожайності і якості продукції соєвого гібриду Ніагара за рахунок елементів органічної технології вирощування.

**Об'єкт дослідження:** процес формування високоякісної продукції на основі вивчення процесів інокуляції та позакореневого підживлення з використанням багатокombінованих, органічного походження препаратів.

**Предмет дослідження:** гібрид соєвий Неагара, інокулянт АґріБактер, багатокombінований препарат Нановіт Супер та Сульфат магнію. Визначення урожайності, вміст і збір білка і жиру.

Наукова робота виконується відповідно до державного реєстру за номером 0119U000456.

Публікації досліджень:

1. Раснівський Д.А., Лень І.І. –магістри,  
професор Дідора В.Г.

Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на продуктивність гороху/ Матеріали наук.-прак.конф.студентів (м. Житомир, 27 вересня 2021 р.) . Житомир: Поліський національний університет. 2021. С. 5-11.

2. Марчук Т.І., Раснівський Д.А., Лень І.І. –магістри,  
професор Дідора В.Г.

Продуктивність гібридів ріпаку озимого залежно від норм висіву/ Матеріали наук.-прак.конф.студентів (м. Житомир, 27 вересня 2021 р.) . Житомир: Поліський національний університет. 2021. С. 11-15.

3. Ковриженко В.О., Лень І.І. –магістри, професор Дідора В.Г.

Технологічні показники якості сої гібриду Ніагара залежно від біологічних препаратів/ Матеріали наук.-прак.конф.студентів (м. Житомир, 27 вересня 2021 р.) . Житомир: Поліський національний університет. 2021. С. 3-5.

## Розділ I

### Аналітичний огляд літератури

Відомо, що світові запаси палива мінерального походження (нафта вугілля та ін.) наближається до виснадження.

Абсолютна більшість країн у світі зацікавлені у виробництві палива з відновлюваних ресурсів. Все більше розвитку набирають енергетичні культури: біодизель, біоетанол біогаз тощо [1]. Сьогодні багато культурних видів рослин використовується для поновлювання сировини. Це культури, що містять клітковину, крохмаль, цукор, жири.

Основною поновлювальною сировиною, яка виробляється у світі з фітомаси для технічних цілей є оливи і жири, цукор, крохмаль та целюлоза рослинного походження [7].

У країнах ЄС не вистачає сировини органічного походження для виробництва харчової олії, зростають ринкові ціни на культури родини капустяних, все більш виробляється соєва олія.

У світі щорічно вирощують близько 90 мільйонів тонн олії, 80 % якої припадає на рослинні олії. Соєва олія містить 55 % незамінної лінолевої кислоти, яка не синтезується в організмі людини і надходить в організм лише з їжею [8].

Висока збалансованість соєвої олії за вмістом олеїнової і лінолевої, а також насичених жирних кислот, ставить соєву олію в перший ряд за харчової цінності [6].

Вирощуючи сою одержують два урожаї – білок і рослинну олію. Великий вміст білка, близько 45 % збалансованість за амінокислотним складом, роблять її чудовим продуктом харчування людини. З сої виробляють дієтичні продукти харчування. Найбільш доступним продуктом є виготовлення соєвого молока. З 1 кг насіння можна отримати 8 л молока, які містить рослинні жири, що захищають від інфаркту [1].

Соя має велике агротехнічний значення. За рахунок розвитку бульбочкових бактерій соя фіксує до 300 кг біологічного азоту повітря [3].

В зоні «соевого пояса» в Україні сконцентровано майже 80 % всієї сої [1]. Вирощування сої в зоні достатнього зволоження набуває широкого поширення і виробництво білка та олії і кормових добавок. В Поліссі України на ясно-сирих ґрунтах вивчені і впроваджуються елементи сучасної інтенсивної технології вирощування ранньо і середньостиглих сортів та гібридів сої вітчизняної та іноземної селекції.

У наукових роботах Поліського національного університету за останні 10-12 років вивчені і обґрунтовані наукові роботи з агроекологічного обґрунтування ролі сої у вирішенні проблем рослинного білка [6]. З метою надмірного нагромадження нітратів у продукції рослинництва, доцільно обмежувати дози внесення азотних добрив у нормі N 60 [2, 4].

З'ясовано, що проведення інокуляції насіння сої препаратами біологічного походження - азотофіксатором Оптимайз 400 і оброблення посівів сої за мікростадіями ВВСН 60-63 комплексними добривами на хелатній основі сприяє активному розвитку бульбочкових бактерій, кількість і маса їх становить 81-89 штук на рослину, що забезпечує накопичення 375-400 кг біологічного азоту повітря [3, 5].

Протягом останнього десятиліття органічне сільське господарство характеризується значним підйомом. Сільгоспвиробники переконані, що людство готове платити високу ціну за продукцію вирощену за органічних технологій.

Україна за своїм природним потенціалом повинна зайняти провідне місце по виробництву органічно безпечної продукції [20].

Активна діяльність на міжнародному рівні забезпечує доступ українських виробників на мировий ринок екологічно сертифікованого виробництва продукції [21].

Підвищити ефективність землекористувача за рахунок виробництва продукції високого якісного харчового потенціалу без зменшення родючості ґрунту.



