

МІКРОДОБРИВО ЯК ФАКТОР ПРИСКОРЕННЯ ЗРОСТАННЯ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН НА ПОСІВАХ НОВИХ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

БОРОВИК В.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
<http://orcid.org/0000-0003-0705-2105>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
БІДНИНА І.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
<http://orcid.org/0000-0001-8351-2519>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
БІЛЯЄВА І.М. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
<http://orcid.org/0000-0003-0688-4209>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
ШКОДА О.А. – кандидат сільськогосподарських наук
<http://orcid.org/0000-0003-4939-0399>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Мінеральні добрива, що вносяться в ґрунт, не завжди здатні задовольнити потреби рослини в поживних речовинах. Зміна клімату, збільшення площ вирощування культур інтенсивного типу, дисбаланс заходів з підтримки родючості ґрунтів і складна екологічна ситуація знижують рівень засвоюваності елементів з ґрунту.

З метою сприяння збалансованого харчування рослин необхідне застосування таких добрив, які дали б змогу більш повно реалізувати потенційну продуктивність сучасних сортів сої інтенсивного типу за рахунок кращого забезпечення рослин у критичний період елементами мінерального живлення та сприяли підвищенню активності фотосинтезу і симбіотичної фіксації азоту, позитивному впливу на ґрунт [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До таких добрив належать мікроелементи, завдяки яким активізується робота біологічних катализаторів, а, отже, прискорюється зростання і розвиток рослини. Після обробки мікродобривами світло, вода і поживні речовини споживаються більш ефективно, завдяки чому підвищується врожайність культур, а також показники якості насіння [2–8].

Мікродобриво – джерело мікроелементів, які рослина не може отримати з ґрунту. Вони надходять до рослин шляхом листової обробки в період вегетації у хелатній формі. В результаті зберігається баланс мікро- і макроелементів в клітинах і тканинах – а це вагомий фактор для повноцінного росту, фотосинтезу, утворення білків і лігніну, регуляції окислювально-відновних процесів. Крім іншого, в рослині може виникнути процес антагонізму - протидії двох елементів. Наприклад, надлишок кальцію значно знижує надходження в тканини рослини бору, заліза, цинку, марганцю і міді, а мідь, в свою чергу, не дозволяє засвоюватися молібдену. За допомогою хелатних добрив можна регулювати баланс мікроелементів у клітинах рослин сільськогосподарської культури, управляти процесами, що відбуваються в тканинах. Мікродобрива вирішують питання нестачі поживних компонентів.

Недостатнє опрацювання цієї проблеми послужило предметом проведення подальших досліджень.

Мета статті: вивчити ефективність препарату нового покоління – мікродобрива 5-й Елемент на посівах сої різних груп стиглості.

Матеріали та методика досліджень. Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку, азотфіксації, формування насінневої продуктивності сої на поливних землях Південного Степу України.

Предмет вивчення – особливості формування насінневої продуктивності сортів сої різної групи стиглості за різних способів застосування мікродобрива 5 Елемент в умовах зрошення півдня України.

Досліди проводились впродовж 2018–2019 рр. в зоні південного Степу України. Визначення дії мікродобрива 5-й Елемент на ріст, розвиток, продуктивність рослин сої та на мікробіологічні процеси в ґрунті проводилось шляхом проведення двох факторного польового досліду: Фактор А – сорти сої Панна і Святогор; Фактор В – способи застосування мікродобрива 5-й Елемент: контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент, обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою, внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури, обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури. Дослід закладали в чотирихкратному повторенні. Площа ділянки – 21,6 м² (довжина – 12 м, ширина – 1,8 м).

Агротехніка вирощування сої загальноприйнята для умов зрошення півдня України. Попередник – пшениця озима. Основний обробіток ґрунту проводився на глибину 28–30 см. Навесні зроблено 2 боронування та 2 культивування. Під передпосівну культивування внесено аміачну селітру – 1 ц/га. Мікродобриво 5-й Елемент застосовували згідно схеми досліду. Сівбу проводили вкінці квітня на глибину 4–5 см сівалкою СКС-6-10, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягла 18,3°C. Після сівби до сходів внесено ґрунтовий гербіцид Екстра (4,5 л/га). Всього зроблено 6 поливів ДДА-100МА нормою 500 м³/га.

