

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра рослинництва

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЖДАНЮК Ігор Миколайович

УДК 635.1/.8: 635: 07: 633.15

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ МІКОРИЗИ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ Жданюк І. М.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий консультант

Керівник роботи

Мойсієнко В. В.

професор, д. с.-г. н.

Сладковська Т. А.

кандидат с.-г. наук

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Жданюк І. М. «Вплив препарату мікоризи на продуктивність сої в умовах Полісся». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота для здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 «Агрономія». Поліський національний університет, м. Житомир, 2020 р.

У кваліфікаційній роботі наведені результати досліджень з впливу елементів технології вирощування на урожайність та якість зерна сої (*Glycine max L.*). Було встановлено, що проведення інокуляції насіння препаратом Мікофікс збільшувала висоту рослин на 3-4 см в середньому. А інокуляція препаратами Мікофікс та Ризоактив підвищувало цей показник на 6-8 см порівняно з варіантом без інокуляції. Найбільша врожайність зерна була отримана на варіантах з сортом Кофу та інокуляцією препаратами Мікофікс та Ризоактив – 3,01 т/га в середньому за два роки. На даному варіанті сорт Кордоба забезпечив найменшу урожайність – 2,85 т/га. Стосовно висоти прикріплення нижнього бобу, то вона найбільше залежала від генетичних особливостей сорту і становила у сорту Кофу – 18,3-18,6 см, у сорту Кордоба – 11,2-13,9 см, а у сорту залежно від варіанту удобрення. Інокуляція насіння препаратом Мікофікс забезпечила підвищення вмісту сирого протеїну на 1,7 %, а жиру на 0,8 % залежно від сорту в середньому за 2019-2020 роки. Використання інокулянтів Мікофікс та Ризоактив збільшило вміст сирого протеїну в зерні на 2,1%, а жиру на 1,3% в середньому за два роки. У сорту Кофу вмісту сирого протеїну склав 40,9% , а жиру – 20,63% в середньому за роки досліджень. Найвищий біоенергетичний коефіцієнт отримали на варіантах досліду з використанням інокулянтів Мікофікс та Ризоактив де він становив 2,06 у сорту Кофу, та 1,83 у сорту Кордоба.

Ключові слова: соя, урожайність зерна, добрива, сорти, інокуляція.

Zhdanjuk I. M. "Influence of Preparation of Mycorrhiza on Soybean Productivity in Polissya".

The qualification work presents the results of research on the influence of elements of cultivation technology on the yield and quality of soybean grain (*Glycine max* L.). Influence of inoculation of seeds with the preparation Mycofix increased plant height by 3-4 cm on average. And inoculation with Mycofix and Rizoaktiv increased this figure by 6-8 cm compared to the option without inoculation. The highest grain yield was obtained on the variants with the Kofu variety and inoculation with Mycofix and Rizoaktiv – 3.01 t/ha on average over two years. In this variant, the Cordoba variety provided the lowest yield – 2.85 t/ha. Regarding the height of attachment of the lower bean, it depended most on the genetic characteristics of the variety and was in the variety Kofu – 18.3-18.6 cm, in the variety Cordoba – 11.2-13.9 cm depending on the fertilizer option. Seed inoculation with Mycofix provided an increase in crude protein content by 1.7% and oil content by 0.8% depending on the variety on average for 2019-2020. The use of Mycofix and Rhizoactive inoculants increased the content of crude protein in grain by 2.1% and oil by 1.3% on average over two years. In the Kofu variety, the crude protein content was 40.9% and the oil content was 20.63% on average over the years of research. The highest bioenergetic coefficient was obtained in the variants of the experiment using inoculants Mycofix and Rhizoactive, where it was 2.06 in the variety Kofu, 1.83 in the variety Cordoba.

Key words: soybean, grain yield, fertilizers, varieties, inoculation.

ЗМІСТ

Анотація	Ошибка! Закладка не определена.
Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд літератури.....	7
1.1 Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах Полісся	7
РОЗДІЛ 2. Місце, умови та методика проведення наукових досліджень .	12
РОЗДІЛ 3. Експериментальна частина.....	15
3.1 Особливості технології вирощування сої в умовах Полісся України .	15
3.2. Результати досліджень та їх обґрунтування.....	16
3.2.1. Агротехнічна ефективність вирощування сої	16
3.2.2. Економічна ефективність вирощування сої.....	21
Висновки та пропозиції виробництву	26
Список використаної літератури	28
Додатки.....	33

ВСТУП

З кожним роком популяція людей на Землі збільшується. Якщо динаміка зростання не зазнає жодних змін, то вчені з ООН стверджують, що до 2100 року населення планети складе вже 11 мільярдів. Тому проблема продовольчої безпеки вже сьогодні стоїть перед людством вкрай гостро [18].

Технології, які використовуються в сільському господарстві в даний час, в основному надають перевагу застосуванню високоефективних сортів і використанні хімічних добрив та стимуляторів росту. Однак вже найближчим часом, як прогнозує більшість вчених, буде досягнутий максимальна межа їх ефективності, тому аграрії всього світу вже сьогодні починають пошук нових і нестандартних рішень цієї проблеми [1].

Одне з таких рішень це безпосереднє використання можливостей земної екосистеми, що включає живі мікроорганізми, органічні речовини і мінерали. Мікроскопічні організми нашої планети мають величезний потенціал для їх використання у сільському господарстві з користю і отримувати від цього економічно виправдану вигоду [34].

Арбускулярні мікоризні гриби (АМ) є корисними ґрунтовими мікроорганізмами, що створюють симбіози з корінням рослин і відіграють ключову роль у підтримці родючості ґрунту. Велике різноманіття видів АМ можна повною мірою використати, підібравши інокуляти АМ на основі їх колонізаційної здатності та ефективності, на які впливають генотип гриба, вид рослин та різноманітні фактори середовища [19]. У рослинництві застосування АМ сприяє підвищенню врожайності культурних рослин. Завдяки мікоризі рослини отримують змогу отримати з ґрунту більше води і мінералів (особливо фосфору). Дуже потужний ферментативний апарат грибів здатний виробляти різні ферменти, антибіотики, а також особливі білки, які відіграють роль каталізаторів в живій природі. Вони можуть розщеплювати поживні речовини в ґрунті як з самого детриту, так і з молекул гумінів із запасу поживних речовин гумусу. Вступаючи в симбіотичний зв'язок з корінням рослин, гриби отримують від них глюкозу, а натомість постачають рослини водою і розчинами поживних речовин [25].

