

УДК 633.853.52:631.811:
631.816.12

© 2023

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПОЗАКОРЕНЕВОМУ ПІДЖИВЛЕННІ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Ж.А. Молдован¹, В.Г. Молдован²

^{1,2} кандидати сільськогосподарських наук

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

с. Самчики Хмельницького р-ну Хмельницької обл., 31182, Україна

e-mail: ¹moldovan.zh@ukr.net; ORSID: ¹0000-0002-1180-5969; ²0000-0002-3145-1686

Надійшла 14.09.2023

Мета. Визначити вплив використання в позакореновому підживленні мікроелементів у вигляді висококонцентрованих рідких добрив на динаміку формування площі листової поверхні, фотосинтетичний і симбіотичний потенціал, показники індивідуальної продуктивності та врожайності насіння сої. **Методи.** Польовий, лабораторний, кількісно-ваговий, порівняльно-розрахунковий, математико-статистичний. **Результати.** Погодні умови в роки проведення досліджень (2021–2022 рр.) відзначалися істотними відхиленнями від середніх багаторічних значень за показником «середньодобова температура повітря» — у бік перевищення, за кількістю опадів — в окремі місяці спостерігався дефіцит опадів, у деякі — їх надмірна кількість, що істотно впливало на ріст і розвиток рослин сої, формування врожаю насіння її досліджуваних сортів. Вплив мікроелементів на зазначені показники значно різнився за роками досліджень. У середньому за роки досліджень 2-разова обробка посівів у фазах 4–5 трійчастих листків та початку цвітіння мікроелементами забезпечила зростання площі листової поверхні в сортів Сіверка на 3,9–21,7%, Паллада — 3,7–20,6%, фотосинтетичного потенціалу — відповідно на 2,4–15,3 та 2,7–16,0%, загального симбіотичного потенціалу — на 32,1–74,3% та 22,6–59,3% порівняно з контролем. Кількість бобів на 1 рослині сорту Сіверка зроста порівняно з контролем на 6,5–21,2%, кількість насінин з 1 рослини — на 13,8–31,0%, маса насіння з 1 рослини — на 11,1–27,8%, маса 1000 насінин — на 1,8–6,3%. У сорту Паллада кількість бобів і насінин на 1 рослині збільшилася на 5,9–29,0 та 8,4–30,5%, маса насіння з 1 рослини та 1000 насінин — на 7,5–41,8 та 2,1–9,0% відповідно. Урожайність насіння підвищилася в сортів Сіверка з 2,73 т/га на контролі до 2,79–2,98 т/га у досліджуваних варіантах, Паллада — з 2,57 до 2,62–2,81 т/га, або відповідно на 2,2–9,2 та 1,9–9,3%. **Висновки.** Використання мікроелементів у вигляді висококонцентрованих рідких добрив для позакоренового підживлення сої у фазах 4–5 листків і початку цвітіння позитивно впливає на формування площі листової поверхні, показники фотосинтетичного та симбіотичного потенціалу, індивідуальної продуктивності та врожайності насіння. Серед досліджуваних варіантів

найбільш ефективним для позакореневого підживлення було використання висококонцентрованого рідкого добрива Хімік Бор, найменш ефективним — використання Хімік Марганець або Хімік Мідь.

Ключові слова: сорт, живлення, фотосинтетичний та симбіотичний потенціал, індивідуальна продуктивність, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-05>

Сучасні інтенсивні сорти сої (*Glizine hispida* Maench) при вирощуванні за вдосконаленими та адаптивними технологіями здатні формувати стабільно високу врожайність якісного насіння. Одним із способів підвищення врожайності сої є поліпшення умов її живлення внесенням макро- та мікроелементів у ґрунт або позакоренево. Мінеральне живлення — один з основних регульованих чинників, які використовують для цілеспрямованого управління ростом і розвитком рослин у процесі вегетації з метою одержання максимального врожаю високої якості [1–3].