Під час вегетації сої проводили комплекс спостережень: зафіксовані дати настання повних сходів, масового цвітіння [9]. У фазу масового цвітіння за 9-ти бальною шкалою проведено облік ураження рослин грибними, бактеріальними та вірусними хворобами [10]. Густоту стояння рослин підраховували після сходів. У фазі цвітіння були проведені вимірювання висоти рослин і закладки нижніх бобів, визначена стійкість рослин до вилягання [11]. Відібрані зразки ґрунту та передані до лабораторії масових аналізів для визначення ефективності дії мікродобрива на мікробіологічні процеси у ґрунті. Проведено статистичний аналіз отриманих результатів досліджень [12].

Результати досліджень. Облік густоти стояння рослин у фазі другого трійчастого листочка свідчить про те, що застосування мікродобрива 5-й Елемент позитивно впливало на схожість рослин сої. Краща густина рослин спостерігалась у двох варіантах – при обробці мікродобривом лише насіння сої і сумісній обробці насіння та застосування препарату по вегетації культури, незалежно від сорту. Густина стояння рослин на цих ділянках складала 758 та 761 тис. шт./га і 536 та 552 тис. шт./га, відповідно. У той час як за внесення мікродобрива лише по вегетації густина стояння рослин сої сорту Панна становила 755 тис. шт./га, а Святогору – 525 тис. шт./га, що на 3–6 тис. шт./га, 11–27 тис. шт./га, відповідно, менше (табл. 1).

Пояснити це можна вмістом в мікродобриві сірчано-кислого цинку, який стимулює ріст кореневої системи. Серед низки заходів, що спрямовані на реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу, на особливу увагу заслуговує передпосівна підготовка до сівби. Встановлено, що у структурі витрат на вирощування сої частка посівного матеріалу становить 10–15 %, тому для одержання дружніх, рівномірних і здорових сходів із подальшою високою азотфіксуючою здатністю посівів насінню слід приділяти велику увагу, особливо його передпосівній підготовці [13; 14]. Важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями. Завдяки

азотфіксації, яка проходить у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значно або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення. Це дає можливість вирощувати сою взагалі без внесення або з мінімальними дозами азотних добрив, які дорогі і екологічно небезпечні [15]. Рослини сої як азотфіксатори збагачують ґрунт азотом. Вченими доведено, що за оптимальних умов симбіотичної азотфіксації, рослини можуть засвоювати до 150–190 кг/га біологічного азоту, що дає можливість поліпшити його баланс у ґрунтах сівозміни, зменшити обсяги використання мінерального азоту, суттєво підвищити врожайність та рентабельність [16].

За результатами вивчення ефективності 5-го Елементу встановлено, що застосування мікродобрива сприяло кращому проходженню процесу азотфіксації (фаза цвітіння).

У варіантах з обробкою насіння сої мікродобривом 5 Елемент та обробкою насіння сої + внесення мікродобрива по вегетації рослин (перед цвітінням) однією рослиною була накопичена маса бульбочок більша за контрольний варіант на 0,29–0,28 г у сорту Панна та на 0,30–0,32 г у сорту сої Святогор (рис. 1).

Кореляційний аналіз одержаних показників дозволив отримати рівняння залежності врожайності насіння скоростиглого сорту сої Панна та середньостиглого сорту сої Святогор від величини маси бульбочок на рослині, де коефіцієнти кореляції їх дорівнюють $r = 0,72$, $r = 0,87$, відповідно, що підтверджує тісний зв'язок між цими показниками. Отже, регулюванням формування бульбочок на рослині шляхом застосування мікродобрива 5 Елемент можна суттєво впливати на величину врожайності культури.

Згідно проведеного моделювання доведено, що врожайність насіння сої суттєво залежала від маси бульбочок на рослині ($r = 0,86$).