За своїм високим харчовим потенціалом, основою якого являються рослинний білок і жир. Враховуючи, що соя у сівозміні за рахунок азотфіксуючої здатності являється відмінним попередником для багатьох культур і, особливо, для збагачення ґрунту біологічним азотом з повітря [22].

## Розділ II

### Місце, умови та методика проведення досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Поліського національного університету в с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області впродовж 2020-2021 рр.

Ґрунт ясно-сірий, опідзолений, глейкуватий, окультурений.

Агрохімічна характеристика ґрунту характеризується, як недостатньо забезпечений азотом та має високий вміст фосфору і калію. За показниками кислотності ґрунт характеризується слабо кислою реакцією, рН 5,6-5,8.

Інокуляцію насіння проводили за 2 тижні до сівби сої біопрепаратом Аґрібактер, позакореневе підживлення проводили препаратом Нановіт супер + сульфат магнію (3+3).

### Характеристика АґріБактера та сульфат магнію

АґріБактер - високоякісний двокомпонентний препарат. Інокуляцію сої можна проводити за 90 днів до сівби, який містить не менше  $1 \times 10^{10}$  мл живих клітин бактерій роду *Bradyrhizobium*. Він ініціює масове утворення азотфіксуючих бактерії вже на початкових етапах розвитку рослин. Рідинний стерильний препарат високоефективних штамів *Bradyrhizobium elkarii*. Титр бактерій:  $1 \times 10^{10}$  мл (Юморд КОЕ/мл). Препарат сумісний з органічними хімічними протруювачами. Дозування суміші 1,25 л інокулянта АґріБактер і 1,25 л біопротектора на одну тону насіння. Виробництво препарату - Уругвай. Забезпечує приріст врожаю 150-300 кг/га.

Сульфат магнію з мікроелементами MgS 23-33 з, Z. MgO -23%, 33% (SO<sub>3</sub>) розчинені у воді і мікроелементи, 0,1 % бора і 0,2 % цинка.

Варіанти досліджень:

- 1) Контроль - без хімікатів і біологічних препаратів;
- 2) АґріБактер – азотфіксуючий інокулянт насіння;
- 3) Фосфороентерин – штам бактерій, які розкладають важкорозчинні органічні фосфати;
- 4) АґріБактер + Фосфороінетерин – інокулянти;

5) Нановіт супер + Сульфат магнію – добрива, які забезпечують утворення квіток, бобів, насіння бобів, приймає участь у диханні рослин, перетворює азот у білок - позакореневе підживлення;

6) АгріБактер + Нановіт супер+ Сульфат магнію;

7) АгріБактер + Фосфороінетерин + Нановіт супер + Сульфат магнію - позакореневе підживлення.

Ґрунт дослідної ділянки ясно-сірих, орний шар характеризується слабокислою реакцією ґрунтового розчину, недостатньо забезпечений азотом (таблиця 1).

Таблиця 1

## Погодні умови за роки проведення досліджень

Місяць	Декада	2020			2021		
		W	t °C	ГТК	W	t °C	ГТК
Травень	I	54,0	11,9	4,5	14	12	1,2
	II	25,0	12,4	2,0	42	12,2	2,9
	III	62	11,3	5,2	140	15,2	9,2
	Σ	141	12,0	4,0	132	13,8	1,4
Червень	I	16,0	17,6	0,9	14	6,8	2,0
	II	22,0	22,7	0,9	17	20,2	0,8
	III	60,0	22,0	2,7	18	24,1	0,7
	Σ	98,0	20,7	1,3	49	17,3	2,8
Липень	I	10,0	21,1	0,5	8	22,8	0,3
	II	4,0	19,6	0,2	25	25,2	1,0
	III	52,0	20,5	2,5	4	22,6	0,2
	Σ	66,0	20,4	1,0	37	23,3	1,6
Серпень	I	11,0	20,9	0,5	35	20,9	1,7
	II	3,0	19,4	0,1	7	20,8	0,3
	III	3,0	15,8	0,0	42	16,8	2,5
	Σ	17,0	20,6	0,3	84	19,5	4,3
Вересень	I	8,0	19,2	0,4	1	13,5	0,06
	II	0,0	16,2	0,0	17	15,3	1,1
	III	3,0	15,8	0,0			
	Σ	11,0	17,0	0,2			

Погодні умови за вегетаційний період 2020 роки були не стабільні. Перша і друга декади травня характеризуються як добре зволожені, що привело до пізніх строків сівби. ГТК у червні місяці коливався в межах 0,1-

0,6 (сухий), перша і третя декади липня характеризується, як посушливі, а в другій декаді опади відсутні.

Вегетаційний період серпня сухий, ГТК коливається в межах 0,0-0,4, такі погодні умови негативно вплили на ріст і розвиток ріпаку озимого.

У 2021 році відновлення вегетації і подальший ріст і розвиток рослин відбувався за сприятливих погодних умов, показники ГТК знаходилися в межах 1,2-9,2, а в третій декаді травня місяця надійшло 192 мм опадів.

