

3. Домашнев П.П., Дзюбецкий Б.В., Костюченко В.И. Селекция кукурузы. М. : Агрпромиздат, 1992. 208 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агрпромиздат, 1985. 351 с.
5. Козубенко Л.В., Гурьєва И.А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Харьков, 2000. 210 с.
6. Класифікатор довідник виду *Zea mays* L. X., 1994. С. 32–61.
7. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / МСХ СССР, ВАСХНИЛ, ВНИИ кукурузы. Днепропетровск : 1980. С. 9–30.
8. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи/ Вид. друге доповнене. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків. 2003. 43с.
9. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза – селекція та вирощування гібридів : моногр. Вінниця, 2009. 199 с.

УДК 633.34: 631.84:631.559

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.12>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ СОЇ

Міленко О.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет;

Соломон Ю.В. – здобувач вищої освіти ступеня доктор філософії

за спеціальністю 201 Агрономія,

Полтавський державний аграрний університет

*В статті доведена необхідність дослідження сумісності препаратів для застосування в одній баковій суміші під час передпосівної обробки насіння експериментальним методом. Взаємодія фунгіцидного протруйника, бактеріального препарату та комплексного мікродобрива на розвиток рослин сої не була вивчена в умовах лівобережного Лісостепу. Сумісне використання протруйника, інокулянту та мікродобрив стає поширеним технологічним заходом для підвищення польової схожості насіння всіх сільськогосподарських культур. Оскільки на сьогоднішній день є доведені дослідження, які свідчать про високу ефективність альтернативних методів та схем застосування препаратів з мікроелементами живлення на деяких польових культурах. Метою досліджень було, встановити ефективність сумісного застосування в одному робочому розчині мікродобрива з протруйником фунгіцидної дії та інокулянтом під час обробки посівного матеріалу сої. Наукові дослідження проведено у виробничих умовах впродовж 2019–2021 років за методом польового досліду. У процесі досліджень використовували протруйник Авідо з хімічної групи похідних бензimidазолу та інокулянт Soyex, що містить штам бактерій *Bradyrhizobium japonicum* IBM B-7205. Серед мікродобрив використали Сід ап 22, р. та Агрігардіан Мікромікс Компліт з різними дозами, згідно схеми досліду. Для встановлення ефективності досліджень агрозаходів визначали такі показники: польову схожість насіння; тривалість періоду вегетації; площу листової поверхні; урожайність насіння. За результатами досліджень встановлено, що фактор обробки насіння перед сівою мав акумулюючий ефект, що забезпечувало поступове збільшення різниці в показниках вегетативного розвитку рослин у період від ювенільних до генеративних фаз росту і розвитку сої. Рекомендовано в технології вирощування сої для підготовки посівного матеріалу застосовувати*

в одному робочому розчині суміш: фунгіцидного протруйника Авідо, у нормі 0,5 л/т, бактеріального препарату Soyex, у нормі 2 л/т та мікродобрива Агрігардіан Мікромікс Компліт у нормі 2 л/т насіння.

Ключові слова: зернобобові культури, технологія вищівання, протруйник, інокулянт, добриво.

Milenko O.H., Solomon Yu.V. Effectiveness of microfertilizer application for treating soybean seeding material

The article proves the need to study the compatibility of drugs for using in one tank mixture during pre-sowing treatment of seeds by experimental methods. The interaction of a fungicidal pesticide, a bacterial preparation and a complex microfertilizer in the development of soybean plants has not been studied in the conditions of the left-bank Forest-Steppe. The combined use of pesticides, inoculants and microfertilizers is becoming a common technological measure to increase the field germination of seeds of all crops. Because to date, there are proven studies that show high effectiveness of alternative methods and schemes of using drugs with micronutrients in some field crops. The aim of the research was to establish the effectiveness of joint application in one working solution of microfertilizer with fungicide and inoculant during soybean seed treatment. Scientific research was conducted in production conditions in 2019–2021 by the method of field experiment. Avido disinfectant from the chemical group of benzimidazole derivatives and Soyex inoculant containing the bacterial strain *Bradyrhizobium japonicum* IBM B-7205 were used in the research. Among the micronutrients used were Sid ap 22, r. and AgriGuardian MicroMix Complete with different doses, according to the experimental scheme. To establish the effectiveness of agricultural measures, the following indicators were determined: field germination of seeds; duration of the growing season; leaf surface area; seed yield. According to the research results, the factor of seed treatment before sowing had an accumulating effect, which provided a gradual increase in the difference in the indicators of vegetative development of plants in the period from juvenile to generative phases of growth and development of soybeans. It is recommended in the technology of growing soybeans for seed preparation to use a mixture in one working solution: fungicide Avido, at a rate of 0.5 l/t, bacterial drug Soyex, at a rate of 2 l/t and microfertilizer AgriGuardian MicroMix Complete at a rate of 2 l/t seed.

