

УДК [577.121:581.48]:[633.34:581.43]

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.4>

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА ФОРМУВАННЯ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ

ГАВІЙ В.М. – кандидат біологічних наук, доцент*orcid.org/0000-0002-2604-0456*

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

КОЗЮЧКО-ГОЛОВАЧ А.Г. – доктор філософії за спеціальністю 091 – Біологія*orcid.org/0000-0001-5703-0292*

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Постановка проблеми. Отримання високих врожаїв зернобобових культур є одним із найважливіших завдань рослинництва у забезпеченні продовольчої безпеки країни, регіону і світу в цілому. Для України характерні унікальні можливості для розвитку сільськогосподарського виробництва за рахунок вирощування зернобобових культур, серед яких чинне місце посідає соя. Посівні площі сої в Україні почали стрімко зростати починаючи із середини минулого десятиріччя. На сьогодні соя належить до найрентабельніших сільськогосподарських культур [1, 2]. Для забезпечення зростаючого попиту на соєву продукцію, постає питання про необхідність підвищення рівня її врожайності на основі застосування ефективних регуляторів росту, без використання яких неможливе у сучасних умовах виробництва продукції рослинництва. Використання регуляторів росту забезпечує стійкість рослин проти хвороб та шкідників, збільшує показники урожайності, зменшує вміст пестицидів, нітратів та важких металів у тканинах рослин, значно понижуює втрати врожаю при збиранні та зберіганні продукції [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя залишається провідною культурою серед зернобобових у світі завдяки високому вмісту рослинного білка та олії. Її перевага перед іншими зернобобовими полягає у вмісті білка (38–42 %) з високою біологічною цінністю, що ставить її на перше місце серед білків інших сільськогосподарських культур. Крім того, у її насінні міститься 18–23 % жиру, 25–30 % вуглеводів, а також ферменти, вітаміни та мінерали. Завдяки цьому сою широко використовують у харчовій промисловості, медицині та виробництві промислових товарів [4, 5]. Попит на сою та її продукти невідносно зростає. Щоб задовольнити потреби людства, необхідно розширювати селекційні дослідження для створення нових високоврожайних сортів. Окрім того, варто вдосконалювати технології вирощування сої, застосовуючи сучасні безпечні регулятори росту [6].

Попередні експериментальні дослідження показали ефективний вплив синтетичних сполук, зокрема антрапілової, параамінобензойної кислот та їх похідних на показники росту кореневої системи та продуктивність сої сорту Горизонт [7, 8] та вивчено дію біопрепаратів Агат-25К і Фітоспорин-М на окремі фізіологічні показники зазначеного вище сорту [9]. Наразі віддається перевага препаратам, що приймають безпосередню участь у метаболізмі живих організмів. Адже, якість

продукції сої залежить від сукупного поєднання погодно-кліматичних умов, ґрунтових факторів та технології вирощування. Тому, перспективними регуляторами росту у цьому напрямі можуть бути метаболічно активні речовини.

Мета роботи – дослідження впливу передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайність сої.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили на території навчально-дослідної агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Перед посівом здійснювали підготовку ґрунту: культивуацію, розмітку ділянок, поділ на варіанти та повторності, а також обробку насіння досліджуваними речовинами.

Досліди закладали за схемою:

1. Контроль (насіння сої, оброблене дистильованою водою).

2. Насіння сої, оброблене розчином комбінації речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + убіхінон-10 (0,001 %).

3. Насіння сої, оброблене розчином комбінації речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001 %) + метіонін (0,001 %) + $MgSO_4$ (0,001 %).

4. Насіння сої, оброблене розчином комбінації речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001 %) + метіонін (0,001 %).

Ефективність дії цих комбінацій порівнювали з дією стимулятора росту Вимпел.

Посів здійснювали широкорядним способом (ширина міжрядь – 45 см). Ґрунт дослідного поля представлений чорноземом опідзоленим, малогумусним; що за профілем характеризується відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу зі достатнім вмістом елементів живлення в гумусовому горизонті. Потреби у внесенні мінеральних добрив не було.