Оптимізація мінерального живлення рослин — найістотніший засіб регулювання фізіологічних процесів, які визначають формування врожаю будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема й сої. Однак варто зазначити, що соя досить вибаглива до поживних елементів, і для формування врожаю вона споживає більше поживних речовин, ніж інші зернові та зернобобові культури та нерівномірно поглинає елементи живлення за фазами росту й розвитку рослин [4, 5]. У період сходів — бутонізації сої для кращого розвитку коріння, бульбочок і надземної маси потрібні фосфор, кальцій, кобальт і молібден. У період цвітіння — формування бобів проявляється максимальна потреба в азоті, фосфорі, сірці та магнії. Нестача хоча б одного з елементів призводить до абортивності квіток, зав'язей та формування малої кількості й недостатньо виповненого насіння [6–9].

Дослідженнями в різних ґрунтово-кліматичних зонах встановлено, що удобрення та позакореневе підживлення комплексними хелатними мікродобривами ефективно впливають на густоту стояння та виживаність рослин сої [10], біосинтез хлорофілу в рослинах сої, площу листової поверхні та фотосинтетичний потенціал [11, 12], сприяють

зменшенню абортивності квіток і бобів [13], підвищенню врожайності сої [14–17] та поліпшенню якості насіння [18, 19].

За вирощування сої в Західному Лісостепу України важливими є питання розроблення та впровадження сучасних технологій, які б базувалися на раціональному використанні генетичного потенціалу продуктивності сорту й оптимізації умов мінерального живлення за етапами організації.

Мета досліджень — визначити вплив використання в позакореневому підживленні мікроелементів у вигляді висококонцентрованих рідких добрив на динаміку формування площі листової поверхні, фотосинтетичний і симбіотичний потенціал, показники індивідуальної продуктивності та врожайності насіння сої.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводили на Хмельницькій Державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН на чорноземах опідзолених середньосуглинкових у 2021–2022 рр. Ґрунт достатньо насичений основами — 39,8–42,0 мг-екв./100 г, гідролітична кислотність — 1,8–2,7 мг-екв./100 г ґрунту. Уміст гумусу (за Тюрнімом) — 3,2%, формами поживних речовин середньозабезпечений: уміст легкогідролізованого азоту — 14,4–16,6 мг/100 г ґрунту, фосфору рухомого — 11,0–12,0, калію обмінного — 7,8–8,0 мг/100 г ґрунту.

Предмет досліджень — сорти сої та їх реакція на позакореневе підживлення мікроелементами у вигляді висококонцентрованих рідких добрив. Досліджували сорти сої Сіверка (оригіатор — ННЦ «Інститут землеробства НААН») та Паллада (оригіатор — Інститут кормів та сільськогосподарства Поділля НААН). Облікова площа ділянки — 24 м², загальна — 32 м².

Повторність дослідів — 3-разова. Варіанти в повтореннях закладали систематичним методом. Позакореневе підживлення посівів проводили двічі за період вегетації — у фазі 3–5 трійчастих листків і початку цвітіння.

У роки проведення досліджень (2021–2022) погодні умови характеризувалися істотними відхиленнями від середніх багаторічних значень за показником «середньодобова температура повітря» в бік перевищення, за кількістю опадів — в окремі місяці спостерігався їх дефіцит, в деякі — їх надмірна кількість, що істотно впливало на ріст і розвиток рослин сої, формування врожаю насіння сої досліджуваних сортів.

Варто зазначити, що істотні відмінності в погодних умовах періоду інтенсивного наростання вегетативної маси та формування врожаю насіння сої в роки досліджень, зокрема за вологозабезпеченістю посівного шару, зумовили різну ефективність досліджуваного агрозаходу. Як наслідок — показники фотосинтетичного та симбіотичного потенціалу, індивідуальної продуктивності та врожайності насіння обох сортів сої кращими були в 2021 р., ніж у 2022 р. (табл. 1).