Key words: legumes, cultivation technology, disinfectant, inoculant, fertilizer.

Постановка проблеми. Обсяг виробництва зерна сої у світі інтенсивно збільшується. Впродовж останніх 5-ти років нарощування валових зборів становило від 114,9 до 336,59 млн т. Україна відноситься до десятки світових лідерів по вирощуванню зерна сої та за результатами 2016–2021 років посідає 8 місце після таких експортерів як: Бразилія, США, Аргентина, Китай, Індія, Парагвай, Канада [1].

У хімічній галузі України комплексні мікродобрива тривалий час зовсім не вироблялись, а аграрний ринок був заповнений пропозиціями численних закордонних виробників [2]. Формування іноземного ринку зумовило початок масового серійного виробництва вітчизняних мікродобрив, склад яких містить практично всі мікроелементи [3]. Однак упровадження комплексних мікродобрив у агротехнологіях основних культур обмежене через відсутність чітких рекомендацій щодо норм, способів та строків їх використання у конкретних виробничих умовах і рівнів очікуваної приривки врожаю. Виходячи із досить специфічного механізму дії препаратів, коригування цих рекомендацій проводиться шляхом вивчення рівня реакції рослин і посівів у цілому в конкретних зональних та погодних умовах [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх десятиліть особливого значення набули експериментальні дослідження, щодо поєднання в одному технологічному процесі інокуляції мікробними препаратами та мікродобрив на основі оксидів заліза. Однак таке поєднання може сприяти виникненню непередбачуваних наслідків [5], оскільки підвищена кількість фізіологічно активних речовин спричиняє гербіцидний ефект (встановлено, що ефективність фізіологічно активних речовин прямолінійно залежить від їх концентрації) [6]. Незважаючи на такі твердження використання мікроелементів є абсолютно доцільним по інокульованим рослинах, що вегетують, так як, у даному випадку,

крім розбавлення сумарної концентрації активних стимуляторів росту у часі їх дії спрямовується на активізацію діяльності загального рослинно-бактеріального симбіозу в посіві [7].

До фази сходів для живлення проросток використовує поживні речовини насінини [8]. У період розвитку асиміляційної діяльності листків рослини починають синтезувати органічну речовину, яку в подальшому використовують для живлення. Стартові умови розвитку молодих рослин здебільшого визначальні для їх росту [9].

За даними результатів досліджень встановлено, що під дією мікродобрив проникнення води до насінини через оболонку значно підвищується. Оброблене насіння має характерну більш пухку будову покривних клітин, через які сумісно з водою проникають і сполуки мікроелементів, що локалізуються [2], зазвичай, у зародку та первинних проростаючих корінцях [4]. Встановлено, що рослинні олії у насінні відіграють особливу роль – енергетичного матеріалу [6], але, окрім цього, вони також виконують і захисну функцію під час проникнення в насіння води. А сама обробка насіння мікроелементами впливає на активізацію дію ферменту ліпази [3]. Загалом насіння, оброблене мікроелементами, впливаючи на окремі процеси у насінині підвищує їх життєздатність і польову схожість [2]. Збалансована кількість інших елементів пояснюється процесом часткової мінералізації речових клітинних стінок через їх здерев'яніння [9].

Для виробничих умов технологічно привабливим є сумісне використання мікродобрив, біопрепаратів та фунгіцидних протруйників у єдиному процесі передпосівної обробки насіння [4]. Таке комплексне поєднання дозволяє максимально зменшити собівартість процесу обробки насіння та досягти кращої ефективності від застосування препаратів, у тому числі під впливом їх взаємодії [10].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У рекомендаціях по технології вирощування сої для підвищення рівня врожайності пропонують застосовувати комплексно в процесі підготовки посівного матеріалу протруйники фунгіцидної дії, бактеріальні інокулянти та мікродобрива. Але можливість одночасного використання в одному робочому розчині фунгіцидного препарату, інокулянту з азотфіксуючими штамми бактерій та мікродобрива потрібно перевіряти експериментальним шляхом.