Мета роботи полягала у пошуку шляхів підвищення урожайності та якості зерна сої на основі комплексної оцінки та удосконалення елементів технології її вирощування.

Завданням досліджень було вивчення наукового та виробничого досвіду вирощування сої та визначення впливу інокуляції насіння на урожайність зерна в умовах Полісся України.

Об'єкт дослідження: процес наукового обґрунтування технологічних заходів формування урожайності та якості зерна сої.

Предмет дослідження: рослини сої сортів Кофу та Кордоба, економічна та енергетична ефективність їх вирощування.

Методи дослідження: польовий – для вивчення дії та взаємодії організованих факторів; візуальний – для фенологічних спостережень; морфофізіологічний – визначення біометричних параметрів рослин та генеративних органів; лабораторний – визначення агрохімічних властивостей ґрунту; розрахунково-порівняльний – оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування багаторічних злакових трав; статистичний – визначення вірогідності результатів польових дослідів.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Жданюк І. М. Вплив препарату Мікофікс на урожайність сої в умовах Полісся України. *Сільське господарство – сталий розвиток України*. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 28 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.
2. Жданюк І. М., Авдєєв С. В. Вплив удобрення на урожайність зерна кукурудзи в умовах Полісся України. *Сільське господарство – сталий розвиток України*. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 28 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.
3. Жданюк І. М., Каштан В. І., Рильський Є. К., Вплив препарату Мікофікс на економічну ефективність вирощування зернобобових в умовах Полісся України. *Сільське господарство – сталий розвиток*

України. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 28 лист. 2020 р. /

Поліський національний університет. Житомир, 2020.

Практичне значення отриманих результатів. З метою одержання врожаю високої якості зерна сої на рівні 3,01 т/га, на сірих-лісових середньо суглинкових ґрунтах Полісся необхідно висівати сорт Кофу та вносити мінеральні добрива в дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводити інокуляцію насіння препаратами Ризоактив у нормі 2 кг/т та Мікофікс у нормі 125 г/га.

Структура та обсяг роботи. Робота містить 33 сторінки комп'ютерного тексту, в тому числі 3 розділи, 3 таблиці, 5 рисунків. Список використаної наукової літератури налічує 43 джерел. У додатках наведено статистичну обробку урожайних даних сої за варіантами досліду.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах Полісся

На нашій планеті останнім часом відбуваються зміни клімату, що проявляються в першу чергу в глобальному потеплінні та континентальних температурних аномаліях. На сьогоднішній день посуха є одним з головних лімітуючих факторів урожайності сільськогосподарських культур [26]. Стрес, що виникає у рослин у відповідь на посуху, включає: затримку росту листя, стебла, а при тривалій посусі – коренів, закривання продихів та пригнічення фотосинтезу і дихання, а також зменшення надходження асимілянтів до органів, які ростуть; прискорення старіння листя, затримку росту, недорозвинення генеративних органів; збільшене співвідношення коріння /пагони [47].

Одним із способів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур в умовах посухи наука пропонує інокуляцію коренів рослин АМ. Численні дослідження, які присвячені цій проблемі показують, що майже в 90% експериментів використання АМ сприяло покращенню росту рослин, а також збільшувало їх продуктивність [28]. На думку учених така відповідь рослин на колонізацію АМ грибами відбувається за рахунок підвищеного поглинання мікоризою зв'язаної вологи, і вологи із глибших шарів ґрунту. Крім того встановлено ефективне вбирання не тільки щодо нерухомих іонів з ґрунту, як, наприклад, фосфору, калію, кальцію, цинку, магнію, сірки, міді, заліза, але і посилене поглинання і транспортування значно більш рухливих іонів азоту , особливо в умовах посухи [37].

Гриби є залежними істотами, які не мають хлорофілу, отримуючи свою енергію при розкладанні субстрату, де вони розвиваються. Їх можна класифікувати як:

Сапрофіти : разом з бактеріями і іншими мікроорганізмами здатні руйнувати лігнін і целюлозу рослинних залишків, надаючи рослинам необхідні їм поживні речовини [46].

Патогени : це ті, які отримують свої поживні речовини від господарів, так що вони слабшають і можуть в кінцевому підсумку загинути [46]. Приклади: борошниста роса, мілдью тощо.

Сімбiонти : вони також отримують свої поживні речовини від господаря, але, на відміну від попередніх, господар отримує винагороду в обмін, так що обидві сторони отримують вигоду [46].

З усіх симбіотичних відносин ґрунту мікоризні гриби залежать від рослини: вони належать до роду «гриби» і встановлюють взаємну зв'язок між рослинами різних видів і міцелієм гриба, складаючи новий «функціональний орган» під землею, який служить двом видам.

Мікор за (грец. $\mu\kappa\eta\varsigma$ - гриб і $\rho\acute{\iota}\zeta\alpha$ - корінь) (грибокорінь) - симбіотична асоціація міцелію гриба з корінням вищих рослин. Явище мікоризи було описано в 1879-1881 роках Ф. М. Каменським. Термін «мікориза» ввів в 1885 році Альберт Бернхард Франк [36].

Відомі три типи мікоризи: ендотрофна («ендо-» – всередині); ектотрофная («екто-» – зовні); змішана, або ендоектотрофна [27].

Основна відмінність ендотрофної мікоризи в тому, що гіфи гриба проникають в клітини кореня через пори. Вона виражена слабо на поверхні кореня, а вся основна частина гриба знаходиться всередині кореня. А у клітинах кореня можуть утворюватися скупчення гіф гриба у вигляді клубків. Гіфи можуть розгалужуватися всередині клітини - ці утворення називаються арбускулами [29, 43].

Арбускулярна мікориза (АМ) - один з типів мікоризи, що відноситься до ендомікориз. Вважається однією з найдавніших, завдяки АМ відбулася колонізація суші наземними рослинами. Характеризується утворенням арбускул всередині кортикальних клітин кореня. Формується між рослиною-господарем і облигатними симбіотичними грибами *Glomeromycota* [35].