Планування, проведення польових дослідів, спостереження, обліки та статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками [20, 21]. Площу листової поверхні

та фотосинтетичний потенціал визначали за методикою [Ничипорович А.О., 1982], оцінку роботи симбіотичного апарату — відповідно до методики [Посипанов Г.С., 1991].

Результати досліджень. Оптимальна площа листової поверхні та фотосинтетична діяльність є основою формування врожаю сої. За результатами досліджень, максимальних розмірів листової поверхні досягала в період цвітіння та початку утворення бобів і становила в сортів Сіверка до 56,78–68,14 тис. м²/га, Паллада — до 59,02–71,15 тис. м²/га. Дворазова обробка посівів у фазах 4–5 трійчастих листків та початку цвітіння мікроелементами забезпечила зростання цього показника в сортів Сіверка на 3,9–21,7%, Паллада — на 3,7–20,6% порівняно з контролем.

Фотосинтетичний потенціал у фазах 4–5 листків — формування бобів збільшувався у сортів Сіверка з 1023,49 тис. м²-днів/га на контролі до 1048,55–1179,78 тис. м²-днів/га у досліджуваних варіантах, Паллада — з 1194,86 до 1227,59–1386,37 тис. м²-днів/га. Фотосинтетичний потенціал сортів Сіверка збільшився порівняно з контролем на 2,4–15,3, Паллада — на 2,7–16,0% (табл. 2).

Позакореневі підживлення мікроелементами позитивно впливали й на формування симбіотичного потенціалу сої. Установлено, що кількість активних бульбочок на коренях

1. Погодні умови вегетаційного періоду 2021–2022 рр.

Роки досліджень	Місяць					За період вегетації
	травень	червень	липень	серпень	вересень	
<i>Середньодобова температура повітря, °С</i>						
2021 р.	15,8	22,0	25,2	20,7	13,8	19,5
2022 р.	16,2	22,4	22,0	22,1	13,6	19,3
Середнє за 1960–2020 рр.	13,6	18,4	19,3	18,6	13,4	16,7
<i>Сумарна кількість опадів, мм</i>						
2021 р.	188,6	58,2	349,2	166,5	71,2	833,7
2022 р.	55,4	63,1	93,2	153,2	206,8	571,7
Середнє за 1960–2020 рр.	70,1	107,4	129,9	89,8	62,4	459,6
<i>Гідротермічний коефіцієнт</i>						
2021 р.	3,84	0,88	4,48	2,59	2,72	2,90
2022 р.	1,10	0,94	1,36	2,24	5,08	2,14
Середнє за 1960–2020 рр.	1,61	1,93	2,16	1,58	1,56	1,77

2. Вплив позакореневого підживлення на формування асиміляційної поверхні, фотосинтетичного та симбіотичного потенціалу рослинами сортів сої Сіверка та Паллада

Варіант позакореневого підживлення	Сіверка			Паллада		
	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² днів/га	Симбіотичний потенціал, тис. кг·днів/га	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² днів/га	Симбіотичний потенціал, тис. кг·днів/га
Контроль	56,80	1023,49	9,30	59,02	1194,86	12,12
Хімік Бор	68,14	1179,78	16,21	71,15	1386,37	19,31
Хімік Цинк	64,45	1129,36	15,26	67,23	1324,56	17,68
Хімік Молібден	66,58	1160,10	15,84	69,36	1358,64	18,71
Хімік Мідь	58,71	1048,55	12,29	61,21	1227,59	14,86
Хімік Марганець	59,88	1059,43	13,56	62,36	1246,03	15,69

у кожного сорту змінювалася за фазами розвитку сої, варіантами позакореневого підживлення та роками досліджень. У середньому за роки досліджень максимальну кількість активних бульбочок на 1-й рослині та їх масу відзначено у фазі формування бобів сортів Сіверка — 32,2–38,6 шт. та 0,68–1,24 г, Паллада — 41,8–52,0 шт. та 0,83–1,41 г. Кількість активних бульбочок щодо контролю зростає в сортів Сіверка на 2,2–19,9, Паллада — 4,3–24,4%, їхня маса збільшилася відповідно на 36,8–82,3 та 28,9–69,9%.