Загальна площа посівної ділянки – 108 м². Повторність досліду – трьохразова. Дослідження проводилися протягом 2019–2021 років.

Для дослідження використовували насіння сої сорту Аннушка. Для цього сорту характерна ультрастиглість, стійкість проти вилягання, висока польова стійкість до хвороб [10].

Вивчення фізіологічних показників формування кореневої системи здійснювалося на таких фазах онтогенезу сої: 1–3 трійчастих листків, цвітіння, дозрівання плодів.

Дослідження проводили згідно методики польових дослідів [11]. Статистичну обробку отриманого

матеріалу проводили за допомогою методів математичної статистики з використанням пакету «Аналіз даних» програмного забезпечення MS Office Excel – 2010. Для оцінки статистичної достовірності відмінностей використовували критерій Стюдента.

Результати досліджень. Коренева система сої відіграє ключову роль у поглинанні поживних речовин, дозволяючи рослинам засвоювати елементи живлення навіть у важкодоступних формах [12].

Однією з ключових властивостей кореневої системи є її адсорбційна поверхня, що забезпечує засвоєння поживних речовин із ґрунту. Ця здатність значно посилюється завдяки утворенню корневих волосків [12].

У ході досліджень було вивчено вплив комбінацій метаболічно активних речовин на розвиток кореневої системи сої, зокрема на показники ризогенезу та лінійний ріст бічних коренів.

Встановлено, що застосування комбінацій метаболічно активних речовин сприяє збільшенню кількості та довжини бічних коренів сої протягом усього періоду вегетації.

З'ясовано, що найменша кількість бічних коренів у рослинах сої сформувалася в контрольному варіанті. Застосування комбінації вітамін Е+убіхінон-10 сприяло максимальному утворенню бічних коренів упродовж усього періоду досліджень. У фазі 1–3 трійчастих листків використання цієї комбінації забезпечило утворення в середньому 14,2 бічних коренів, що на 99,16 % перевищувало показники контролю відповідно (табл. 1).

На фазі цвітіння передпосівна обробка насіння вітаміном Е разом із убіхіноном-10 також сприяла покращенню формування кореневої системи. Трирічні

дослідження засвідчили, що на головному корені рослин цього варіанту сформувалося в середньому 18,95 бічних коренів, що перевищувало значення контрольного варіанту на 70,11 %, а показники регулятора росту Вимпел – на 11,76 % (табл. 1).

Обробка насіння комбінацією вітамін Е+убіхінон-10 ефективно впливала на формування бічних коренів на всіх фазах онтогенезу сої. Так, у фазі дозрівання плодів кількість бічних коренів у рослин, вирощених із насіння, обробленого зазначеною комбінацією, становила 25,29 шт., що на 39,80 % перевищувало контрольний варіант.

Стимулюючий ефект щодо утворення бічних коренів на головному корені також спостерігався при використанні комбінацій вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ та вітамін Е + метіонін + ПОБК. Ці композиції позитивно впливали на формування бічних коренів у фазах 1–3 трійчастих листків та цвітіння (табл. 1).

Результати трирічних досліджень показали, що застосування зазначених комбінацій у фазі 1–3 трійчастих листків сприяло збільшенню кількості бічних коренів на 71,69 % і 62,69 % відповідно порівняно з контрольним варіантом. У фазі цвітіння застосування комбінацій вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ та вітамін Е + метіонін + ПОБК забезпечило перевищення контрольних показників на 54,58 % та 43,45 % відповідно. Важливо зазначити, що ефективність комбінації вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ простежувалася протягом усього періоду онтогенезу сої, а її показники були наближені до результатів застосування регулятора росту Вимпел (табл. 1).