Ектомікориза (ЕСМ). Ектотрофна мікориза виникає, коли гіфи гриба обплітають корінь своєю щільною мережею, утворюючи або чохол, або мікоризні трубки. Гіфи гриба проникають крізь ризодерму кореня та поширюються по межклітинникам і не проникають у клітини. Для такого типу мікоризи досить характерна відсутність кореневих волосків, а редукція кореневого чохла – один, два шари клітин. Гіфи гриба, свою чергу, корінь на зони (у вигляді мережі гіф – мережа Гартіга) [48].

Ектоендомікориза поєднує в собі ознаки ендо- та ектомікоризи. Можливий перехід між ектомікоризою і ендомікоризою. Властива рослинам з родини орхідних [35].

Найбільш широке, майже універсальне поширення має ендомікориза, яка характерна для більшості трав'янистих рослин, багатьох плодових дерев і чагарників [32].

Справа в тому, що всі вищі рослини і гриби тісно взаємопов'язані між собою, будучи елементами однієї природної системи, створюючи, таким чином, якийсь симбіоз, який грає важливу роль в житті більшості культур [31].

Вплив АМ на рослину є результатом синергетичної діяльності бактеріальних спільнот, що живуть у мікоризосфері, сприяють фіксації азоту, солюбілізації Р та виділенню фітогормонів, сидерофорів та антибіотиків. Тристороння асоціація рослин-господарів, мікоризних симбіонтів, і бактерій мають позитивний вплив на рослини і можуть бути ефективно використані в сільському господарстві [41].

Площа вимотуючої поверхні мікоризоутворюючих грибів, в 100 разів перевищує всмоктуючу поверхню кореня (рис. 1.1). Вона покращує кореневе живлення рослин в 15 разів. Вченими встановлено, що навіть такі широко використовувані сільськогосподарські культури, як хлібні і кормові злаки, бобові, картопля, соняшник, теж є мікотрофними. За наявності у коренів цих рослин мікоризних грибів їх продуктивність може збільшуватися від 10-ти до 15-ти разів [40].



Рис. 1.1. Зображення мікоризи на корені рослини

Інокуляція бобових культур селекційними штамами АМ істотно збільшує їх продуктивність за рахунок прискорення термінів утворення бульбочок, збільшення їх кількості, маси, а у ряді випадків і азотфіксуючої активності [16].



Рис. 1.2. Схема дії мікоризного інокулянта на рослину

Згідно з літературними даними АМ надає загально стимулюючий вплив на ріст рослини, в результаті якого значно зростає урожайність сільськогосподарських культур [49]. АМ має оздоровлюючий ефект, захищаючи рослини від корневих патогенів [34]. Арбускулярная мікориза знижує захворюваність рослин за рахунок усунення патогена шляхом синтезу антибіотиків, або конкуренції за субстрат, або за рахунок індукції імунних реакцій у рослини-господаря [46].

Світова площа обробітку зернобобових культур, а також їх урожайність набагато менше, ніж зернових злаків, тим не менш, вони є неодмінним компонентом для заповнення білка в організмі великої частини населення світу, яке задовольняє свою потребу в білку на 16% за рахунок зернобобових культур [2, 20]. Соя – найважливіша білково-олійна культура світового значення. Її насіння містить в середньому 37-42% білка, 19-22% олії і до 30% вуглеводів;

вегетативна маса, прибрана в фазу наливу бобів, багата на білки (16-18%), вуглеводи і вітаміни [3]. Протеїн сої близький до білка курячих яєць, а олія відноситься до легкозасвоюваних та містить жирні кислоти, що не виробляються організмом тварин і людини за амінокислотним складом [1].

Білок сої є найбільш високоякісним і дешевим рішенням проблеми білкового дефіциту в світі [12]. Згідно досліджень Бабиць-Побережної соя вже багато років є одним з лідерів на світовому ринку продовольчих ресурсів. З точки зору економіки вона відноситься до однієї з найбільш рентабельних культур. Соя, соєвий шрот та соєва олія мають стратегічну роль, як основне джерело продовольчого та кормового білка. За даними вченої «її світовий експорт за останні 50 років збільшився з 4,2 млн т до 94,5 млн т, або в 22,5 рази. Якщо в 1961 р. основним експортером сої була Північна Америка (89%), то на початку XXI століття її обігнала Південна Америка (52%). Основними експортерами її є такі країни Нового світу, як США – 41,9 млн т (44,3% світового обсягу), Бразилія – 31,8 (%), Аргентина – 9 (9,5%), Парагвай – 6 (6,3%), Канада – 2,8 (3%) та інші – 2,9 млн т (3,1%). У світі спостерігається монополізація експорту сої – разом 5 найбільших країн-експортерів поставляли на світовий ринок 97% загальних її обсягів» [4].

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліди з вивчення впливу елементів технології вирощування на урожайність сої проводились нами впродовж 2019–2020 років на ділянках ФГ «Екостарт» с. Калинівка, Житомирського району, Житомирської області.

Дослідження проводились на сірих лісових середньо суглинкових ґрунтах, їх агрохімічні характеристики наведені в табл. 2.1.

Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту дослідної ділянки

Назва господар-ства	Тип ґрунту	Механічний склад ґрунту	pH KCl	Гідролітична кислотність, мг- екв/100 г ґрунту	Показники родючості			
					Вміст гумусу, %	Вміст елементів живлення мг/кг ґрунту		
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ФГ «Екостарт»	сірий лісовий	середне- суглинковий	5,4	2,21	2,09	57	123	85

Площа дослідної ділянки – 18 м², облікової – 12 м². Повторність триразова. Розміщення ділянок – системне в блоці, взаємно перпендикулярно за сортами та удобренням.