Показники активного симбіотичного потенціалу в період цвітіння — формування бобів збільшувалися в досліджуваних варіантах у сортів Сіверка до 9,38–12,31 тис. кг·днів/га, або на 33,6–76,0%, Паллада — до 12,08–16,16 тис. кг·днів/га, або на 25,4–68,1% проти 6,94 та 9,52 тис. кг·днів/га відповідно на контролі.

Загальний симбіотичний потенціал сої за весь період спостережень (4–5 листків — формування бобів) збільшився в сортів Сіверка з 9,30 до 12,29–16,21 тис. кг·днів/га, або на 32,1–74,3%, Паллада — з 12,12 тис. кг·днів/га на контролі до 14,86–19,31 тис. кг·днів/га, або на 22,6–59,3% у варіантах позакореневого підживлення мікродобривами.

Основним критерієм оцінки ефективності процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту та формування продуктивності рослин є показники індивідуальної продуктивності рослин і врожайності сої. Результати проведених досліджень свідчать про

позитивний вплив використання мікроелементів у позакореневому підживленні сої на формування показників індивідуальної продуктивності. У середньому за роки досліджень за 2-разової обробки посівів сої мікродобривами кількість бобів на 1 рослині сорту Сіверка зростає порівняно з контролем на 6,5–21,2%, кількість насінин з 1 рослини — на 13,8–31,0%, маса насіння з 1 рослини — на 11,1–27,8%, маса 1000 насінин — на 1,8–6,3% (табл. 3). У сорту Паллада кількість бобів і насінин на 1 рослині збільшилася на 5,9–29,0 та 8,4–30,5%, маса насіння з 1 рослини та 1000 насінин — на 7,5–41,8 та 2,1–9,0% відповідно.

Урожайність є найважливішим показником господарської цінності рослин сої, що поєднує індивідуальну продуктивність рослин, умови доквілля та елементи технології вирощування. За результатами досліджень 2-разова обробка посівів сої у фазах 4–5 листків та початку цвітіння концентрованими мікродобривами сприяла підвищенню врожайності сортів Сіверка з 2,73 т/га на контролі до 2,79–2,98 т/га у досліджуваних варіантах, Паллада — з 2,57 до 2,62–2,81 т/га відповідно (табл. 4).

За результатами математичної обробки встановлено, що істотний приріст урожаю насіння щодо контролю забезпечили варіанти позакореневого підживлення з використанням висококонцентрованих рідких добрив: Хімік Бор, Хімік Цинк, Хімік Молібден. У сортів Сіверка цей показник становив 0,19–0,25 т/га, або 7,0–9,2%, Паллада — 0,18–0,24 т/га, або 7,0–9,3%.

3. Вплив позакоренового підживлення на структурні показники врожаю сортів сої Сіверка та Паллада

Варіант позакоренового підживлення	Кількість бобів, од./рослину	Кількість насінин, од./рослину	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
<i>Сіверка</i>				
Контроль	17,0	35,5	7,2	180,8
Хімік Бор	20,6	46,5	9,2	192,2
Хімік Цинк	18,5	42,5	8,8	190,8
Хімік Молібден	19,5	43,7	9,0	191,5
Хімік Мідь	18,7	40,7	7,7	187,8
Хімік Марганець	18,1	40,4	8,0	184,0
<i>Паллада</i>				
Контроль	16,9	47,5	6,7	143,3
Хімік Бор	23,8	62,0	9,5	156,2
Хімік Цинк	21,0	56,9	8,8	150,0
Хімік Молібден	21,2	60,4	9,0	150,1
Хімік Мідь	17,9	51,5	7,2	146,3
Хімік Марганець	19,2	54,0	7,7	143,9

4. Вплив позакоренового підживлення на врожайність насіння сортів сої Сіверка та Паллада