Запаси продуктивної вологи в ґрунті та невелика кількість опадів в липні місяці забезпечили задовільний ріст і розвиток, але підвищення температурного градієнту на  $+2+3$  °С ущільнили поверхневий шар ґрунту.

В серпні місяці загальна кількість опадів становила 84 мм, що перевищувало середньобагаторічні показники за температури повітря 19,5 °С.

Формування суцвіть, плодів і їх зрілість проходила за сприятливих погодних умов, особливо у другій і третій декаді вересня місяця.

Таблиця 2

## Агрохімічна характеристика ґрунту

Шар ґрунту, см	Кислотність ґрунту рН (КС1),%	Вміст елементів живлення в ґрунті, мг/кг			Сума поглинутих основ, м.екв/100 г	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г
		N	P	K		
0-10	5,6	63,7	190	140	18,0	1,86
10-20	5,4	71,4	200	239	20,6	1,56
20-30	5,4	59,5	172	9,1	21,0	1,56

З даних таблиці 2 видно, що орний шар (0-30 см) недостатньо забезпечений азотом та має високий вміст фосфору і калію, за показниками кислотності ґрунт характеризується слабо кислою реакцією ґрунтового розчину.

Інокуляцію насіння проводили за 2 тижні до сівби сої, позакореневе підживлення багатоконпонентним на хелатній основі добривом у суміші з сульфат магнію проводили на початку утворення бобів.

Інокулянт АгріБактер – виготовлений на основі азотфіксуючих бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*, штам 532 С) – інокулянт в рідкій формі, має багатофункціональний вплив на ріст і розвиток сої. Нітрати у тканинах рослин не накопичуються, навпаки, залучаються до синтезу білків. Азотфіксуючі бактерії проникають у кореневу систему. Бактерії виділяють слиз, утворюються довгі нитки (інфекційні нитки) глибоко проникають у корені, починають розмножуватись, що і приводить до виникнення бульбочок. Бульбочки фіксують азот,  $N_2$  і переводять його в доступну для рослин форму –  $NH_4$ . Азотфіксація триває до початку визрівання рослини і впродовж вегетації може засвоїти N 100-200кг.

Фосфороентерин призначений для покращення фосфорного та інтенсивного росту і розвитку рослин. Штам бактерій, що входить до складу препарату здатний розкладати важкорозчинні органічні фосфати, що важливо для продукування рослин.

Нановіт Супер – високоефективне багатоконпонентне добриво з високим вмістом азоту, калію та магнію в поєднанні з вмістом мікроелементів на основі унікального біологічно-активного комплексу Nanoactiv до складу якого входять амінокислоти, фітогормони, полісахариди, органічні кислоти, тощо.

- Призначене для позакореневого підживлення.
- Швидко і безперешкодно проникає в клітини.
- Активізує процеси росту і розвитку рослини.
- Сприяє інтенсивному використанню елементів живлення із ґрунту.
- Підвищує стійкість рослин до шкідливих організмів і фізіологічних стресів.
- Забезпечує підвищенні рівня урожайності і якості продукції.

- Допускається внесення під час роси, вранці та ввечері, не стікає і не випаровується з листків завдяки біологічному прилипачу.

Склад препарату АгріБактер: азот, розчинений у воді – 122 г/л, калій розчинений у воді – 61, магній – 30, сірка – 4,3, бор – 4,5, мідь – 4,5, марганець, цинк, на основі хелату ЕДТА і органічних компонентів, різноманітний кислотний склад, полісахаридний прилипач, норма внесення -2-3 кг/га, початок наливання насіння.

Ґрунт дослідних ділянок ясно-сірий опідзолений глеюватий. Досліди проводилися в короткоротаційній сівозміні

1. Багаторічні трави
2. Пшениця озима – загортання в ґрунт побічної продукції та пожнивних решток
3. Соя – солома, пожнивні рештки
4. Ячмінь з підсівом бобових трав.

Таблиця 3

## Варіанти досліду

№ п/п	Схема досліду	Сорт Ніагара
1.	Контроль – без добрив	-
2.	АгріБактер – інокулянт	3 кг/т
3.	Фосфороентерин – інокулянт	100 мл/т
4.	Позакореневе підживлення+ Нановіт супер+ Сульфат магнію	3 кг + 2 кг/га
5.	АгріБактер+ Фосфороентерин	3+3 кг/т
6.	АгріБактер+ Нановіт супер+ Сульфат магнію	(3+3+2) кг/га
7.	АгріБактер+ Фосфороентерин + Нановіт супер+ Сульфат магнію	3 кг/т + 100 мл/т+ 3 кг/га+ 2 кг/га

Площа посівної ділянки 39,6 м<sup>2</sup> (3,6 x 11 м), облікової ділянки 25 м<sup>2</sup> (2,5 x 1,0 м), повторення чотирикратне.

Попередником сої у досліді була пшениця озима. Основний обробіток ґрунту передбачав лушення стерні та наступною зяблевою оранкою з боронуванням на глибину 23 – 25 см. Передпосівна культивуація проводилась агрегатом КПС-4, обладнаним стрілчастими лапами та кільчасто – шпоровими котками. Сівбу проводили сівалкою СЗУ - 3.6 звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см. Насіння обробляли інокулянтном на основі активного штаму бульбочкових бактерій АгріБактер у нормі 3,0 кг/т насіння.