Останнім часом, одночасно з основними традиційними заходами підвищення продуктивності, дедалі

Таблиця 1 – Густина стояння рослин сої у фазі другого трійчастого листка та накопичення рослинами бульбочок залежно від застосування мікродобрива 5-й Елемент

Сорт, фактор А	Спосіб застосування мікродобрива 5-й Елемент, фактор В	Густина рослин, тис. шт./га	Бульбочок / рослині	
			кількість, штук	маса, г
Панна	Контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент	751	37	0,51
	Обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою	758	51	0,80
	Внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури	755	45	0,71
	Обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури	761	64	0,86
Святогор	Контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент	521	41	0,58
	Обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою	536	57	0,81
	Внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури	525	48	0,73
	Обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури	552	69	0,89
	НІР05	17		0,07

більшого значення набуває розвиток екологічного землеробства, зокрема використання мікродобрив, здатних інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво і зберегти родючість ґрунту. Мікроорганізми сприяють формуванню в ризосферній зоні доступних рослині поживних речовин та фізіологічно активних з'єднань, регулюючих метаболізм та взаємовідносини між рослинами та мікроорганізмами [17].

У наших дослідженнях застосування мікродобрива 5-й Елемент не пригнічувало діяльність мікроорганізмів у ґрунті. Максимальна їх активність проявлялась в середині вегетації сої у фазі цвітіння рослин незалежно від досліджуваного сорту (рис. 2).

Дані свідчать, що застосування мікродобрива позитивно впливало на накопичення мікроорганізмів,

що приймають участь у перетворенні азотних сполук у ґрунті у посівах сої сорту Панна.

Відмічено також позитивний вплив мікродобрива на формування висоти рослин та закладку нижнього бобу як у сорту сої Панна, так і Святогор. Так, висота рослин сої сорту Панна у варіантах із застосуванням мікродобрива знаходилась у межах 72,5–82,2 см, у сорту Святогор – 82,0–89,0 см, в контрольному 69,2–75,2 см. Перевищення над контролем складало 6,8–13,8 см, що пояснюється кращою схожістю рослин та більш збалансованим живленням їх у період вегетації (табл. 2).

Структурний аналіз рослин сої різних груп стиглості показав, що застосування мікродобрива 5-й Елемент покращило показники продуктивності (табл. 3).

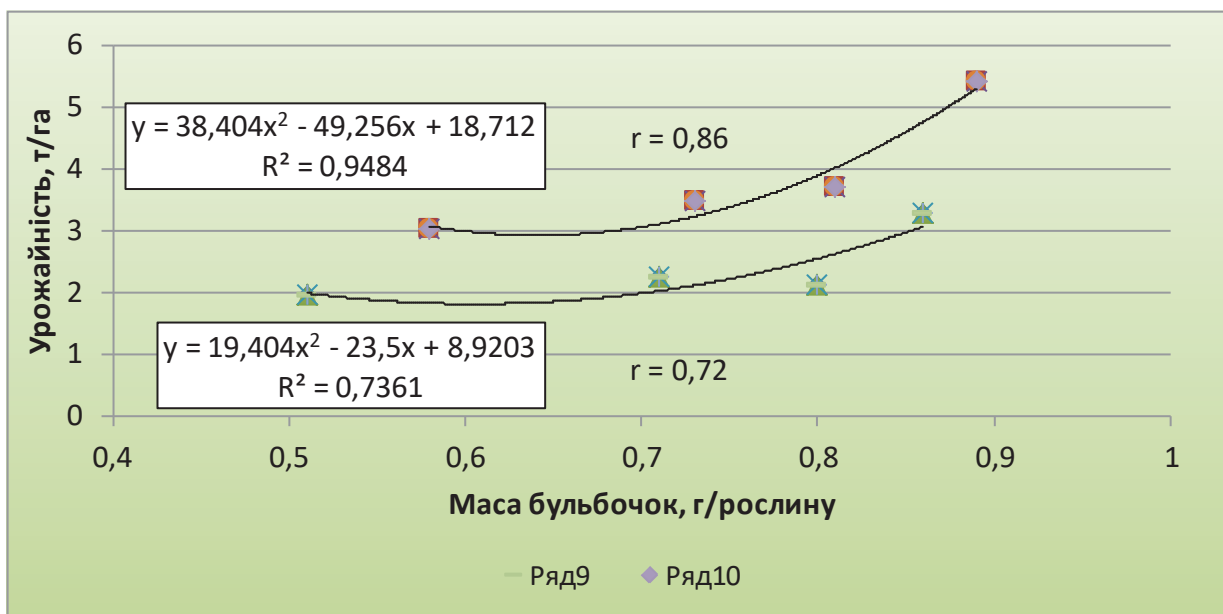


Рис. 1. Урожайність насіння скоростиглого сорту сої Панна та середньостиглого сорту сої Святогор залежно від маси бульбочок сформованої на рослині