Однією з найунікальніших властивостей сої є її здатність до симбіозу з азотфіксуючими бульбочковими

Таблиця 1

Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи сої сорту Аннушка (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант	Кількість бічних коренів		Лінійний ріст бічних коренів	
	шт.	% до контролю	см	% до контролю
Фаза 1-3 трійчастих листків				
Контроль	7,13±0,72	100,00	2,70±0,35	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	14,20±0,72*	199,16	4,60±0,5*	170,37
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	12,20±0,62*	171,11	3,60±0,45*	133,33
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	11,60±0,51*	162,69	3,20±0,4	118,52
Вимпел	14,10±0,64*	197,75	4,06±0,48*	150,37
Фаза цвітіння				
Контроль	11,14±0,52	100,00	9,69±0,52	100
Вітамін Е + убіхінон-10	18,95±0,51*	170,11	14,16±0,51*	146,13
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	17,22±0,70*	154,58	13,96±0,72*	144,06
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	15,98±0,71*	143,45	5,74±0,71	59,24
Вимпел	17,64±0,71*	158,35	13,73±0,71*	141,69
Фаза дозрівання плодів				
Контроль	18,09±0,65	100,00	12,62±1,26	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	25,29±0,76*	139,80	17,66±1,37*	139,93
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	20,44±0,65*	124,05	16,64±1,15*	131,64
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	19,7±0,50*	108,89	13,31±1,07	105,46
Вимпел	23,6±0,53*	130,46	16,51±1,03*	130,82

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем ($p < 0,05$)

бактеріями, що дозволяє їй засвоювати азот із повітря, вводячи в біологічний кругообіг значні його обсяги [13]. За сприятливих умов соя може фіксувати до 180 кг/га і більше атмосферного азоту, який, на відміну від азоту мінеральних добрив, не забруднює довкілля та краще засвоюється іншими культурами. Завдяки цій здатності соя є цінним попередником для наступних культур у сівозміні [14]. Дослідження, проведені науковцями Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, підтвердили, що ефективність симбіотичних процесів зростає зі збільшенням кількості бічних коренів [12].

Дослідження кореневої системи сої сорту Аннушка показало, що передпосівна обробка насіння метаболічно активними сполуками впливала на лінійний ріст бічних коренів (табл. 1). У фазі 1–3 трійчастих листків середня довжина бічних коренів становила 2,70 см. Передпосівна обробка насіння сої комбінацією вітамінів Е + убіхінон-10 сприяла збільшенню цього показника до 4,60 см, що перевищувало контрольні значення на 70,37 %, а показники Вимпелу – на 20 % відповідно. Використання комбінації вітамінів Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ дозволило збільшити довжину бічних коренів на 33,33 % у порівнянні з показниками контролю (табл. 1).

У фазі цвітіння відзначено подальше зростання довжини бічних коренів під впливом передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами. Найвищу ефективність у порівнянні з іншими варіантами досліджу показали комбінації вітамінів Е + убіхінон-10 та вітамінів Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$, які сприяли збільшенню лінійного росту коренів на 4,27 та 4,47 см, що перевищувало контрольні показники на 46,13 % і 44,06 % відповідно (табл. 1).

З'ясовано, що у фазі дозрівання плодів сої найдовші бічні корені мали рослини, насіння яких перед посівом було оброблене комбінаціями вітамінів Е + убіхінон-10 та вітамінів Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$. Варто зазначити, що ці комбінації мали вищу ефективність у порівнянні з регулятором росту Вимпел.

Такий вплив досліджуваних речовин обумовлений тим, що вітамін Е і убіхінон-10 беруть участь у біоенергетичних процесах, а ПОБК – це природна фенольна сполука, яка має антиоксидантні та прооксидантні властивості, індукуює альтернативну оксидазу та регулює активність антиоксидантних ферментів. Крім того, ПОБК виконує функцію сигнальних молекул, що активують захисні реакції рослин, підвищуючи їхню стійкість до несприятливих факторів середовища. Магній сульфат, у свою чергу, відіграє важливу роль у метаболічних процесах клітин: магній входить до складу ферментів, що беруть участь у синтезі білків, а сульфур є складовою амінокислот (метіоніну, цистину, цистеїну), вітамінів (тіаміну, біотину) та ферментів (дегідрогеназ тощо). Таким чином, ці комбінації метаболічно активних речовин за певних умов може виконувати функцію стимулятора росту або активатора захисних механізмів рослин.