Варіант позакоренового підживлення	Сіверка			Паллада		
	2021 р.	2022 р.	Середнє	2021 р.	2022 р.	Середнє
Контроль	2,97	2,48	2,73	2,81	2,32	2,57
Хімік Бор	3,25	2,71	2,98	3,08	2,54	2,81
Хімік Цинк	3,20	2,64	2,92	3,03	2,47	2,75
Хімік Молібден	3,22	2,67	2,95	3,05	2,50	2,78
Хімік Мідь	3,03	2,54	2,79	2,85	2,38	2,62
Хімік Марганець	3,10	2,57	2,84	2,91	2,41	2,66
НІР	2021 р.	А — 0,17	Б — 0,12	АВ — 0,23		
	2022 р.	А — 0,10	Б — 0,15	АВ — 0,21		

Найбільше підвищилася врожайність насіння сортів сої Сіверка (0,25 т/га, або 9,2%) та Паллада (0,24 т/га, або 9,3%) за використання в позакореновому підживленні висококонцентрованого рідкого добрива Хімік Бор. У межах статистичної похибки в сортів

Сіверка (0,06–0,12 т/га, або 2,2–4,4%) та Паллада (0,05–0,12 т/га, або 1,9–4,7%) врожайність насіння сої підвищилася у варіантах, де для позакоренового підживлення використовували добрива Хімік Марганець або Хімік Мідь.

Висновки

Позакореневе підживлення сої у фазах 4–5 листків і цвітіння мікроелементами у вигляді висококонцентрованих рідких добрив позитивно впливає на формування площі листової поверхні, показники

фотосинтетичного та симбіотичного потенціалу, індивідуальної продуктивності та врожайності насіння. Із досліджуваних варіантів найбільше їх підвищення відзначено за використання висококонцентрованого

рідкого добрива Хімік Бор: площа листкової поверхні збільшилася в сортів Сіверка на 20,0%, Паллада — 20,6%, кількість активних бульбочок — на 19,9 та 24,4%, їхня маса — на 82,3 та 69,9% відповідно. Показники фотосинтетичного потенціалу підвищилися в сортів Сіверка на 15,3%, Паллада — 16,0%, симбіотичного потенціалу — на 74,3 та 59,3% відповідно.

Кількість бобів на 1 рослині сорту Сіверка зросла щодо контролю на 21,2%, кількість насінин з 1 рослини — 31,0%, маса насіння з 1 рослини — 27,8%, маса 1000 насінин — на 6,3%. У сорту Паллада кількість бобів і насінин на 1 рослині збільшилася на 29,0 та 30,5%, маса насіння з 1 рослини та 1000 насінин — на 7,5–41,8 та 2,1–9,0% відповідно.

Moldovan Zh.¹, Moldovan V.²

Khmelnytskyi State Agricultural Experimental Station of the Institute of Feed and Agriculture of Podillya of NAAS, vil. Samchyky, Khmelnytskyi district, Khmelnytskyi oblast, 31182, Ukraine; e-mail: moldovan.zh@ukr.net; ORSID: ¹0000-0002-1180-5969; ²0000-0002-3145-1686

The effectiveness of the use of trace elements in foliar feeding of soybeans in the conditions of the Western Forest Steppe

Goal. To determine the effect of the use of micronutrients in the form of highly concentrated liquid fertilizers in foliar feeding on the dynamics of the formation of the leaf surface area, photosynthetic and symbiotic potential, indicators of individual productivity and yield of soybean seeds. **Methods.** Field, laboratory, quantitative, comparative calculation, mathematical and statistical. **Results.** Weather conditions during the years of research (2021–2022) were marked by significant deviations from the average long-term values according to the indicator “average daily air temperature” - in the direction of excess, according to the amount of precipitation - a deficit of precipitation was observed in some months, in some - their excessive amount, which had a significant impact on the growth and development of soybean plants, the formation of the seed yield of its researched varieties. The effect of microelements on the mentioned indicators varied significantly over the years of research. On average, over the years of research, 2-time treatment of crops in the phases of 4–5 trifoliolate leaves and the beginning of flowering