Схема дослідів

Культура	Удобрення	Сорти
Соя	Контроль (N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀)	Кофу
		Кордоба
	Інокуляція Мікофікс	Кофу

		Кордоба
	Інокуляція Мікофікс + Ризоактив	Кофу
		Кордоба

Характеристика сортів сої

Сорт Кофу – інтенсивний сорт канадської селекції компанії Synagri

«Ранній сорт. Період вегетації 95-105 днів. Лідер по врожайності у своїй групі стиглості. Відрізняється потужним стартовим розвитком. Має хорошу стійкість до розтріскування, добре галузиться. Насіння має характерний глянцеви́й блиск. Тип розвитку – індетермінатний. Форма – прямостояча. Опушення головного стебла: рудувато-коричневе. Висота рослини – вище середнього. Інтенсивність зеленого забарвлення листя – середня. Розмір насіння – середній. Забарвлення насінної шкірки – жовта. Рубчик світлий, в колір насіння. Час цвітіння і дозрівання – від раннього до середнього. Рекомендовано сіяти з міжряддями 25-50см.» [22].

Сорт Кордоба. «Сорт сої групи дозрівання і високого врожаю. Перевагами Кордоба є велика вага 1000 зернин, швидкий розвиток на ранній стадії, відмінна стійкість до вилягання і здатність до розгалуження. Кордоба відрізняється хорошою опірністю до вірусних захворювань. Господарські ознаки: високий урожай: до 4 т/га; стійкий до розтріскування; середньо-ранній, добре гілкується. Характеристики сорту: терміни дозрівання: 105-110 днів; висота рослин: до 100 см; маса 1000 зерен: 160-190 г; колір зерна – світло-бежевий. Густота посіву: від 55 до 65 зерен/м², залежно від вологозабезпеченості зони, ширина міжрядь від 12,5 см до 45 см. Оптимальні строки посіву – третя декада квітня - початок травня (температура ґрунту не нижче 10 градусів)» [21].

«**Мікофікс** виготовлений на основі мікоризного гриба *Glomus intraradices*, містить такі елементи: живі вегетативні клітини, спори мікоризоутворюючого гриба – 1% (мінімум 2000 спор/гр) *Mycoriza Glomus intraradices* (CMCCROC7); субстанція – 99% екстракт морські водорості *Ascophyllum nodosum* з низьким

вмістом мікро- та макроелементів природного походження; ПАР; додаткові елементи, які забезпечують 98% життєздатності гриба та виняткову адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов, ефективнішу мікоризацію. Призначення препарату є створення мікоризного симбіозу біоудобрювальної, біофунгіцидної дії, та підвищення стійкості культур до несприятливих факторів зовнішнього середовища» [36].

«Ризоактив – високоефективний інокулянт українського виробництва для передпосівної обробки насіння сої. Діюча речовина: бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, *Bradyrhizobium japonicum* eko/002, *Bradyrhizobium japonicum* eko/003. Препарат стійкий до дії зовнішнього середовища» [19].

В дослідях проводилися наступні обліки та спостереження:

1. Польові дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методик з рослинництва [8].
2. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої проводили за методикою Державного сортовипробування.
3. Висоту рослин сої вимірювали по діагоналі ділянки на двох несуміжних повтореннях 20 нормально розвинених рослин від поверхні ґрунту до верхівок.
4. Густоту рослин визначали на стаціонарних ділянках площею 0,5 м² у трьохразовому повторенні.
5. Для визначення структури посівів та біологічного врожаю сої перед збиранням відбирали проби не менше ніж з трьох майданчиків по 0,5 м² в різних місцях ділянки на всіх повтореннях дослідів.
6. Для визначення маси 1000 насінин відбирали дві наважки по 500 зерен та зважували із точністю до 10 мг по кожному варіанту у триразовій повторності [6]
7. Вологість насіння визначали за допомогою вологоміра AXIS ADGS.
8. Статистичний, дисперсійний аналіз результатів експериментів проводили за допомогою прикладної комп'ютерної програми «Statistica – 10» та програми Microsoft Excel 2010.

9. Економічну оцінку впливу досліджуваних факторів на урожайність сої визначали за допомогою розрахункового метода.

Протягом 2019 року температурні показники були вищі за середньо багаторічні покази у березні на $4,5^{\circ}\text{C}$ і у червні на $5,7^{\circ}\text{C}$. В травні відбулося збільшення кількості опадів на 29 мм у порівнянні з середньо багаторічними даними.

У вегетаційний період 2020 року відбувалось значне перевищення кількості опадів порівняно з середньо багаторічними даними, у травні та червні вони становили 136 мм та 130 мм відповідно. А у квітні навпаки спостерігалась екстремальна нестача вологи, кількість опадів становила всього 9 мм. Температурний режим протягом літа перевищував середньо багаторічні показники в середньому на $1-2^{\circ}\text{C}$, а у вересні та жовтні перевищення становило 3°C та $4,4^{\circ}\text{C}$ відповідно.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Особливості технології вирощування сої в умовах Полісся України

Попередником сої була озима пшениця. А після збирання попередника в господарстві проводили лушення стерні у два сліди. Під зяблеву оранку відповідно до схеми дослідів вносили фосфорні й калійні добрива у формі суперфосфату і калію хлористого з розрахунку $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ кг/га д. р. Навесні проводили ранньовесняне боронування. Під передпосівну культивуацію вносили аміачну селітру (N_{30}).

Використовували сорти сої, внесені до Державного реєстру сортів, дозволених для використання на території України.

Інокуляцію насіння проводили за день до сівби бактеріальним препаратом Ризоактив на основі азотфіксуючих бактерій у нормі 2 кг/т насіння та мікоризуючим препаратом Мікофікс у нормі 125 г/га.

Сівбу проводили широкорядним способом у ІІІ дек. квітня - І дек. травня.

Після сівби до появи сходів сої вносили ґрунтовий гербіцид Гезагард 500 FW к.с. у нормі 3 л/га. Проти шкідників у фазу «бутонізація–початок цвітіння» ми використовували оригінальний інсектицид Нурел Д за норми 1л/га.

Збирання врожаю сої проводили прямим комбайнуванням за повного дозрівання бобів при вологості насіння 14-16%.

3.2. Результати досліджень та їх обґрунтування

3.3.1. Агротехнічна ефективність вирощування сої

Одним з завдань наших досліджень було визначення впливу інокулянтів на ріст та розвиток рослин сої. Дослідження росту рослин показали його пряму залежність від удобрення та від сортових особливостей рослин сої. В середньому за роки досліджень висота рослин сої коливалась у межах 65,8-73,7 см залежно від сорту та удобрення. Висота рослин сої у фазу цвітіння наведена на рис. 3.1.