Постановка завдання. Метою досліджень було, встановити ефективність сумісного застосування в одному робочому розчині мікродобрива з протруйником фунгіцидної дії та інокулянтом під час обробки посівного матеріалу сої.

Передбачалося вирішити такі завдання для досягнення поставленої мети:

- встановити вплив препаратів, які застосовували для передпосівної обробки насіння і погодних умов року на показник польової схожості сої;
- встановити особливості росту та розвитку сої залежно від агротехнічних факторів та погодних умов року;
- вивчити вплив препаратів для передпосівної обробки насіння на проходження фенологічних фаз у онтогенезі рослин сої;
- визначити врожайність зерна сої залежно від застосування мікродобрив під час передпосівної обробки насіння і погодних умов року;
- проаналізувати економічну ефективність пропонованих елементів технології вирощування сої.

Наукові дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в умовах ПСП «Приорілля» Новосанжарського району Полтавської області. Для досліджень використовували протруйник Авідо, (тіофанат-метил, 435 г/л + крезоксим-метил, 50 г/л +

цимоксаніл, 15 г/л) у нормі 0,5 л/т та інокулянт Soyex (*Bradyrhizobium japonicum* IBM B-7205, із титром життєздатних клітин 2,0x10⁸ на 1 мл препарату), в нормі 2 л/т, які рекомендовані для передпосівної обробки насіння сої. Серед мікродобрив використали Сід ап 22, р. та Агрігардіан Мікромікс Компліт з різними дозами, згідно варіантів досліду. Схема польового досліду мала 8 варіантів:

1. Без обробки (контроль);
2. Авідо + Soyex;
3. Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 1 л/т;
4. Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 1 л/т;
5. Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 2 л/т;
6. Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т;
7. Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 3 л/т;
8. Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 3 л/т.

Мікродобриво Сід ап 22, р. виробництва фірми ОЛІМІКС СА, Франція у своєму складі має такі елементи живлення: N – (1,1 %), K₂O – (3,7 %), CaO – (0,2 %), MgO – (0,6 %), Na₂O – (1,5 %) та SO₃ – (3,8 %).

Мікродобриво Агрігардіан Мікромікс Компліт виробництва AgriGuardian International, LLC США в складі має такі елементи живлення: Zn – (1,2–2,0 %), Fe – (1,2–2,0 %), Mn – (1,2–2,0 %), Cu – (0,8–1,2 %), B – (0,2–0,3 %), Cl – (0,05–0,06 %), Mo – (0,04–0,06 %), Ni – (0,005–0,006 %), Co – (0,005–0,006 %).

Об'єктом досліджень був сорт сої Златослава, оригіном якого є Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук України.

Для вивчення цих питань було закладено польовий дослід в трьох повторностях. Площа дослідної ділянки 36 м², облікова площа – 25 м², їх розміщення – суцільне, одноярусне.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обробка посівного матеріалу – це технологічний захід, який здебільшого сприяє покращенню схожості та енергії проростання посівного матеріалу польових культур.

Поряд з тим препарати для обробки насіння можуть мати і негативний вплив на схожість та показник енергії проростання насіння. Тому, у програмі наукових досліджень одним із перших завдань, було визначити польову схожість насіння, шляхом підрахунку в фазі повних сходів рослин сої.

За результатами підрахунків кількості рослин у варіантах, в період повних сходів встановлено: на схожість насіння сої істотно впливали погодні умови року і препарати, які застосовували для обробки насіння перед сівбою (табл. 1). Найкращу польову схожість насіння отримали у 2019 році, в середньому по варіантах. Залежно від обробки посівного матеріалу препаратами, найбільша густина рослин сформувалася у фазі повних сходів на варіанті досліду, де використовувати фунгіцидний протруйник Авідо у комплексі з бактеріальним препаратом Soyex та мікродобривом Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т. Польова схожість за цим варіантом обробки становила 90,7 % та на 14,3 % перебільшувала контроль.

Показник, який характеризує фізіологічні умови формування врожаю сільськогосподарських культур – це тривалість періоду вегетації.