Рослини сої здатні вступати в симбіоз із бульбочковими бактеріями, які фіксують молекулярний азот з повітря, трансформуючи його в амонійну форму, що є доступною для рослин в обмін на продукти

фотосинтезу. Формування симбіотичного апарату залежить від умов вирощування та агротехнічних прийомів, тому було досліджено вплив передпосівної обробки насіння на формування симбіотичного апарату рослин сої сорту Аннушка.

Передпосівна обробка насіння вітаміном Е у поєднанні з убіхіноном-10 забезпечила найвищу ефективність серед усіх досліджених комбінацій протягом усього періоду досліджень. У фазі 1–3 трійчастих листків кількість бульбочок на бічних коренях сої перевищувала контрольний показник на 98,86 %. У фазах цвітіння та дозрівання плодів ця комбінація також мала позитивний вплив, сприяючи збільшенню кількості бульбочок на 52,07 % та 55,12 % відповідно до контрольних значень (табл. 2).

Високу ефективність щодо стимуляції формування бульбочок на бічних коренях сої показала також, комбінація вітамінів Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$. Передпосівна обробка насіння цією комбінацією у фазі 1–3 трійчастих листків сприяла утворенню в середньому 4,6 бульбочок на бічних коренях, що перевищувало контрольні значення на 74,90 % відповідно. У фазах цвітіння та дозрівання ця комбінація сприяла збільшенню кількості бульбочок на бічних коренях сої на 23,64 % та 35,43 % порівняно з показниками контролю відповідно.

Одним із важливих факторів формування високої врожайності сої є система мінерального живлення, оскільки ця культура дуже чутлива до дії добрив та регуляторів росту. Високий урожай можливий лише за умови оптимального забезпечення рослин поживними речовинами [1,3].

Максимальна врожайність сої була отримана за передпосівної обробки насіння комбінацією вітамінів Е + убіхінон-10 і становила 3,2 т/га, що перевищувало контрольні показники на 36,75 % і показники варіанту з Вимпелом на 2,57 %. Використання комбінації вітамінів Е + ПОБК + метіонін + $MgSO_4$ підвищило врожайність на 14,10 % порівняно з показниками контролю (табл. 3).

Отримані результати свідчать, що передпосівна обробка насіння комбінаціями вітамінів Е + убіхінон-10 та вітамінів Е + ПОБК + метіонін + $MgSO_4$ забезпечила високу врожайність сої. Зважаючи на їхню ефективність, ці комбінації метаболічно активних речовин можна рекомендувати для використання в агропромисловому секторі для передпосівної обробки насіння зернобобових культур.

Висновки. Передпосівна обробка насіння комбінаціями вітамінів Е+убіхінон-10 та вітамінів Е+ метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ сприяла активному розвитку кореневої системи та формуванню більшої кількості бульбочок на бічних коренях на всіх досліджуваних фазах онтогенезу сої. Розвиток потужної кореневої системи сприяв підвищенню врожайності сої. Найвищу врожайність отримано після передпосівної обробки насіння сої комбінацією вітамінів Е + убіхінон-10. Комбінації метаболічно активних сполук, як вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ можуть бути перспективними регуляторами росту та можуть бути рекомендовані як ефективні біостимулятори для підвищення продуктивності сої та інших зернобобових культур.