У фазу цвітіння, коли рослини сої мають найбільшу потребу в поживних речовинах, проводили підживлення біологічним препаратом Нановіт Супер+ 3+ сульфат магнію.

У досліді проводили наступні спостереження, обліки і аналізи:

- Визначення агрохімічних показників ґрунту: вміст азоту за Тюрніним; рухомого фосфору та обмінного калію- за Кірсановим[18]. рН - потенціометричним методом, гідролітичну кислотність - за методикою Каппена в модифікації ЦІНАО; лужногідролізований азот - за Корнфілдом [ 19 ], суму ввібраних основ - за Каппеном.

- Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої проводили відповідно до "Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур" [9]. Відмічали основні фази росту і розвитку рослин: за початок фази приймали наявність 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 майданчиках, у двократній повторності на двох несуміжних повтореннях.

- Визначення кількості і маси бульбочок та тривалості загального і активного симбіозу проводили за методикою Г.С.Посипанова [10].

- Біометричну оцінку урожаю сортів сої проводили на 50 рослинах з кожної ділянки у двох несуміжних повтореннях.

- Висоту рослин визначали шляхом відбору середніх зразків по 100 рослин у двократному повторенні двох несуміжних ділянках.
- Площу листкової поверхні визначали методом «висічок».
- Фотосинтетичний потенціал (ФП), чисту продуктивність, фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методикою А.А.Ничипоровича [11,12] та ін.
  
- Для написання кваліфікаційної роботи використовували методики польових досліджень в агрономії [13, 14].



## Розділ III

### Результати досліджень

#### **3.1. Формування стеблостою гібриду сої Ніагара залежно від елементів органічної технології вирощування.**

Період сівба-сходи являється критичним відносно вологи, в цей час інтенсивно формуються зародкові корінці та проростки. Нестача або перезволоження поверхневого шару ґрунту затримує з'явлення сходів у подальшому пригнічує ріст і розвиток рослин.

Сутність процесу набухання насіння відбувається за рахунок поглинання води до рівня, при якому починається проростання. І.Г. Строна процес набухання поділяє на дві фази: поглинання вологи і власно набухання.

Насіння бобових культур вимагають більшої вологості ґрунту для отримання високої польової схожості. За надлишком вологи у ґрунті польова схожість насіння сої зменшується.

Польова схожість насіння сої при зменшенні температури до 12-14 °С погіршується, поява сходів розтягується, дружність сходів нерівномірна. Оптимальна температура з'явлення сходів 20-30 °С. Сою сіють за температури ґрунту 10-12 °С на глибині 10 см в умовах наступного підвищення за часом, коли середній рівень за період сівба-сходи тримається на рівні 14-15 °С.

Для отримання дружніх сходів необхідно забезпечити вільний доступ повітря для проростання насіння, особливо на запливаючі ґрунтах.

Для нормального проростання насіння їх активність ферментативних процесів рослини бобових культур і, особливо, соя вимагає кисень для дихання. Набухання насіння сої в анаеробних умовах призводить до зменшення процесів появи проростків і в подальшому утворенню бульбочкових бактерій і поглинання азоту повітря.

Затримка появи сходів відбувається у результаті щільності і нестачі повітря у ґрунті. З метою отримання дружніх сходів і формування бульбочок необхідно забезпечити вільний доступ повітря в поверхневий шар ґрунту [15].

Багаточисельні дослідження доводять про позитивний вплив бульбочкових бактерій на схожість бобових культур. Інокуляція насіння гороху, сої у польових умовах забезпечували дружні сходи [16].

Таким чином густина стеблостою залежить від посівних якостей насіння, польової схожості, елементів технології вирощування (таблиця 5).

Таблиця 5

Формування густоти рослин гібриду Ніагара залежно від біологічних препаратів (середнє за 2020-2021 рр.)

№ п/п	Варіант	Повні сходи, тис.шт./га	Польова схожість, %	Густина стеблостою перед збиранням, тис.шт./га	Вживаність, %
1	Контроль – без обробки	450	75	388	86,2
2	АгріБактер – інокуляція насіння	510	85	452	88,7
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	470	78	406	86,5
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	525	88	468	89,2
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	415	74	403	90,6
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	520	87	477	91,8
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	530	88	490	92,4

Польова схожість насіння за роки проведення досліджень була низькою і за рівнозначних погодних умов коливалася в межах 74-87 %. Проте оброблення насіння біологічним препаратом АгріБактер сприяло підвищенню польової схожості на 10 % і становила 85 %. Інокуляція насіння сої фосфороентерином поступається азотфіксуючому препарату. Фосфороентерин призначений для покращення фосфорного живлення рослин.

Бактерії цього препарату розкладають важко розчинні органічні сполуки, що важливо для наступних фаз росту і розвитку рослин. При цьому посилюється ріст і розвиток кореневої системи, він сумісний з стимуляторами росту, мікроелементами, біопрепаратами.