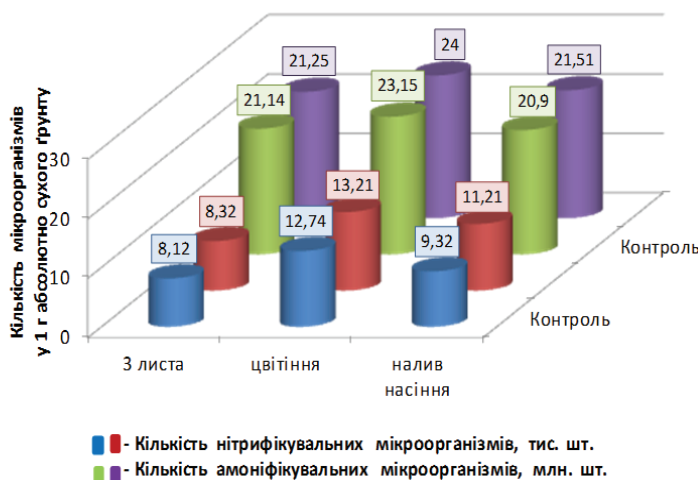


Рис. 2. Динаміка чисельності мікроорганізмів, що приймають участь у перетворенні азотних сполук у ґрунті у посівах сої сорту Панна

Таблиця 2 – Господарсько-цінні ознаки рослин сої залежно від застосування мікродобрива 5-й Елемент

Сорт, фактор А	Спосіб застосування мікродобрива 5-й Елемент, фактор В	Висота, см		Стійкість до найбільш поширених хвороб, бал			Стійкість, бал	
		рослин	Прикріплення нижнього бобу	Бактеріального опіку	пероноспорозу	Вірусної мозаїки	посухи	вилгання
Панна	Контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент	69,2	11,8	8	8	9	9	9
	Обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою	72,5	12,3	9	9	9	9	9
	Внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури	72,1	12,0	9	9	9	9	9
	Обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури.	82,2	12,8	9	9	9	9	9
Святогор	Контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент	75,2	12,7	8	8	9	8	9
	Обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою	82,0	13,5	8	9	9	9	9
	Внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури	81,8	14,0	8	9	9	9	9
	Обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури.	89,0	14,2	9	9	9	9	9

Таблиця 3 – Структура врожаю рослин сої різних груп стиглості залежно від способу застосування мікродобрива 5-й Елемент

Сорт, фактор А	Спосіб застосування мікродобрива 5-й Елемент, фактор В	Кількість пагонів/рослини, шт.	Кількість/рослині, шт.		Маса, г		Урожайність, т/га
			бобів	насінин	насінин/рослині	1000 насінин	
Панна	Контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент	2,4	20,4	41,1	2,4	150,2	1,95
	Обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою	2,8	24,9	45,0	2,8	152,4	2,12
	Внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури	2,6	24,0	42,3	3,0	156,2	2,26
	Обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури	3,0	29,6	54,2	4,3	158,1	3,27
Святогор	Контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент	3,8	33,8	51,1	4,8	177	3,02
	Обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою	4,4	39,0	55,0	6,9	179	3,70
	Внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури	4,7	41,1	52,3	6,6	178	3,46
	Обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури	4,9	46,7	74,2	9,8	180	5,41
	НІР05			18,3	2,8		1,62

Велике значення для технологічності сорту має висота прикріплення нижнього бобу. Як видно з таблиці 3, дія препарату на цей показник була очевидною: на контрольному варіанті у скоростиглого сорту сої Панна він становив 11,8 см, на ділянках із застосуванням мікродобрива – 12,3–12,8 см; у середньостиглого сорту сої Святогор на контролі висота прикріплення нижнього бобу складала 12,7 см, при застосуванні мікродобрива – 13,5–14,2 см.

Причому виділився варіант, де було сумісне застосування 5-го Елементу - обробка насіння перед сівбою + по вегетації культури. Прикріплення нижнього бобу на рослині у цьому варіанті знаходилось на рівні 14,2 см від поверхні ґрунту. Стійкість до хвороб у рослин із внесенням мікродобрива 5-й Елемент за варіантами виявилась дещо вищою, ніж на контролі. Не уразивими до хвороб, незалежно від сорту, виявились рослини сої у варіантах із застосуванням мікродобрива в якості обробки насіння + по вегетації культури.