Таблиця 2

Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на кількість азотофіксуючих бульбочок на бічних коренях сої сорту Аннушка (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант	Кількість азотофіксуючих бульбочок на бічних коренях	
	шт.	% до контролю
Фаза 1-3 трійчастих листків		
Контроль	2,63±0,3	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	5,2±0,48*	198,86
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + MgSO ₄	4,60±0,43*	174,90
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	4,10±0,39*	155,89
Вимпел	6,03±0,57*	229,27
Фаза цвітіння		
Контроль	10,83±1,15	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	16,47±1,25*	152,07
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + MgSO ₄	13,39±1,17*	123,64
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	11,46±1,07	105,82
Вимпел	14,0±1,31*	129,27
Фаза дозрівання плодів		
Контроль	12,70±1,06	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	19,70±1,3*	155,12
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + MgSO ₄	17,20±1,1*	135,43
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	13,90±1,12*	109,45
Вимпел	23,39±1,0*	184,17

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

Таблиця 3

Вплив комбінацій метаболічно активних речовин на урожайність сої сорту Аннушка, т/га

Варіант досліджу	Рік проведення дослідів			Середнє
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	
Контроль	1,88±0,34	2,76±0,23	2,38±0,21	2,34±0,27
Вітамін Е + убіхінон-10	2,37±0,32*	3,55±0,32*	3,68±0,29*	3,2±0,34*
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + MgSO ₄	2,07±0,27*	3,04±0,21*	2,91±0,31*	2,67±0,24*
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	1,46±0,34	2,38±0,37	2,20±0,20	2,02±0,27
Вимпел	2,27±0,55*	3,77±0,5*	3,48±0,42*	3,17±0,38*

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. № 1, т. 12. С. 7–17.
- Бабич А. О., Колісник С. І., Темченко І. В. Результати і перспективи селекції зернобобових культур в Інституті кормів УААН. *Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2001. № 47. С. 22–24.
- Бабич А. О. Моделі технології вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
- Антонов С. І. Соя – універсальна культура. *Землеробство*. 2000. № 1. С. 12.
- Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ. Аграрна наука. 2011. 548 с.
- Редько А., Трикіна Н.М. Продуктивність сої залежно від добрив та біопрепаратів в умовах північного степу України. *Проблеми впровадження новітніх систем землеробства в агропромислове виробництво України: матеріали круглого столу*. (м. Кіровоград, 23 листоп. 2011 р.). Кіровоград, 2011. С. 59–63.
- Гавій В.М., Суховєєв В.В. Вплив передпосівної обробки насіння на формування кореневої системи сої. *Координаційні сполуки: синтез і властивості: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції* (Ніжин, 6–7 жовтня 2016 р.) / за заг. ред. В. В. Суховєєва. Ніжин: НДУ ім. Миколи Гоголя, 2016. С. 19–22.
- Гавій В.М., Хиноцька О.А., Суховєєв В.В. Дослідження впливу синтетичних сполук на деякі фізіологічні процеси сої у фазі цвітіння. *Актуальні питання біологічної науки: збірник статей II міжнар. заочн. наук.-практ. конф.* (м. Ніжин, 8 квіт, 2016 р.). Ніжин, 2016. С. 31–35.
- Гавій В. М., Приплавко С. О., Коваленко С. О. Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на окремі фізіологічні показники сої і її продуктивність. *Зібрання наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Вип. № 94. Ч. 1. Умань. С. 232–239.