Мікроорганізми які входять до складу бактеріальних добрив, фіксують біологічний азот, живлять рослини фосфором, що і сприяє підвищенню польової схожості сої гібриду Ніагара. За сумісної інокуляції насіння сої АгріБактером та фосфороінтерином польова схожість підвищується і становить 88 %, тобто на 13 % вище порівняно з контролем і на 3 % відносно інокулятора АгріБактер.

За період вегетації до утворення бобів, мікростадії 71-79, відбувалося випадіння рослин 13,8 – 7,6 %. За інокуляції насіння азотофіксатором АгріБактер 11,3 та фосфороінтерином – 13,5 %. Найбільше кількість рослин, які зберіглися до збирання складають 91,8-92,4 %.

Таким чином максимальна густина рослин перед збиранням сої на варіанти АгріБактер +Фосфороінтерин+ позакореневе підживлення та Сульфат магнію становить 477-490 тисяч штук на гектар рослин на 1 га. Це пояснюється активна формуванням азотфіксуючих бактерії за обробленням насіння сої біологічними препаратами АгріБактер, інтенсивним розвитком кореневої системи за рахунок бактерій розкладаючих органічний фосфор.

Завдяки збалансованому поєднанню основних елементів живлення на основі активного комплексу Нановіт; препарат стимулює біологічні процеси, сприяє збільшенню вмісту хлорофілу, відновлює роботу ризобіальної системи, знижує ураження шкідливими організмами, що сприяє умовам збільшення квіток, бобів, насіння в бобах та формування висоти стеблостою (таблиця 6).

Таблиця 6

Висота рослин сої гібриду Ніагара залежно від біологічних препаратів  
(середнє 2020-2021 рр.)

№ п/п	Варіант	Загальна висота стебел, см	± до середини	Висота до закладання нижнього боба, см	до серенної, ±
1	Контроль-обробки	100	-	18,5	0
2	АгріБактер – інокуляція насіння	113,8	13,8	21,9	3,4
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	97,8	-2,2	17,6	-0,9
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	115,0	15,0	15,9	-2,6
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	111,6	11,6	14,1	-3,4
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	116,0	16,0	11,7	-6,8
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	128,9	28,9	13,5	-5,0
		117,5	17,5	16,2	-

За морфобіологічної характеристики гібрид сої Неагара характеризується середньою висотою стеблестою в межах 75,5 см. В наших дослідженнях, в умовах зони достатнього зволоження у середньому за два роки, особливо умови 2021 р. сприяли лінійному росту у висоту, яка коливалася в межах 97,8-128,3 см, а в середньому вона становила 117,5 см.

Проведення інокуляції насіння сої інокулянтном АгріБактер, бульбочкові бактерії активно формують і синтезують азот повітря, використовують його для живлення і сприяють швидкому росту у висоту, яка вище за потенційно можливу на 38,3 см. Комплексна інокуляції азотфіксуючим і фосфоромобілізуючим препаратами забезпечує приріст рослин у висоту на

39,5 см, що вище за інокуляцію АгріБактером на 15 см відносно контрольного варіанту. Надто високий стеблостой гібриду Ніагара отримано при обробці азотфіксуючими препаратом АгріБактер + фосфорентерин та проведення позакореневого підживлення рослин багатоконпонентним препаратом Нановіт Супер у суміші із Сульфід магнієм - 128,9 см.

За такої висоти рослин посіви сої у мікростадії 71-79 полягають, кріплення нижнього бобу від поверхні ґрунту коливаються в межах 11,7-21,9 см, у середньому по досліді вона становила 16,2 см, тому втрати врожаю склали не більше 3 %. Необхідно відмітити, що із збільшенням загальної висоти рослин на варіантах комплексного застосування біологічних препаратів впродовж вегетаційного періоду найменша висота закладання бобів від поверхні ґрунту коливалася в межах 12,0 - 13,5 см.

### 3.2. Симбіотичний потенціал сої

Безпосередньо з висотою стеблостою пов'язано формування симбіотичного апарату сої, показники якого наведено таблиці 7.

Таблиця 7

Формування симбіотичного потенціалу сої гібриду Неагара залежно від препаратів біологічного походження (середня за 2020-2021 рр.)

№ п/п	Варіант	Формування бульбочок			Симбіотичний потенціал, тис.кг/добу		Формування азоту повітря, кг/га	Еквівалент аміачної селітри, кг
		на рослині, шт.	маса на рослині, г	маса бульбочок, кг/га	загальний	активний		
1	Контроль-обробки	38	0,7	221	20	12,1	154	453
2	АгріБактер – інокуляція насіння	76	0,66	298	38	27,4	208	612
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	64	0,60	244	24	12,0	171	503
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	78	0,68	276	35	30	193	568
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	82	0,72	397	85	43	278	818
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	88	0,76	362	92	43	253	744
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	96	0,81	397	96	45	278	818

Формування бульбочок на кореневої системи починається через 10-12 днів після появи сходів, тобто у макростадії 13-61 і вже через два тижні після сходів азотфіксуючі бактерії починають засвоювати азот з повітря і повністю забезпечують живлення рослин. Бульбочки фіксують азот  $N_2$  і переводять його в доступну амонійну форму  $NH_4$ . У фазу бутонізації і до цвітіння рослин найбільше засвоюють азот. Від фази (макростадій 51-68) цвітіння до масового наливу зерна поєднується 65 % азоту. Процес азотфіксації триває аж до старіння рослин. Створювати необхідні умови для ефективної роботи бульбочкових бактерій це і є функція позакореневого підживлення стимулятором росту.