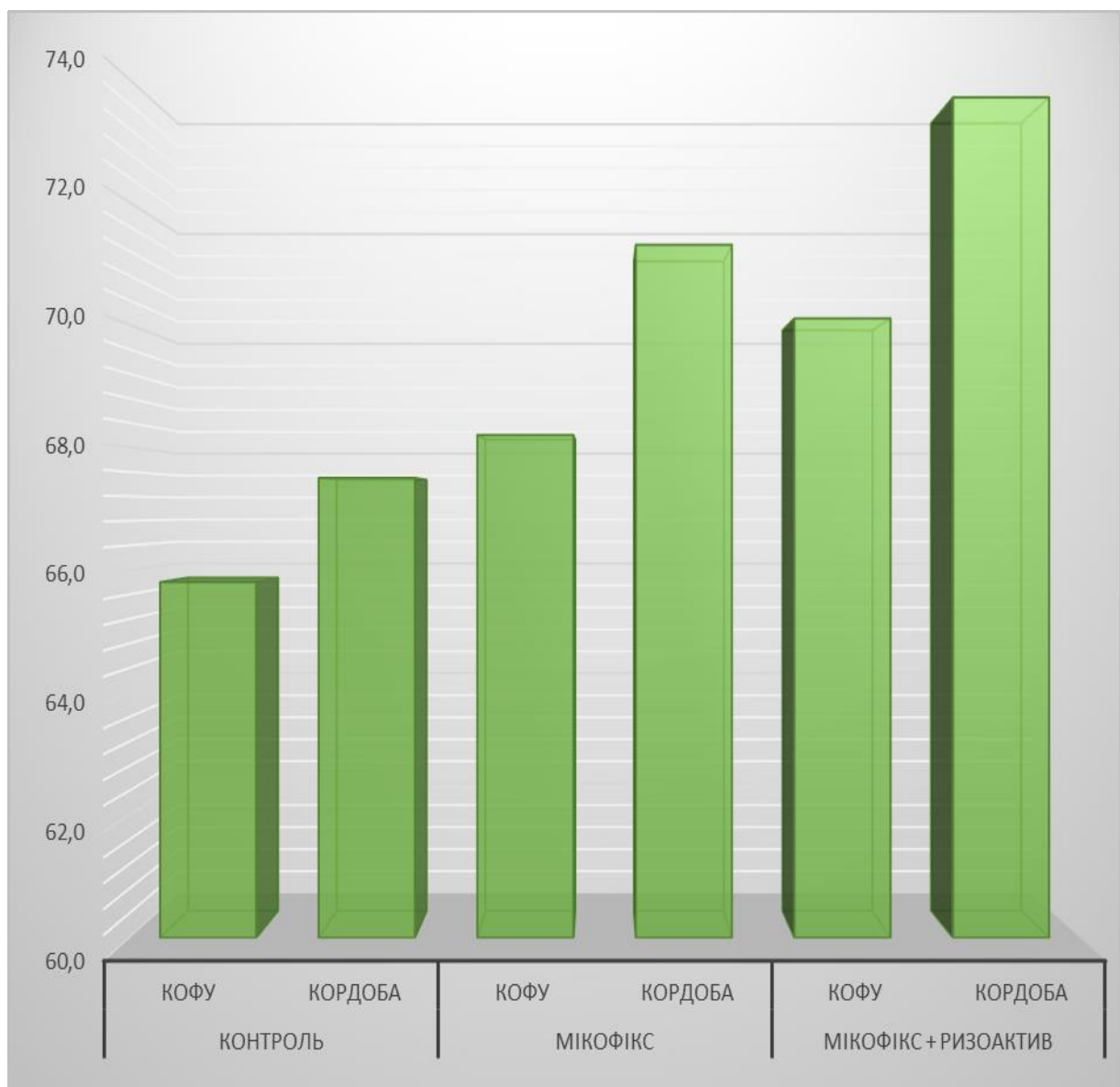


Рис. 3.1 Висота рослин сої залежно від сорту та удобрення

Використання інокуляції препаратом Мікофікс збільшувало висоту рослин на 3-4 см в середньому. А інокуляція препаратами Мікофікс та Ризоактив збільшувало цей показник на 6-8 см порівняно з контролем. Серед сортів сої на варіантах з інокуляцією найвищі рослини були у сорту Кордоба 71,3-73,7 см. На варіанті без його висота рослин даного сорту склала 67,5 см. На всіх варіантах дослідів найнижчі були рослини у сорту Кофу, їх висота була в межах 65,8-70,1 см.



**Рис. 3.2. Розвиток кореневої системи сої сорту Кофу залежно від
удобрення**

Правильний підбір сортів та раціональне використання добрив є запорукою високого врожаю зерна сої. Також ми могли спостерігати в наших дослідках як несприятливі погодні умови 2020 року суттєво знизили урожайність сої (табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Урожайність зерна сої, т/га

Удобрення	Сорти	Урожайність		
		2019 р.	2020 р.	середнє
Контроль	Кофу	3,19	2,11	2,65
	Кордоба	3,12	2,09	2,61
Мікофікс	Кофу	3,41	2,52	2,97
	Кордоба	3,25	2,35	2,8
Мікофікс + Ризоактив	Кофу	3,47	2,55	3,01
	Кордоба	3,29	2,4	2,85
НІР ₀₅		0,02	0,01	

Найбільший вплив на урожайність зерна сої мало проведення інокуляції насіння. Використання препарату Мікофікс підвищувало врожайність зерна в 2019 році на 7% в середньому, а у 2020 році прибавка врожаю склала 16 %. Це можна пояснити тим, що використання препарату Мікофікс дозволило рослинам краще перенести несприятливі погодні умови в порівнянні з рослинами на контролі. Що стосується інокуляції насіння препаратами Мікофікс та Ризоактив, їх спільне використання збільшувало врожай зерна на 11% та на 19% протягом 2019 та 2020 років відповідно. Стосовно сортів сої, то найбільша врожайність була отримана на варіантах з сортом Кофу та інокуляцією препаратами Мікофікс та Ризоактив – 3,01 т/га в середньому за два роки. На даному варіанті сорт Кордоба забезпечив урожайність – 2,85 т/га.