За результатами фенологічних спостережень встановлено, що на всіх варіантах досліду найдовше засвоювали сонячну енергію посіви сої у 2021 році (табл. 2), що пов'язано з кращою вологозабезпеченістю року. Компоненти бакової суміші для передпосівної обробки насіння по-різному впливали на тривалість етапів

Таблиця 1

Польова схожість насіння сої, %

№ п/п	Варіанти дослідів	2019 рік	2020 рік	2021 рік	Середнє
1	Без обробки (контроль);	77,8	75,1	76,3	76,4
2	Авідо + Soyex;	87,7	84,3	85,1	85,7
3	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 1 л/т;	84,5	82,1	83,6	83,4
4	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 1 л/т;	87,1	85,6	85,9	86,2
5	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 2 л/т;	87,2	86,1	86,5	86,6
6	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т;	92,5	88,7	90,9	90,7
7	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 3 л/т;	85,3	83,4	84,1	84,3
8	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 3 л/т.	82,6	80,5	80,9	81,3

Таблиця 2

Тривалість вегетаційного періоду рослин сої, діб

№ п/п	Варіанти дослідів	2019 рік	2020 рік	2021 рік	Середнє
1	Без обробки (контроль);	103	101	105	103
2	Авідо + Soyex;	105	102	106	104
3	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 1 л/т;	113	110	117	113
4	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 1 л/т;	110	108	116	111
5	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 2 л/т;	107	105	108	107
6	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т;	114	110	116	113
7	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 3 л/т;	112	109	115	112
8	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 3 л/т.	114	109	115	113

органогенезу та дозрівання культури зокрема. Фунгіцидний протруйник та інокулянт не істотно впливали на проходження органогенезу та загальну тривалість періоду вегетації сої. Комплексне застосування Авідо та Soyex впливало на подовження вегетації у межах 1 доби, порівняно з контролем. Ще більше подовження тривалості періоду вегетації було зафіксовано на варіанті Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 1 л/т, тривалість вегетаційного періоду збільшилась на 10 діб. Комплексне застосування препаратів Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 1 л/т для передпосівної обробки насіння впливало на покращення фізіологічних процесів у рослинах і збільшення періоду накопичення сонячної енергії та поживних речовин і вологи посівами на 8 діб.

Істотна різниця між контролем і варіантами дослідів за показником сформованої площі листової поверхні спостерігалася, розпочинаючи із фази формування бобів [11].

На формування асиміляційного апарату сої, у межах дослідів, істотно впливали погодні умови року та препарати для обробки посівного матеріалу зокрема і за результатом взаємодії (табл. 3). За результатами польового дослідів максимальна

Таблиця 3

Площа листової поверхні у фазі цвітіння сої, м²/рослину

№ п/п	Варіанти дослідів	2019 рік	2020 рік	2021 рік	Середнє
1	Без обробки (контроль);	0,713	0,695	0,701	0,703
2	Авідо + Soyex;	0,799	0,792	0,794	0,795
3	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 1 л/т;	0,738	0,732	0,735	0,735
4	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 1 л/т;	0,845	0,806	0,809	0,820
5	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 2 л/т;	0,858	0,85	0,851	0,853
6	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т;	0,912	0,884	0,903	0,899
7	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 3 л/т;	0,811	0,771	0,788	0,790
8	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 3 л/т.	0,751	0,733	0,739	0,741

площа листового апарату 0,899 м²/рослину була сформована при вирощування рослин у 2019 році на варіанті Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т.

Такий механізм варіювання чинників вегетативного розвитку рослин, у варіантах дослідів з використанням Авідо, Soyex та мікродобрів у процесі передпосівної обробки насіння, доводить отримання явища синергізму від їхньої фізіологічної дії, і як результат розширює можливості збільшення розміру фотосинтетичного апарату рослин.

Результати фенологічних спостережень, польових та лабораторних вимірювань і обрахунків під час проведення експериментальних досліджень свідчать про досить високий рівень реакції рослин на застосування фунгіцидного протруйника, бактеріального препарату та мікродобрива. Однак у агрономічній науці ефективність досліджуваних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур можна проаналізувати тільки на підставі основного показника: врожайності основної продукції.