Результатами наших досліджень з формування бульбочкових бактерій сої гібриду Ніагара доведено інтенсивне формування загальної кількості бульбочок 38-39 штук. Інокуляція насіння інокулянтном АгроБактер підвищує кількість бульбочкових бактерій удвічі порівняно з контрольним варіантом.

Позакореневе підживлення багато комбінованим добривом Нановіт Супер у суміші з Сульфатом магнію сприяє інтенсивному росту бульбочкових бактерій, їх збільшується майже втричі більше (96 штук) порівняно з контролем. Цей фізіологічний процес бере безпосередню участь у синтезі аденазинтрифосфорної кислоти (АТФ), як носіння енергії в рослинах. Цей елемент є важливою складовою хлорофілу де міститься 15-20 % всього магнію, що засвоюється рослинною [17]. Магній забезпечує переміщення фосфору у рослинах, процеси дихання, перетворюють азот у білок.

З метою розрахунків надходження азоту повітря ми визначали масу бульбочок на кореневій системі та їх масу на 1 гектарі (таблиця 8). Маса бульбочок залежно від варіантів досліджень коливається в межах 0,58 – 0,81 г, а у перерахунок на гектар посівної площі, з урахуванням густоти рослин, вона коливається в межах 221-397 кг/га. За інокуляції насіння АгріБактером маса сирих бульбочок збільшується на 77 кг і становить 298 кг/га. Сумісна інокуляція азотфіксуючим та фосфоромобілізуєчим біологічними препаратами досягає рівня фіксація азоту 276 кг/га. Оброблення рослин у

період вегетації, на початку бутонізації багатокomпонентним препаратом Нановіт супер у суміші з Сульфат магнію сприяє формування азоту і досягає 397 кг/га, що більше на 99 кг/га порівняно з інокуляцією насіння. Враховуючи, що в 1 кг сирих бульбочок міститься 1 г біологічно фіксованого азоту, тому впродовж вегетаційного періоду сої рослинами фіксується 154-278 кг азоту повітря. Якщо врахувати, що за вегетаційний період соя використовує азоту на ріст і розвиток та формування урожаю майже 70 %, в ґрунті залишається 45-194, 6 кг/га, легкодоступного біологічного азоту.

Таким чином синтез біологічного азоту на варіанти інокуляції насіння, проведення позакореневого підживлення становить 288 кг, що еквівалентно 818 кг аміачної селітри на суму 12000 грн.



### 3.3. Урожайність і якість сої залежно від біологічних препаратів.

Фактори урожайності свої гібриду Ніагара залежно від інокуляції насіння, проведення позакореневого підживлення багатокомпонентним добривом з високим вмісту азоту, калію і магнію в поєднанні з мікроелементами на основі біологічного комплексу Nanoactiv, до складу якого входять фітогармони, органічні кислоти, амінокислоти, полісахариди, наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Структура врожаю сої гібриду Ніагара залежно від препаратів біологічного походження (середня за 2020-2021 рр.)

№ п/п	Варіант	Густина стеблестою перед збиранням, ти.шт./га	Маса 1000 шт. зерна, г	Кількість, шт.		
				бобів на рослині	насіння в бобах	насіння в одному бобі
1	Контроль-обробки	388	185	20,8	56,0	2,8
2	АгріБактер – інокуляція насіння	452	193	22,4	59,0	2,6
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	406	187	21,8	58,8	2,7
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	468	201	23,1	67,5	2,9
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	403	210	31,4	94,8	3,0
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	477	215	37,2	107,9	2,9
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	490	197	42,1	109,2	2,6

З даних таблиці 8 видно, що маса 1000 штук зерна сої коливається в межах 185 - 215 г. Вирощування сої без будь-яких органо-мінеральних добрив

призводить до отримання дрібного насіння невеликої маси. Передпосівна інокуляція насіння АгріБактером сприяє отримання зерна з масою більше на вісім грамів порівняно із насінням контрольного варіанту. Фосфороінтерн не впливає на формування насіння високої маси, а сумісна інокуляція азотфіксуючим та фосфоромобілізуєчим препаратами сприяє збільшенню маси 1000 шт. насінин на 16 г за рахунок фосфороентерину який своїм бактеріальним складом розчиняє мінеральний фосфор органічних речовин і сприяє кращому живленню і засвоєнню азоту. Наступне позакореневе підживлення сої багатокомпонентне добривом Нановіт супер, в складі якого всі мікроелементи знаходяться у хелатній формі і легко проникають через епідерміс листкової поверхні за короткий проміжок часу, тому маса 1000 шт. насіння і досягає 210 - 215 г. Особливо важливим елементом структури врожаю сої являється кількість бобів на рослині і насіння в бобах. Між довжиною стебла і кількістю сформованих бобів - процеси взаємопов'язані. Чим вище стебло за висотою тим більше бобів сформовано на ньому. Якщо на контрольному варіанті на рослині сформовано у середньому 28,8 шт. бобів, то за високого стеблостою їх знаходиться удвічі більше - 42,1 шт. В кожному бобі знаходиться 2,6 - 3,0 насінин, про те чим більше бобів на рослині і насіння в бобах тим зерно дрібніше і його маса у середньому становить 2,6 г. Оптимальна кількість бобів і насіння в бобах формується на варіанті застосування інокулянта АгріБактер і проведення позакореневого підживлення рослин.