with trace elements ensured an increase in the leaf surface area of the Siverka variety by 3.9–21.7%, the Pallada variety — by 3.7–20.6%, photosynthetic potential — by 2.4–15.3 and 2.7–16.0%, respectively, total symbiotic potential — by 32.1–74.3% and 22.6–59.3% compared to the control. The number of beans per 1 plant of the Siverka variety increased compared to the control by 6.5–21.2%, the number of seeds from 1 plant — by 13.8–31.0%, the weight of seeds from 1 plant — by 11.1–27, 8%, the mass of 1000 seeds — by 1.8–6.3%. In the Pallada variety, the number of beans and seeds per 1 plant increased by 5.9–29.0 and 8.4–30.5%, the weight of seeds from 1 plant and 1000 seeds increased by 7.5–41.8 and 2.1–9.0%, respectively. The seed yield increased in the Siverka variety from 2.73 t/ha in the control to 2.79–2.98 t/ha in the tested variants, in the Pallada variety — from 2.57 to 2.62–2.81 t/ha, or respectively by 2.2–9.2 and 1.9–9.3%. **Conclusions.** The use of trace elements in the form of highly concentrated liquid fertilizers for foliar feeding of soybeans in phases of 4–5 leaves and the beginning of flowering had a positive effect on the formation of the leaf surface area, indicators of photosynthetic and symbiotic potential, individual productivity and seed yield. Among the investigated options, the most effective for foliar fertilization was the use of highly concentrated liquid fertilizer Khimik Bor, the least effective was the use of Khimik Manganese or Khimik Copper.

Key words: variety, nutrition, photosynthetic and symbiotic potential, individual productivity, productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-05>

Бібліографія

1. Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.Я. та ін. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.

2. Бахмат О.М., Федорук І.В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26. С. 9–16.

3. Камінський В.Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у Північному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 9. С. 36–42.

4. Кавецький С.В. Особливості живлення та удобрення сої. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 92–94.

5. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.

6. Бикін А.В., Генгало Н.О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому малогумусному. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. Вип. 162. Ч. 2. С. 137–144.
7. Душко П. М. Оцінювання удобрень сої в технології її вирощування за адаптивним потенціалом. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 205–210.
8. Чумак А. Бор у вирощуванні сої. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 88–89.
9. Чумак А., Довгаюк-Семенюк М. Молібден та соя: можливості й проблеми. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 98–102.
10. Забарна Т. А. Динаміка густоти стояння та виживаність сої залежно від позакоренових підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 3(14). С. 88–94. doi: 10.37128/2707-5826-2019-3-7
11. Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В., Мартинюк О.М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11. № 1. С. 5–12. doi: 10.31548/agr2020.01.005
12. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень на динаміку формування площі листової поверхні рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 27. С. 5–14. doi: 10.37128/2707-5826-2022-4-1
13. Кобак С., Колісник С., Сереветник О., Чорна В. Абортивність у сої: причини та шляхи вирішення проблеми. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 90–94.
14. Нагорний В.І. Посівні якості та врожайні властивості сої залежно від застосування регуляторів росту і мікродобрив. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. Вип. 3. С. 123–127.
15. Засць С.О., Нетіс В.І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами на посівах сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 66. С. 60–62.
16. Темрієнко О.О. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від инокуляції та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 2(9). С. 68–80. doi: 10.37128/2707-5826-2018
17. Pooja T., Chae-In N., Yoonha, K. . Effect of silicon fertilizer treatment on nodule formation and yield in soybean. *European Journal of Agronomy*. 2021. Is. 122. doi: 10.1016/j.eja.2020.126172
18. Худяков О.І. Вплив позакоренового підживлення рідким добривом на якість сої. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 9. С. 49–50.
19. Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакоренового підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 1(8). С. 82–89.
20. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібн. у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан, 2016. 316 с.
21. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібн. у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків: Майдан, 2016. 342 с.