Насіннева продуктивність бобових культур та сої в тому числі залежить від елементів структури урожаю, а саме: числа бобів, числа насіння в бобі, маси

1000 насінин. Також важливим показником є висоти прикріплення нижнього бобу, що характеризує придатність рослин до механізованого збирання [42]. Отримані нами експериментальні дані наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.2

**Елементи структури врожаю сортів сої
(середнє за 2019–2020 рр.)**

Удобрення	Сорти	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослину, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Маса 1000 насінин, г
Контроль	Кофу	15,3	21,7	2,2	165,3
	Кордоба	11,2	18,3	2,3	182,2
Мікофікс	Кофу	16,1	22,6	2,6	166,1
	Кордоба	13,3	18,9	2,7	191,2
Мікофікс + Ризоактив	Кофу	18,6	22,9	2,7	166,4
	Кордоба	13,9	19,2	3,0	191,0

Протягом проведених досліджень 2019-2020 років ми побачили, що на масу 1000 насінин найбільше впливали генетичні особливості сорту. Так, найбільшим цей показник був у сорту Кордоба – 182,2-191,2 г в середньому за два роки. Найбільшу кількість бобів ми спостерігали також на варіантах з сортом Кордоба – 2,3-3,0 шт., а у сорту Кофу – 2,2-2,7 шт. Стосовно висоти прикріплення нижнього бобу, то вона також найбільше залежала від сорту і становила у сорту Кофу – 18,3-18,6 см, у сорту Кордоба – 11,2-13,9 см залежно від варіанту удобрення.

На сьогоднішній день білок та жир є найціннішими сировинними продуктами на світовому ринку, оскільки постійно зростаюче населення планети вимагає постійної інтенсифікації виробництва високоенергетичних продуктів [44]. Інокуляція насіння препаратом Мікофікс забезпечила

підвищення вмісту сирого протеїну на 1,7%, а жиру на 0,8% залежно від сорту в середньому за 2019-2020 роки. Використання Мікофікс + Ризоактив збільшило вміст сирого протеїну на 2,1%, а жиру на 1,3% в середньому по сортах. Найбільші показники були отримані на варіантах з сортом Кофу, вмісту сирого протеїну склав 40,9% , а жиру – 20,63% в середньому за роки досліджень. Вплив удобрення та сортів у наших дослідженнях на вміст сирого протеїну та жиру в зерні сої наведені на рис. 3.3.

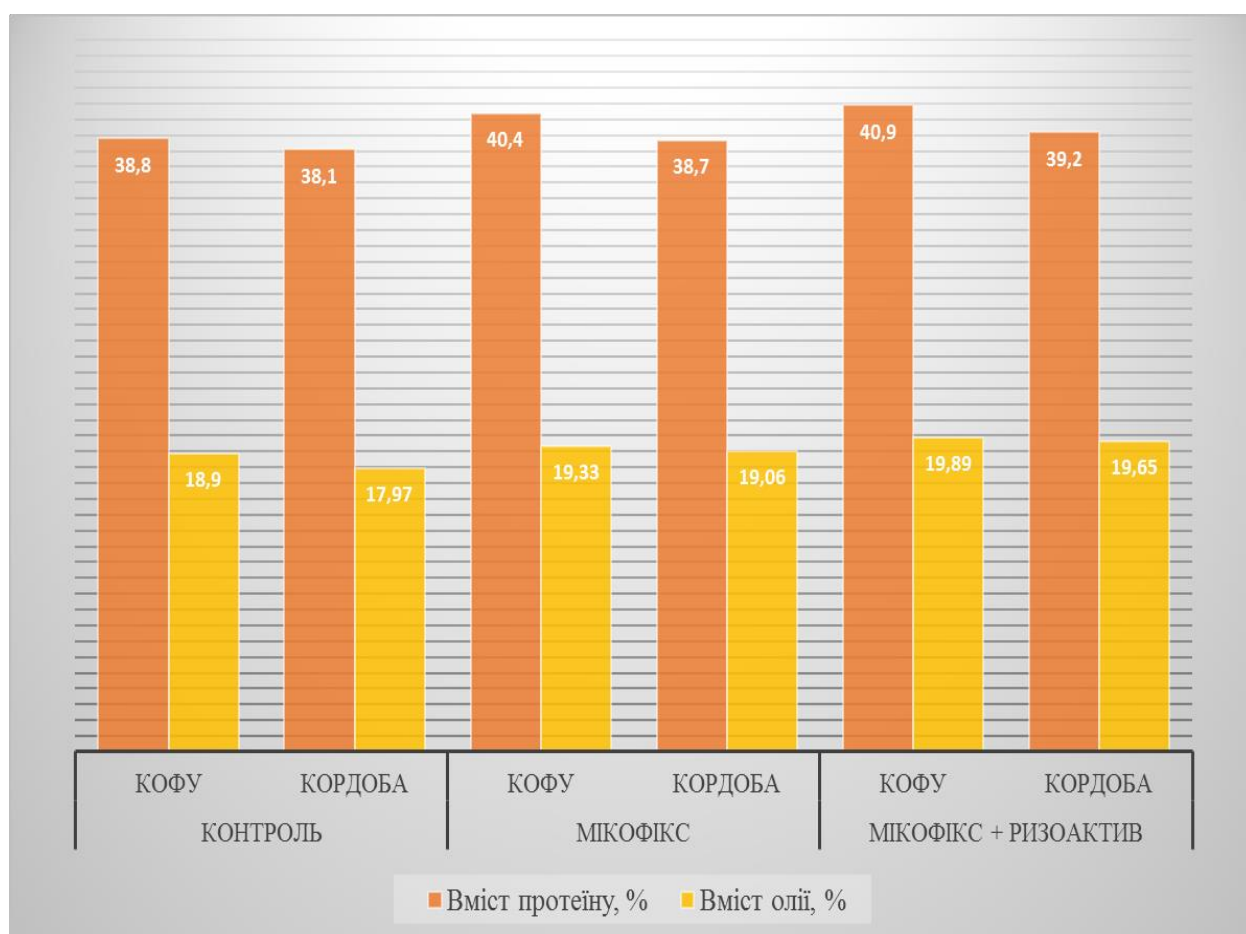


Рис. 3.3 Вплив удобрення та сортів на вміст сирого протеїну та жиру, %

3.2.2. Економічна ефективність вирощування сої

Основним завданням сучасних агротехнологій є отримання стабільно високого урожаю при мінімальних затратах енергії та мінімальному впливі на навколишнє середовище. Крім біологічного ефекту від впровадження різних технологій вирощування необхідно враховувати і економічний ефект.