Препарат забезпечує антистресовий вплив, оскільки стійкими до посухи (9 балів) та вилягання (9 балів) виявились рослини на всіх варіантах досліду, де його застосовували.

Мікродобриво впливало на Індивідуальну продуктивність рослин, яка є комплексним показником, що залежить від кількості бобів на одній рослині, середньої кількості насінин у них, маси насіння з однієї рослини та маси 1000 штук насінин. Хоча між елементами структури врожаю існує тісний взаємозв'язок, збільшення одного з них не завжди забезпечує приріст урожаю насіння. Науковці доводять, що лише оптимальне співвідношення всіх компонентів структури врожаю на фоні раціонального співвідношення агротехнічних прийомів забезпечує високу продуктивність рослин сої [18].

Дані таблиці свідчать, що на удобрених варіантах рослини сої як скоростиглого сорту Панни, так і середньостиглого сорту Святогор мали більше на рослині: пагонів (на 0,4–0,6 штук та 0,6–1,1 штук), бобів (на 4,0–9,5 шт. та 5,2–12,9 шт.), кількості насінин (на 1,2–3,1 штук та 8,8–23,1 штук) та їх масу (0,3–1,6 г та 0,3–3,6 г), відповідно, у порівнянні з контролем. Також відрізнялись ділянки, де використовували мікродобриво, за більшою масою 1000 насінин. Проте достовірно більші показники структури врожаю, такі як кількість з рослини насінин та їх маса отримані у варіантах з обробкою насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури. Максимальна кількість насіння сої сорту Панна на цій ділянці склала 54,2 штуки з рослини, Святогору – 74,2 штук, маса насіння – 4,8 г та 9,8 г, відповідно. Отже, дослідженнями доведено, що в умовах південного Степу України максимальні показники насінневої продуктивності сортів сої Панна та Святогор отримані у варіанті, де застосовували обробку насіння сої мікродобривом перед сівбою + внесення препарату по вегетації культури.

Формування врожайності насіння сої на 75 % залежало від сорту. Частка впливу мікродобрива склала 16 %, найменший вплив мала взаємодія факторів, яка знаходилась на рівні 5,7 %.

Слід зауважити, що використання мікродобрив при вирощуванні насіння сої є економічно виправдане і вигідне,

оскільки вартість одержаних приростів насіння сої набагато перевищує вартість препарату і витрати на обробки, особливо коли мікродобрива застосовують одночасно з протруюванням насіння або обприскуванням рослин гербіцидами. Тому, за передчасними висновками, мікродобриво 5-й Елемент має стати важливим елементом сучасних технологій вирощування високоякісного насіння сої.

Висновки. Обробка насіння сої мікродобривом 5 Елемент незалежно від групи стиглості сорту прискорювала схожість рослин сої. Застосування мікродобрива сприяло кращому проходженню процесу азотфіксації. У варіантах з лише обробкою насіння сої мікродобривом та обробкою насіння сої + внесення мікродобрива по вегетації рослин (перед цвітінням) було накопичено однієї рослиною сої більша маса бульбочок – у сорту Панна на 0,29–0,28 г та в сорту сої Святогор на 0,30–0,32 г, ніж на контрольному варіанті, відповідно. Мікродобриво не пригнічувало дію мікроорганізмів у ґрунті, максимальна їх активність проявлялась в середині вегетації сої. Виявлена позитивна дія препарату на формування висоти рослин та закладки нижнього бобу, стійкість рослин до хвороб. Кращі показники структури врожаю сформовані рослинами сої як сорту Панна, так і Святогор у варіанті з обробкою насіння сої + внесення мікродобрива по вегетації рослин. Під час застосування мікродобрива 5-й Елемент отримано максимальний врожай насіння сої сортів Панна (3,27 т/га) та Святогор (5,41 т/га) у варіанті з обробкою насіння сої + внесення мікродобрива по вегетації рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кабачний В., Чуворін О., Цехмейструк М. Мікродобриво на посівах ячменю ярого. *Агрономія сьогодні*. 2011. Травень. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/135-mikrodobryvo-na-posivakh-iachmeniu-iaroho.html>. (дата звернення 12.03.2020).
2. Присяжнюк О., Топчій О. Формування елементів структури врожайності сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрив і регуляторів росту. *Наук. праці. Інст. біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 72-78.
3. Буряк Ю., Чернобаб О., Огурцов Ю., Клименко І.. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів озимої пшениці та ячменю ярого. 2015. ISSN 0582-5075. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 45-54.
4. Barbosa J.M., Alves Rezende C.F., Wilson Mozena Leandro W.M., Rafael Felipe Ratke R. F. Effects of micronutrients application on soybean yield. *Australian Journal of Crop Science*. 2016. 10(8):1092-1097. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.08.p7367.
5. Juliano Magalhães Barbosa, Cláudia Fabiana Alves Rezende, Wilson Mozena Leandro, Rafael Felipe Ratke, Rilner Alves Flores, Átila Reis da Silva. Effects of micronutrients application on soybean yield. *AJCS*. 2016. 10(8):1092-1097. ISSN 1835-2707. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.08.p7367.
6. Suryantini and Henny Kuntastuti. Effekt of nitrogen fertilization on soybean production under two cropping patterns. *Indonesian Legume and Tuber Crops Institute (ILETRI)*. 2015. July 05. DOI: 10.18006/2015.3(3).316.323.