Таблиця 4

Урожайність сої залежно від передпосівної обробки насіння, т/га

№ п/п	Варіанти дослідів	2019 рік	2020 рік	2021 рік	Середнє
1	Без обробки (контроль);	2,31	2,19	2,22	2,24
2	Авідо + Soyex;	2,58	2,47	2,48	2,51
3	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 1 л/т;	2,53	2,45	2,49	2,49
4	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 1 л/т;	2,8	2,69	2,73	2,74
5	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 2 л/т;	2,87	2,78	2,81	2,82
6	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 2 л/т;	3,24	2,99	3,02	3,08
7	Авідо + Soyex + Сід ап 22, р, 3 л/т;	2,69	2,62	2,64	2,65
8	Авідо + Soyex + Агрігардіан Мікромікс Компліт, 3 л/т.	2,59	2,46	2,51	2,52
НІР _{0,5} т/га		0,03	0,02	0,02	0,01

Отже, найбільш сприятливі погодні умови під час формування врожайності сої були зафіксовані в 2019 році (табл. 4). застосування препаратів для обробки посівного матеріалу істотно впливало на збільшення врожайності, у порівнянні до контролю. Максимальну врожайність основної продукції сої 3,08 т/га отримано на варіанті, де сумісно поєднували фунгіцидний протруйник Авідо, бактеріального препарату Soyex та мікродобриво Агрігардіан Мікромікс Компліт у нормі 2 л/т.

Висновок. За результатами досліджень та економічної оцінки рекомендуємо в умовах виробництва, для підготовки посівного матеріалу сої, застосовувати в одному робочому розчині суміш: фунгіцидного протруйника Авідо, у нормі 0,5 л/т, бактеріального препарату Soyex, у нормі 2 л/т та мікродобрива Агрігардіан Мікромікс Компліт у нормі 2 л/т насіння.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні сумісності широкого спектру компонентів бакової суміші з різним механізмом дії під час передпосівної підготовки насіння сої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шимкова Мирослава. Світовий ринок сої та місце України на ньому. (2020). Бюлетень «Огляд цін українського та світового товарних ринків». № 11(289). Режим доступу: <https://pricereview.com.ua/>
2. Баган А.В., Шакалій С.М., Барат Ю.М. Формування насінневої продуктивності нуту залежно від сорту та інокуляції насіння. Таврійський науковий вісник 2020, № 111. С. 14–21. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.2>
3. Баган А.В., Юрченко С.О., Шакалій С.М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. С. 3–9.
4. Юрченко С. О., Баган А. В., Омеліч М. В. Формування посівних якостей насіння сортів арахісу залежно від обробки стимулятором росту “1R Seed Treatment”. Таврійський науковий вісник. 2021. № 117. С. 164–171.
5. Вожегова, Р. А. (2020). Наукові основи адаптування систем зрошувального землеробства до кліматичних змін – селекція та сортові технології. Аграрні інновації, (1), 26–32.
6. Рибальченко А. М. Пластичність та стабільність господарських ознак колекційних зразків сої. Зрошувальне землеробство. 2021. № 76. С. 69–74. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.13>
7. Вожегова, Р. А., Боровик, В. О., Марченко, Т. Ю., & Рубцов, Д. К. (2018). Насіннева продуктивність середньостиглого сорту сої Святогор залежно від норми висіву та доз азотних добрив в умовах зрошення півдня України. Зрошувальне землеробство, (70), 55–59.
8. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Базалій, В. В., Марченко, Т. Ю., Боровик, В. О., Михаленко, І. В., & Клубук, В. В. (2019). Мінливість ознаки «маса насіння з рослини» у гібридів сої різних груп стиглості. Фактори експериментальної еволюції організмів, 24, 53–58.
9. Вожегова, Р. А., Найдюнова, В. О., & Воронюк, Л. А. (2016). Продуктивність сої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив при зрошенні. Зрошувальне землеробство, (65), 20–22.
10. Вожегова, Р. А., Боровик, В. О., Рубцов, Д., & Біднина, І. (2020). Сучасні аспекти вирішення проблеми економії азотних добрив під час вирощування сої в умовах зрошення. Аграрні інновації, (1), 11–16.
11. Міленко О. Г. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від сорту, норм висіву насіння та способів догляду за посівами. Таврійський науковий вісник, 2015. Випуск 91. С. 49–55.