При майже однаковій вартості насіння та однотипній технології вирощування додаткові затрати в наших дослідженнях були, в основному, при зборі та транспортуванні врожаю. Розрахунок сукупних витрат показав, що найбільшими вони були на варіантах з інокуляцією насіння сої препаратами Мікофікс та Ризоактив та становили 2513-2635 грн/га залежно від сорту. Це пов'язано з тим, що врожайність насіння на цих варіантах була вище, ніж на інших та на його збирання було витрачено додаткові кошти. А найвищий показник чистого прибутку забезпечив сорт Кофу на варіанті з інокуляцією бульбочковими бактеріями та мікоризуючим грибом – 15821 грн. Сорт сої Кордоба на аналогічному варіанті забезпечив отримання даного показника на рівні 15438 грн. Використання препаратів Мікофікс та Ризоактив забезпечили збільшення чистого прибутку в порівнянні з контролем на 953 грн в середньому по сортах.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання врожаю високої якості зерна сої на рівні 3,01 т/га, на сірих-лісових середньо суглинкових ґрунтах Полісся рекомендуємо до впровадження у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності:

- при закладанні посівів необхідно вносити мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводити інокуляцію насіння препаратами Ризоактив чи їх аналогами у нормі 2 кг/т та Мікофікс у нормі 125 г/га.
- Вчені-агрономи висувають обґрунтовану теорію про вміст у ґрунті речовини гломалін (один із різновидів рослинного білка), без якої існування рослин взагалі неможливе. Як виявилось, дана речовина накопичується в ґрунті саме завдяки мікоризним грибам.
- Мікориза відмінно фіксує азот і солубілізує фосфор, перетворюючи його в більш доступну і добре засвоювану рослинами форму.
- Мікориза стимулює захисні функції культури - допомагає протистояти різним патогенам та шкідливим організмам.
- Мікориза підвищує стійкість рослин до несприятливих кліматичних і погодних умов, а також надає протистояння солям і важким металам, знижуючи сильну зараженість ґрунту токсинами.
- В одному кубічному сантиметрі може перебувати мікориза загальною протяжністю ниток до 40 метрів.
- Завдяки мікоризі площа поглинання води та мікроелементів у більшості рослин збільшується до 1000 (!) разів (у с/г культур – більше, ніж в 100 разів за нашими дослідженнями та результатами вирощування).
- Мікоризанти застосовують при вирощуванні органічно чистих культур.
- Основною рекомендацією виробництву є пробувати використовувати Мікоризні препарати на невеликих площах на різних ґрунтах, експериментувати як з ярими так і озимими сортами насіння, пробувати використовувати на невеликих ділянках протруєння + мікориза та не протруєне насіння + мікориза. Результати будуть різними тому важливо для підвищення врожайності підібрати «свою» культуру, «своє» поле.

- Не боятися експериментувати із відсутністю фунгіцидного захисту, адже мікориза має сильно виражену антифунгіцидну дію. Тоді можна буде відчувати і економічний ефект.
- В світі останніх подій із створення ринку землі власник зацікавлений в довготривалому процесі збагачення ґрунтів, а мікориза йому буде вірним помічником, оскільки найбільший ефект буде відчутний при довготривалому її використанні.
- Особливістю використання мікоризи на радіоактивно забруднених ґрунтах Полісся є те, що, за рахунок збільшення врожайності, відбувається розмивання концентрації радіоактивних елементів і зменшення доз випромінювання на полі після збору врожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А.О. Рекомендації по технології вирощування і використання сої. Вінниця, 1993. – 8 с.
2. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої: монографія. Київ: Урожай, 1993. 429 с.
3. Бабич А. О., Кулик М. Ф., Макаренко П. С. Методика проведення досліджень у кормовиробництві та годівлі тварин / під ред. А.О. Бабича. Київ: Аграр. наука. 1998. 80 с.
4. Бабич-Побережна А. А. Соя і соєві продукти на світовому ринку / А. А. Бабич-Побережна // Корми і кормовиробництво. - 2011. - Вип. 69. - С. 213-216. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2011_69_37.
5. Баранов А. І., Ступніцька О.С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України. Агропромислове виробництво Полісся. 2014. № 7. С. 118-121.
6. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : НІЧЛАВА, 2003. 320 с.
7. Джемесюк О., Каленська С., Новицька Н. Урожайність сортів сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2016. Вип. 20. С. 372-380.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Жданюк І. М. Вплив препарату Мікофікс на урожайність сої в умовах Полісся України. Сільське господарство – сталий розвиток України. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 28 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.
10. Жданюк І. М., Авдєєв С. В. Вплив удобрення на урожайність зерна кукурудзи в умовах Полісся України. Сільське господарство – сталий розвиток України. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 12 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.