7. Munthali M., Nalivata P., Makumba W., Mbewe E., Manase H., Oduor G., Macharia M., Kayuki K. Optimizing Nutrient Use Efficiency and Returns from Soybean Production under Smallholders in Three AgroEcologies of Malawi. *Agricultural Sciences*. 2017. № 8. P. 801-815. <https://doi.org/10.4236/as.2017.88059>.
8. Fuqiang Yang, Xinpeng Xu, Wei Wang, Jinchuan Ma, Dan Wei, Ping He, Mirasol F. Pampolino, Adrian M. Johnston. Estimating nutrient uptake requirements for soybean using QUEFTS model in China. 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177509>.
9. Кобизєва Л.Н., Рябчун В.К., Безугла О.М. Широкий уніфікований класифікатор. Харків, 2004. 38 с.
10. Кириченко В.В., Кобизєва Л. Н., Петренкова В.П., Рябчун В. К. Ідентифікація ознак зернобобових культур. Харків, 2009. 174 с.
11. Петренкова В.П. Насіннєва інфекція. Харків, 2004. 54 с.
12. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. За ред. Вожегової Р.А. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 286 с.
13. Дерев'янський В.П. Соя. Київ : Укр. ИНТЭИ, 1994. 216 с.
14. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 67. С. 45–50.
15. Новицкая Н.В., Джемесюк А.В. Урожайность сои в зависимости от элементов технологии на черноземах типичных Лесостепи Украины [Електронний ресурс]. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 5 (127). С. 11–16. Режим доступа: <http://www.asau.ru/files/vestnik/2015/5/011-016.pdf>. (дата звернення 10.03.2020).
16. Новицька Н.В., Холодченко Р. М. Ріст і розвиток сої під впливом наноматеріалів [Електронний ресурс]: *Матеріали Междунар. науч.-практ. Интернетконференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании»*, 2010. Режим доступа: www.sworld.com.ua. (дата звернення 12.03.2020).
17. Ретьман С.В., Шевчук О.В. Протруюємо насіння. *Насінництво*. 2006. № 3. С. 23.
18. Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І., Петриченко Н.М. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*, 2003. № 10 (специвипуск). С. 15–19.
1. Kabachnij, V., Chuvurin, O., & Sehmejstruk, M. (2011). Mikrodobryvo na posivah yachmenyu yarogo. [Microfertilizer on spring barley crops]. *Agronomiya sьогодni – Agronomy today*. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/135-mikrodobryvo-na-posivakh-iachmeniu-iaroho.html> [in Ukrainian].
2. Prisyazhnyuk, O.I., & Topchij, O.V. (2017). Formuvannya elementiv strukturi vrozhajnosti sochevici zalezno vid strokiv sivbi, mikrodobriv i regulyatoriv rostu. [Formation of elements of structure of yield of lentils depending on terms of sowing, microfertilizers and growth regulators]. *Nauk. praci. Inst. bioenergetichnih kultur i cukrovih buryakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets*, 25, 72-78 [in Ukrainian].
3. Buryak, Yu.I., Chernobab, O.V., Ogurcov, Yu.Ye., & Klimenko, I.I. (2015). Efektivnist zastosuvannya regulyatoriv rostu i mikrodobryva v procesi rozmnozheniya nasinnya sortiv ozimoyi pshenici ta yachmenyu yarogo. [The effectiveness of growth regulators and microfertilizers in the process of seed propagation of winter wheat and spring barley]. *Selekciya i nasinnictvo - Breeding and seed production*, 107, 45-54 [in Ukrainian].