10. Соя Аннушка від Соевий вік. URL : [https:// superagronom.com/nasinnya-soya/annushka-soyeviy-vik-id12108](https://superagronom.com/nasinnya-soya/annushka-soyeviy-vik-id12108).
11. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз. Київ: Дія, 2005. 288 с.
12. Мандровська Н.М., Кругова О.Д., Охріменко С.М. та ін. Дія синтетичного полісахариду на ріст бульбочкових бактерій ризогенез рослин гороху. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2005. № 4. С. 47–51.
13. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.
14. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. – Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
15. Jeong-Yong Cho, Jae-Hak Moon, Ki-Young Seong, Keun-Hyung Park. Antimicrobial Activity of 4-Hydroxybenzoic Acid and trans 4-Hydroxycinnamic Acid Isolated and Identified from Rice Hull. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. № 62(11). P. 2273–2276.
16. Abid M. et al. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. *Options Méditerranéennes, Series A*. № 79. CIHEAM, FAO, ENMP, SPPF, 2008. p. 405–408.
8. Havii, V.M., Khynotska O.A., Sukhovieiev, V.V. (2016). Doslidzhennia vplyvu syntetychnykh spoluk na deiakі fiziologichni protsesy soi u fazi tsvitinnia [Study of the influence of synthetic compounds on some physiological processes of soybean in the flowering phase]. Aktualni pytannia biolohichnoi nauky: zbirnyk statei II mizhnar. zaochn. nauk.-prakt. konf. (m. Nizhyn, 8 kvit, 2016 r.). Nizhyn, C. 31–35 [in Ukrainian].
9. Havii, V. M., Pryplavko, S. O., Kovalenko, S. O. Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia biopreparatamy na okremi fiziologichni pokaznyky soi i yii produktyvnist [Effect of pre-sowing seed treatment with biological products on some physiological parameters of soybean and its productivity]. Zibrannia naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Vyp. № 94. Ch. 1. Uman. S. 232–239 [in Ukrainian].

REFERENCES:

1. Fedoruk, I. V., Bakhmat, O. M. (2021) Produktyvnist sortiv soi v umovakh Podillia. Roslynnytstvo ta gruzoznavstvo [Productivity of soybean varieties in Podillya. Crop and soil science]. No. 1, t. 12. S. 7–17 [in Ukrainian].
 2. Babych, A. O., Kolisnyk, S. I., Temchenko, I. V. (2001). Rezultaty i perspektyvy seleksii zernobobovykh kultur v Instytuti kormiv UAAN [Results and prospects of legume breeding at the Institute of Feed of UAAS]. Kormy i kormovyrobnytstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. № 47. S. 22–24 [in Ukrainian].
 3. Babych, A. O. (2006). Modeli tekhnolohii vyroshchuvannya soi, yikh ekonomichna efektyvnist ta konkurentospromozhnist [Models of soybean cultivation technology, their economic efficiency and competitiveness]. Kormy i kormovyrobnytstvo. Vyp. 56. S. 22–29 [in Ukrainian].
 4. Antonov, S. I. (2000). Soia – universalna kultura. Zemlerobstvo. № 1. S. 12 [in Ukrainian].
 5. Babych, A. O., Babych-Poberezhna, A. A. (2011). Seleksiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti [Soybean breeding, production, trade and use in the world]. Kyiv. Ahrarna nauka. 548 s [in Ukrainian].
 6. Redko, A., Trykina, N.M. (2011). Produktyvnist soi zalezhnost vid dobryv ta biopreparativ v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy [Soybean productivity depending on fertilizers and biological products in the northern steppe of Ukraine]. Problemy vprovadzhennia novitnikh system zemlerobstva v ahropromyslove vyrobnytstvo Ukrainy: materialy kruhloho stolu. (m. Kirovohrad, 23 lystop. 2011r.). Kirovohrad. S. 59–63 [in Ukrainian].
 7. Havii, V.M., Sukhovieiev, V.V. (2016). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia na formuvannia korenevoi systemy soi [Effect of pre-sowing seed treatment on the formation of soybean root system]. Koordynatsiini spoluky: syntez i vlastyvoli: tezy dopovidei III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Nizhyn, 6–7 zhovtnia 2016 r.) / za zah. red. V. V. Sukhovieieva. Nizhyn: NDU im. Mykoly Hoholia, S. 19–22 [in Ukrainian].
- Гавій В.М., Козючко-Головач А.Г. Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайності сої**
- На сьогодні соя належить до найрентабельних сільськогосподарських культур. Для забезпечення зростаючого попиту на соєву продукцію, постає питання про необхідність підвищення рівня її врожайності на основі застосування ефективних безпечних регуляторів росту. Тому, перспективними регуляторами росту у цьому напрямі можуть бути метаболічно активні речовини.
- Мета.** Дослідження впливу передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайності сої. **Методи дослідження.** Теоретичне обґрунтування цього дослідження базується на аналізі спеціалізованих джерел інформації, узагальненні наукових праць, тоді як практична частина була виконана відповідно до методичних рекомендацій по проведенню польових дослідів.
- Результати.** Застосування комбінацій метаболічно активних речовин для передпосівної обробки насіння сприяє збільшенню кількості та довжини бічних коренів сої протягом усього періоду вегетації. Застосування комбінації вітаміну Е+убіхінон-10 сприяло максимальному утворенню бічних коренів на всіх досліджуваних фазах онтогенезу сої. Передпосівна обробка насіння метаболічно активними сполуками вітаміну Е + убіхінон-10 та вітаміну Е + метіонін + ПОБК + MgSO₄ мала вплив і на лінійний ріст бічних коренів сої. Обробка насіння перед посівом комбінацією вітаміну Е в поєднанні з убіхіноном-10 найефективніше стимулювала утворення бульбочок на бічних коренях сої. Розвиток потужної кореневої системи сприяв підвищенню врожайності сої. Найвища врожайність сої спостерігалася за передпосівної обробки насіння комбінацією речовин з вітаміну Е + убіхінон-10. **Висновки.** Передпосівна обробка насіння комбінаціями вітаміну Е + убіхінон-10 та вітаміну Е + метіонін + ПОБК + MgSO₄ сприяла активному росту кореневої системи та утворення бульбочок на бічних коренях сої на всіх досліджуваних фазах розвитку, що підвищило врожайність сої. Таким чином, комбінації вітаміну Е + убіхінон-10 та вітаміну Е + метіонін + ПОБК + MgSO₄ можуть бути перспективними регуляторами росту зернобобових культур.
- Ключові слова:** метаболічно активні сполуки, насіння сої, лінійний ріст, утворення бульбочок на бічних коренях, урожайність.