11. Жданюк І. М., Каштан В. І., Рильський Є. К., Вплив препарату Мікофікс на економічну ефективність вирощування зернобобових в умовах Полісся України. Сільське господарство – сталий розвиток України. матеріали наук.-практ. конф., м. Житомир, 12 лист. 2020 р. / Поліський національний університет. Житомир, 2020.
12. Зінченко О. І. Рослинництво : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.]. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
13. Інокулянт Ризоактив – гарант вашого багатого врожаю. Зерно. Київ, 2017. № 1. С. 130-133.
14. Кобак С.Я., Сереветник О.В., Чорна В.М. Обов'язковий елемент технології вирощування сої – бактеризація. Агробізнес сьогодні. Технології сьогодні. 2017. № 4. С.62-65.
15. Кобак С. Я. Якісна інокуляція — перший крок до високого врожаю. Агрономія сьогодні. 2016. № 1-2. С. 53-55.
16. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. Київ: Наукова думка, 2010. 255 с.
17. Мікоризна інокуляція — переваги. URL: <https://mycofix.com.ua/micoriza-inoculant/>.
18. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. Вісник аграрної науки, 2003. № 10 (спецвипуск). С. 15-19.
19. Ризоактив рідкий. URL: http://mbv.org.ua/catalog/product/rizoaktiv_r3
20. Соя ЕС Ментор от Euralis. URL: <https://glavagronom.ru/base/seeds/maslichnie-soya-es-mentor-euralis-9052632/>
21. Соя Кордоба. АгроМакс. URL: <http://xn----7sbbk1bkmpo.xn--p1ai/kordoba/>
22. Соя Кофу. Cfnadian seeds. URL: <http://www.canadianseeds.com.ua/kofu.html>
23. Сучек М. М. Мікофікс — швидкий та ефективний спосіб для насичення поля мікоризою. АгроЕліта. URL:

<https://agroelita.info/2020/05/mikofiks-shvydkyj-ta-efektyvnyj-sposib-dlya-nasychnnya-polya-mikoryzoju/>

24. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 4. С. 25-29.
25. Barea, J.M.; Azcón, R.; Azcón-Aguilar, C. Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality. *Antonie Leeuwenhoek* 2002, 81, 343–351.
26. Battini, F.; Grønlund, M.; Agnolucci, M.; Giovannetti, M.; Jakobsen, I. Facilitation of phosphorus uptake in maize plants by mycorrhizosphere bacteria. *Sci. Rep.* 2017, 7, 4686.
27. Bidondo, L.F.; Silvani, V.; Colombo, R.; Pérgola, M.; Bompadre, J.; Godeas, A. Pre-symbiotic and symbiotic interactions between *Glomus intraradices* and two *Paenibacillus* species isolated from AM propagules. In vitro and in vivo assays with soybean (AG043RG) as plant host. *Soil Biol. Biochem.* 2011, 43, 1866–1872.
28. Buysens, C.; Dupré de Boulois, H.; Declerck, S. Do fungicides used to control *Rhizoctonia solani* impact the non-target arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis*? *Mycorrhiza* 2015, 25, 277–288.
29. Casieri, L.; Ait Lahmidi, N.; Doidy, J.; Veneault-Fourrey, C.; Migeon, A.; Bonneau, L.; Courty, P.E.; Garcia, K.; Charbonnier, M.; Delteil, A.; et al. Biotrophic transportome in mutualistic plant-fungal interactions. *Mycorrhiza* 2013, 23, 597–625.
30. Dattamudi, S.; Kalita, P.K.; Chanda, S.; Alquwaizany, A.; S.Sidhu, B. Agricultural Nitrogen Budget for a Long-Term Row Crop Production System in the Midwest USA. *Agronomy* 2020, 10, 1622.
31. Ferrol, N.; Azcón-Aguilar, C.; Pérez-Tienda, J. Arbuscular mycorrhizas as key players in sustainable plant phosphorus acquisition: An overview on the mechanisms involved. *Plant Sci.* 2018, 280, 441–447.
32. Friese, C.F.; Allen, M.F. The spread of VA mycorrhizal fungal hyphae in the soil: Inoculum types and external hyphal architecture. *Mycologia* 1991, 83, 409–418.

33. Giovannetti, M.; Sbrana, C.; Avio, L.; Strani, P. Patterns of below-ground plant interconnections established by means of arbuscular mycorrhizal networks. *New Phytol.* 2004, 164, 175–181.
34. Giovannini, L.; Palla, M.; Agnolucci, M.; Avio, L.; Sbrana, C.; Turrini, A.; Giovannetti, M. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Associated Microbiota as Plant Biostimulants: Research Strategies for the Selection of the Best Performing Inocula. *Agronomy* 2020, 10, 106.
35. Gualandi, R.J., Jr. Fungal Endophytes Enhance Growth and Production of Natural Products in *Echinacea Purpurea* (Moench.). Master's Thesis, University of Tennessee, Knoxville, TN, USA, 2010. URL: https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/713/
36. MycoFix. URL: <https://mycofix.com.ua/>
37. Njeru, E.M.; Avio, L.; Sbrana, C.; Turrini, A.; Bocci, G.; Bàrberi, P.; Giovannetti, M. First evidence for a major cover crop effect on arbuscular mycorrhizal fungi and organic maize growth. *Agron. Sustain. Dev.* 2014, 34, 841–848.
38. Ordoñez, Y.M.; Fernandez, B.R.; Lara, L.S.; Rodriguez, A.; Uribe-Vélez, D.; Sanders, I.R. Bacteria with phosphate solubilizing capacity alter mycorrhizal fungal growth both inside and outside the root and in the presence of native microbial communities. *PLoS ONE* 2016, 11, e0154438.
39. Pepe, A.; Giovannetti, M.; Sbrana, C. Different levels of hyphal self incompatibility modulate interconnectedness of mycorrhizal networks in three arbuscular mycorrhizal fungi within the Glomeraceae. *Mycorrhiza* 2016, 26, 325–332.
40. Philippot, L.; Raaijmakers, J.M.; Lemanceau, P.; Van Der Putten, W.H. Going back to the roots: The microbial ecology of the rhizosphere. *Nat. Rev. Microbiol.* 2013, 11, 789–799. doi.org/10.1038/nrmicro3109
41. Roesti, D.; Ineichen, K.; Braissant, O.; Redecker, D.; Wiemken, A.; Aragno, M. Bacteria associated with spores of the arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus geosporum* and *Glomus constrictum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 2005, 71, 6673–6679.

42. Roupael, Y.; Franken, P.; Schneider, C.; Schwarz, D.; Giovannetti, M.; Agnolucci, M.; De Pascale, S.; Bonini, P.; Colla, G. Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Sci. Hortic.* 2015, 196, 91–108.

43. Sbrana, C.; Avio, L.; Giovannetti, M. Beneficial mycorrhizal symbionts affecting the production of health-promoting phytochemicals. *Electrophoresis* 2014, 35, 1535–1546.