4. Barbosa, J.M., Alves Rezende, C.F., Wilson Mozena, Leandro W.M., & Rafael Felipe Ratke, R.F. (2016). Effects of micronutrients application on soybean yield. *Australian Journal of Crop Science*. 10(8):1092-1097. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.08.p7367 [in English].
5. Juliano Magalhães Barbosa¹, Cláudia Fabiana Alves Rezende, Wilson Mozena Leandro, Rafael Felipe Ratke, Rilner Alves Flores, & Átila Reis da Silva. (2016). Effects of micronutrients application on soybean yield. *AJCS 10(8):1092-1097* DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.08 [in English].
6. Suryantini, & Henny, Kuntastuti. (2015). Effekt of nitrogen fertilization on soybean production under two cropping patterns. Indonesian Legume and Tuber Crops Institute (ILETRI). July 05. DOI: 10.18006/2015.3(3).316.323 [in English].
7. Munthali, M., Nalivata, P., Makumba, W., Mbewe, E., Manase, H., Oduor, G., Macharia, M., & Kayuki, K. (2017). Optimizing Nutrient Use Efficiency and Returns from Soybean Production under Smallholders in Three AgroEcologies of Malawi. *Agricultural Sciences*. 8. 801-815. <https://doi.org/10.4236/as.2017.88059> [in English].
8. Fuqiang Yang, Xinpeng Xu, Wei Wang, Jinchuan Ma, Dan Wei, Ping He, Mirasol F. Pampolino, & Adrian M. Johnston. (2017). Estimating nutrient uptake requirements for soybean using QUEFTS model in China. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177509> [in English].
9. Kobizyeva, L.N., Ryabchun, V.K., & Bezugla, O.M. (2004). *Shirokij unifikovaniy klasifikator [Wide unified classifier]*. Harkiv, 38 [in Ukrainian].
10. Kirichenko, V.V., Kobizyeva, L.N., Petrenkova, V.P., & Ryabchun, V.K. (2009). *Identifikaciya oznak zernobobovih kultur. [Identification of signs of legumes]*. Harkiv, 174 [in Ukrainian].
11. Petrenkova, V.P. (2004). *Nasinnnyeva infekciya. [Seed infection]*. Harkiv, 54 [in Ukrainian].
12. Vozhegova, R.A. (2014). *Metodika polovih i laboratornih doslidzhen na zroshuvanih zemlyah [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Herson : Grin D.S., 286 [in Ukrainian].
13. Derev'yanskij, V.P. (1994). *Soya. [Soy]*. Kyiv : Ukr. INTEI, 216 [in Ukrainian].
14. Kaminskij, V.F., & Mosondz, N.P. (2010). Formuvannya produktivnosti soyi zalezno vid agrotehnicnih zahodiv v umovah pivnichnogo Lisostepu Ukrayini. [Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in the conditions of the northern Forest-steppe of Ukraine]. *Kormi i kormovirobnictvo - Feed and feed production*, 67, 45–50 [in Ukrainian].
15. Novickaya, N.V., & Dzemesyuk, A.V. (2015). Urozhajnost soi v zavisimosti ot elementov tehnologii na chernozemah tipichnyh Lesostepi Ukrainy [Elektronnij resurs]. [Soybean yield depending on technology elements on chernozems typical of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of Altai State Agrarian University*,