Havii V.M., Koziuchko-Holovach A.H. The effect of pre-sowing seed treatment with metabolically active substances on the formation of the root system and soybean yield

Today, soybean is one of the most profitable agricultural crops. To ensure the growing demand for soybean products, the question arises of the need to increase its yield based on the use of effective and safe growth regulators. Therefore, metabolically active substances can be promising growth regulators in this direction. **Purpose.** Study of the effect of pre-sowing seed treatment with metabolically active substances on the formation of the root system and soybean yield. **Research methods.** The theoretical justification of this study is based on the analysis of specialized sources of information, generalization of scientific works, while the practical part was carried out in accordance with the methodological recommendations for conducting field experiments. **Results.** Combinations of metabolically active substances had a positive effect on the formation of the soybean root system during all phases of plant growth and development. The use of the combination of vitamin E + ubiquinone-10 contributed to the formation of the largest

number of lateral roots throughout the study. Pre-sowing seed treatment with metabolically active compounds vitamin E + ubiquinone-10 and vitamin E + methionine + POBK + $MgSO_4$ also had an effect on the linear growth of soybean lateral roots. Treatment of seeds before sowing with a combination of vitamin E in combination with ubiquinone-10 most effectively stimulated the formation of nodules on soybean lateral roots. The formation of a powerful root system contributed to an increase in soybean yield. The highest soybean yield was observed with pre-sowing seed treatment with a combination of substances vitamin E + ubiquinone-10. **Conclusions.** Pre-sowing seed treatment with combinations of vitamin E + ubiquinone-10 and vitamin E + methionine + POBK + $MgSO_4$ promoted active growth of the root system and the formation of nodules on the lateral roots of soybeans at all studied phases of development, which increased soybean yield. Thus, combinations of vitamin E + ubiquinone-10 and vitamin E + methionine + POBK + $MgSO_4$ may be promising growth regulators for legume crops.

Key words: metabolically active compounds, soybean seeds, linear growth, nodule formation on lateral roots, yield.