Нестабільні погодні умови за період проходження етапів органогенезу, посушливі погодні умови у період цвітіння і наливу зерна в умовах 2021 року привели до зменшення урожайності сої. У середньому за два роки урожай на контрольному варіанті становила 2,15 т на гектар, проведення інокуляції насіння сприяло збільшенню врожайності на 0,87 т/га і найбільший приріст урожайності зерна сої гібриду Ніагара отримано на варіантах застосування комплексного живлення рослин регуляторами росту у фазу наливання бобів (таблиця 9).

Таблиця 9

Урожайність сої гібриду Ніагара залежно від біологічних препаратів, т/га

№ п/п	Варіант	Роки		Середнє за 2020-2021 рр.	Приріст, ±
		2020	2021		
1	Контроль-обробки	2,18	2,12	2,15	-
2	АгріБактер – інокуляція насіння	3,21	2,83	3,02	0,87
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	2,39	2,69	2,49	0,34
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	3,10	2,74	2,92	0,77
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	3,48	3,28	2,88	0,73
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	3,51	3,12	3,31	0,81
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	4,20	3,96	4,08	1,93
НІР <sub>095</sub>		0.106	0.148	-	-

Потенційна, генетично можлива урожайність сої гібриду Ніагара становить 6,65 т/га, наша мета полягає у вивченні окремих елементів технології вирощування в умовах Полісся України, вирощування максимально можливого урожаю екологічно безпечної продукції на яку великий попит на світовому ринку.

З даних таблиці 9 видно, що у середньому за 2020-2021 рр. урожайність сої без застосування будь-яких органічних, хімічних елементів технології вирощування сої на ясно-сірих ґрунтах Полісся України урожайність становить лише 2,15 т/га. Передпосівне оброблення насіння інокулянтном АгріБактер забезпечує приріст врожаю 0,87 т/га.

Проведення позакореневого підживлення рослин багатокомпонентним біологічним препаратом Нановіт супер у суміші з Сульфат магнію сприяє додатково отримання врожаю – 0,73 т/га. Проведення інокуляції насіння азотфіксатором та фосфоромобілізатором з наступним обприскуванням багатокомпонентним препаратом на хелатній основі Nanoaktiv + Сульфат магнію сприяє отриманню врожайності у середньому за два роки 4,08 т/га, тобто приріст його становить 1,93 т/га.

### 3.4. Технологічні показники якості сої гібриду Ніагара залежно від інокуляції та позакореневого підживлення

У світі щорічно виробляють біля 90 мільйонів тонн олії, з яких на рослинні олії припадає майже 80 %, з якої велику частку займає соя. Соя містить майже 50 % сирого протеїну, який збалансований за амінокислотним складом, із неї виробляють продукти харчування. Висока збалансованість олії сої за вмістом олеїнової і лінолевої жирних кислот, визначають її, як цінний харчовий продукт (таблиця 10).

Таблиця 10.

Технологічні показники якості сої гібриду Ніагара залежно від біологічних препаратів (середнє за 2020-2021 рр.)

№ п/п	Варіант	Вміст, %		Збір, кг/га	
		білка	жиру	білка	жиру
1	Контроль-обробки	39,0	18,7	838	402
2	АгріБактер – інокуляція насіння	40,0	19,1	1208	577
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	39,0	18,7	971	466
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	41,0	19,1	1195	558
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	41,5	19,4	1195	562
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	42,0	19,4	1390	642
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	42,5	19,8	1693	792

З даних таблиці видно, що проведення інокуляції насіння азотфіксуючим препаратом АгріБактер сприяє кращому розвитку бульбочкових бактерій, їх вміст збільшується на 1 % порівняно з контрольним варіантом і забезпечує збір білка на 370 кг/га, а сирого жиру відповідно на 0,4 % та 175 кг/га. В наших дослідях не визначена позитивна дія фосфороентерина.

Соя має унікальний хімічний склад. В зерні міститься 36-52 % білка до 26 % сирого жиру, велика кількість вуглеводів, клітковини, вітамінів, ферментів, тощо.

### 3.5. Економічна ефективність вирощування сої гібриду Ніагара

Основні розрахунки економічної оцінки розраховані з урахуванням елементів технології, які вивчалися у досліджах (вартість насіння, витрати на добрива органічного походження, інокуляції насіння, проведення позакореневого підживлення, тощо). Вартість сої враховували за цінами на 2021 рік.

Таблиця 11.

Економічна ефективність сої гібриду Ніагара залежно від елементів органічної технології вирощування.