5 (127), 11–16. Access mode: <http://www.asau.ru/files/vestnik/2015/5/011-016.pdf> [in Russian].

16. Novicka, N.V., & Holodchenko, R.M. (2010). Rist i rozvitok soyi pid vplivom nanomaterialiv [Growth and development of soybeans under the influence of nanomaterials]. *Sovremennye problemy i puti ih resheniya v nauke, transporte, proizvodstve i obrazovanii – Modern problems and ways to solve them in science, transport, production and education*. Elektronnij resurs. Access mode: www.sworld.com.ua [in Ukrainian].

17. Retman, S.V., & Shevchuk, O.V. (2006). Protruyuyemo nasinnya. [We treat the seeds]. *Nasinnictvo – Seed production*, 3, 23 [in Ukrainian].

18. Petrichenko, V.F., Babich, A.O., Kolisnik, S.I., & Petrichenko, N.M. (2003). Naukovi osnovi suchasnih tehnologij viroshuvannya visokobilkovih kultur. [Scientific bases of modern technologies of growing high-protein crops]. *Visnik agrarnoyi nauki – Bulletin of Agricultural Science*, 10, 15–19 [in Ukrainian].

Боровик В.О., Біднина І.О., Біляєва І.М., Шкода О.А. Мікродобриво як фактор прискорення зростання та розвитку рослин на посівах нових сортів сої в умовах зрошення

Мета: вивчити ефективність препарату нового покоління – мікродобрива 5-й Елемент на посівах сої різних груп стиглості. **Методи досліджень:** польовий, лабораторний, статистичний. **Результати досліджень** показують, що застосування мікродобрива 5-й Елемент позитивно впливало на схожість рослин сої та проходженню процесу азотфіксації. У варіантах з обробкою насіння сої мікродобривом 5 Елемент і обробка насіння сої + внесення мікродобрива по вегетації рослин (перед цвітінням) була накопичена одним рослиною велика маса бульбочок на 0,29–0,28 г у сорту Панна і на 0,30–0,32 г у сорту сої Святогор ніж, відповідно, на контрольному варіанті. Мікродобриво 5-й Елемент не пригнічувала діяльність мікроорганізмів у ґрунті. Відзначено, що рослини обох сортів сої на удобреному фоні були вище і мали високу прикріплення нижнього бобу. Кращі показники структури врожаю сформовані рослинами сої у варіанті з обробкою насіння + внесення мікродобрив по вегетації рослин. При застосуванні мікродобрива 5-й Елемент отри-

мано максимальний урожай насіння сої сортів Панна 3,27 т / га і Святогор 5,41 т / га у варіанті з обробкою насіння сої + внесення мікродобрив по вегетації рослин. **Висновки.** Застосування мікродобрива сприяло кращому проходженню процесу азотфіксації, не пригнічувала дію мікроорганізмів у ґрунті, надавало позитивну дію препарату на формування висоти рослин і закладки нижнього бобу, стійкість рослин до хвороб.

Ключові слова: соя, густина стояння рослин, мікродобриво, врожайність.

Borovik V.O., Bidnina I.O., Belyaeva I.N., Shkoda E.A. Microfertilizer as a factor in accelerating the growth and development of plants on crops of new soybean varieties under irrigation

Purpose: to study the effectiveness of a new generation of the drug – microfertilizers of the 5th Element on soybean crops of various ripeness groups. **Research methods:** field, laboratory, statistical. **The research results** show that the use of microfertilizer of the 5th Element had a positive effect on the germination of soy plants and the passage of the nitrogen fixation process. In the variants with soybean seed treatment with micronutrient fertilizer 5 Element and soybean seed treatment + micronutrient fertilizer application during plant vegetation (before flowering) a large mass of nodules was accumulated by one plant by 0,29–0,28 g in the Panna variety and by 0,30–0,32 g in the Svyatogor soybean variety than, respectively, in the control variant. Micronutrient Fifth Element did not inhibit the activity of microorganisms in the soil. It was noted that plants of both soybean varieties on a fertilized background were higher and had high attachment of the lower bean. The best indicators of the structure of the crop are formed by soybean plants in the variant with seed treatment + the introduction of micronutrients for plant vegetation. When applying microfertilizer 5 Element, the maximum yield of soybean seeds of Panna varieties 3,27 t/ha and Svyatogor 5,41 t/ha in the variant with soybean seed treatment + application of micronutrient fertilizers during plant vegetation was obtained. **Findings.** The use of microfertilizers contributed to a better passage of the nitrogen fixation process, did not suppress the action of microorganisms in the soil, had a positive effect on the formation of plant heights and laying of the lower bean, and plant resistance to diseases.

Key words: soybean, plant density, micronutrient 5th Element, productivity.