№ п/п	Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн	Затрати на вирощування, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
1	Контроль – без застосування добрив	2,15	32250	24210	8040	33,2
2	АгріБактер – інокуляція насіння	3,02	45300	28200	17100	60,6
3	Фосфороентерин - інокуляція насіння	2,49	37350	25900	11350	43,8
4	АгріБактер+ Фосфороентерин	2,92	43800	29700	14100	47,3
5	Нановіт Супер+ Сульфат магнію	2,88	43200	30100	12600	41,8
6	АгріБактер+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	3,31	49650	31250	18400	58,9
7	АгріБактер+ Фосфороентерин+ Нановіт Супер+ Сульфат магнію	4,08	61200	35300	25900	73,4

За урожайність сої гібрида Ніагара більш як 2 т/га завжди прибуткова. Проведення інокуляції насіння АгріБактером забезпечує чистий прибуток 17100 грн/га з урахуванням затрат на вирощування, рівень рентабельності досягає - 66 %. Найбільший чистий прибуток отримано на варіанті комплексного застосування добрив органічного походження - чистий прибуток становить 25900 грн/га і досягає рівня рентабельності 73,4 %.

## Висновки

В результаті проведених досліджень з вивчення впливу інокуляції насіння азотфіксуючими, фосфоромобілізуючими препаратами та проведення позакореневого підживлення сої гібриду Ніагара можливо зробити наступні висновки:

1. Висока польова схожість насіння та формування оптимальної густоти рослин 477-490 тис.шт. рослин на 1 га формується на варіанті інокуляції насіння азотфіксуючим препаратом АгріБактор з наступним позакореневим підживленням сої комплексним препаратом Нановіт супер в баковій суміші з Сульфат магнію.

2. За період вегетації найбільша кількість активних бульбочок і їх маса формується на варіанті проведення інокуляції та позакореневого підживлення і становить відповідно 88-96 шт./рослину, а загальна кількість бульбочок досягає рівня 362-397 кг/га.

3. Симбіотичний потенціал формування біологічного азоту повітря становить 278 кг/га, що відповідає еквіваленту аміачної селітри – 744-818 кг.

Гібрид сої Ніагара в умовах Полісся України забезпечує отримання високого врожаю – 4,08 т/га з урахуванням застосування живлення впродовж органогенезу.

4. З урахуванням вартості продукції на 2021 рік і витрат на технологію вирощування чистий прибуток становить 25900 грн/га за рівнем рентабельності 73,4 %.

### Список використаної літератури

1. Бабіч А.О., Петриченко В.Ф. Рослинний білок і соєвий пояс України. Вісник аграрної науки. 1992. № 7. С. 3-7.
2. Дідора В.Г., Ступніцька О.С. Продуктивність сої залежно від іннокуляції та удобрення в умовах Полісся України. Вісн.аграр.наук. 2016. №4. С.33-37
3. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від іннокуляції насіння та удобрення. Наукові горизонти. 2018. С. 23-28.
4. 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. 33-39.
5. Колісніков С.І., Венедіктов О.М., Опанасенко Г.В. Продуктивність сої залежно від вплив підвищених доз добрив і гербіцидів в посівах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво: Міжвідом.темат.наук.зб. 2004. В. 53. С. 82-89.
6. Мойсієнко В.В., Дідора В.Г. Агрономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. Вісник ЖНАЕУ, 2010. № 1. С. 153-166.
7. Пешук Л.В, Косенко Т.Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: навч.посіб., Кентр учбової л-ри, 2011. 296 с.
8. Шевчук Л.П., Шевчук Л.П., Шегеда В.М. Жирокислотний склад тригліциридів насіння основних олійних культур. Наук. – техн.бюл. ЮК УААН. Запоріжжя, 1997. С. 82-85.
9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур Зернові, круп'яні та зернобобові культури. К., 2001. 690 с.
10. Посыпанов И.С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. Известия ТСХА. 1983. Вып. 5. С. 17-26.
11. Ничипорович А.А., Строганова М.Е., Чмора С.М. ( и др.). Фотосинтетическая деятельность в посевах., М.: АН СССР, 1961. 135 с.

12. Ничипорович А.А. Световое и углеродное питание растений(фотосинтез). Москва: Агропромиздат,1988.93с.
13. Дідора В.Г. Методика наукових досліджень в агрономії / В.Г.Дідора, О.Ф.Смаглий, Є.Р.Ермантраут та ін. К., 2013. 264 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1973. 335 с.
15. Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян. К., 1976.197 с.
16. Бабіч А.О. Сучасне виробництво і використання сої. К., Урожай, 1993. 428 с.
17. Новітні агротехнології: підручн. / В.А. Мазур, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук. Вінниця, 2017. 587 с.
18. ДСТУ 4115: 2002. Грунти. Визначення рухомих форм сполук фосфору і калію за модифікованим методом Кірсанова в модефікації ННЦ ІГ А. Чинний від 2005-05-30.Київ, 2016.18с.
19. ДСТУ 7863:2115.Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфільда. Чинний від 2016-07-01. Київ. ДП Укр.НДНЦ,2016.5с.
20. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир, Видавець О.О. Єванок. 2018. 608 с.
21. Романчук Л.Д., Чайкін О.В. Аспекти імплементації вітчизняного органічного виробництва. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир, 2018. С. 18-24.
22. Фадеев Л.В. Соя – культура ХХІ века, Харьков, 431.