

УДК 631.8:633.34: 631.445.21

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ (GLYCINE MAX (L.)) НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗА РІЗНИХ ДОЗ УДОБРЕННЯ І МЕЛІОРАНТІВ**В. Польовий, д. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-3133-9803

Л. Яценко, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0003-1407-0133

Г. Ровна, ст. н. сп.

ORCID ID: 0000-0002-7599-5650

Інститут сільського господарства Західного Полісся<https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.140>**Польовий В., Яценко Л., Ровна Г. Формування продуктивності сої (GLYCINE MAX (L.) MERR.) на дерново-підзолистому ґрунті за різних доз удобрення і меліорантів**

Соя посідає провідне місце у світовому землеробстві. Серед низки агротехнічних заходів, що забезпечують реалізацію потенційних можливостей сортів, важливе значення має система удобрення. Враховуючи розширення площ її вирощування у зоні Західного Полісся, досліджено формування індивідуальних показників продуктивності рослин сої як інтегрального показника дії різних доз добрив і меліорантів на дерново-підзолистому ґрунті. Застосовано зокрема польовий, біометричний, статистичний методи дослідження. Дослідження проведені у стаціонарному досліді. Встановлено, що застосування добрив на фоні хімічних меліорантів стабілізує інтервал висоти рослин за коефіцієнта варіації $V < 5\%$. Вживання рослин у середньому становило 80,7–80,9 % у варіантах $N_{55}P_{20}K_{50}$ і $N_{65}P_{50}K_{75}$ на фоні 1,0 Нг та $N_{45}P_{60}K_{60}$ на фоні 1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$, що більше за контроль на 6,5–9,0 %. Удобрення на фоні меліорантів сприяло підвищенню індивідуальної продуктивності рослин. Найвищою продуктивністю була у варіанті $N_{65}P_{50}K_{75} + S_{40} +$ мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 дози Нг $CaMg(CO_3)_2$: кількість бобів – 13,7 шт., кількість зерен на рослині – 30,1 шт., маса 1000 зерен – 166,6 г, маса зерна з рослини – 5,02 г. Однак такі величини не були значущими за $p \leq 0,05$ порівняно з дозою $N_{55}P_{20}K_{50}$ за інших однакових умов. Регуляція показників структури сої за рахунок удобрення на фоні меліорантів зумовила вищу насінневу продуктивність культури. У середньому за 2021–2022 рр. найвищу – 2,48 і 2,60 т/га – врожайність насіння забезпечили дози $N_{55}P_{20}K_{50}$ і $N_{65}P_{50}K_{75}$ із додаванням $S_{40} +$ мікродобриво на фоні 1,0 Нг дози $CaMg(CO_3)_2$. Встановлено, що одностороннє внесення азотних добрив у дозі N_{55} із додаванням $S_{40} +$ мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 дози $CaMg(CO_3)_2$ підвищило врожайність на 58,9 % до контролю і на 15,6 % до фону, але вона значно поступалася варіантам повного мінерального живлення.

Ключові слова: соя, структура, урожайність, дози добрив, дози і види меліорантів, дерново-підзолистий ґрунт.

Poliovyi V., Yashchenko L., Rovna H. Formation of soybean (GLYCINE MAX (L.) MERR.) productivity on sod-podzolic soil under different doses of fertilizers and meliorants

Soybean occupies a leading position in the world agriculture. Among a number of agrotechnical measures that ensure the varieties potential realization, the fertilization system has an important place. Taking into account the expansion of its cultivation areas in the Western Polissia zone, a study was conducted to study formation of the individual productivity indicators of soybean plants as an integral indicator of the effect of various doses of fertilizers and meliorants on sod-podzolic soil. In the research, the field, biometric, and statistical methods were used. The research was conducted in a stationary field experiment. It was established that application of fertilizers on the background of chemical ameliorants stabilized the interval of plant height with a coefficient of variation of $V < 5\%$. Plant survival was on average 80.7–80.9 % in the variants of $N_{55}P_{20}K_{50}$ and $N_{65}P_{50}K_{75}$ on the background of 1.0 Hh and $N_{45}P_{60}K_{60}$ on the background of 1.5 Hh $CaMg(CO_3)_2$, which was more than the control by 6.5–9.0 %. Fertilization on the background of ameliorants helped to increase the individual productivity of plants. It was the highest in the variant $N_{65}P_{50}K_{75} + S_{40} +$ microfertilizer (twice) on the background of 1.0 doses of Hh $CaMg(CO_3)_2$: the number of beans was 13.7 pcs., the number of grains per plant was 30.1 pcs., the weight of 1000 grains was 166.6 g, the mass of grain from the plant was 5.02 g. However, these values were not significant at $p \leq 0.05$ as compared to the dose of $N_{55}P_{20}K_{50}$ under other identical conditions. Regulation of the soybean structure indicators due to fertilization on the background of ameliorants led to higher seed productivity of the crop. On average, in 2021–2022, the highest seed yield of 2.48 and 2.60 t ha⁻¹ was provided by the doses of $N_{55}P_{20}K_{50}$ and $N_{65}P_{50}K_{75}$ with the addition of $S_{40} +$ microfertilizer on the background of 1.0 Hh of a dose of $CaMg(CO_3)_2$. It was established that application of nitrogen fertilizers in the dose of N_{55} with the addition of $S_{40} +$ microfertilizer (twice) on the background of 1.0 dose of $CaMg(CO_3)_2$ increased the yield by 58.9% as compared with the control and by 15.6% comparing to the background, but it was significantly inferior to the options of complete mineral nutrition.

Key words: soybean, structure, productivity, doses of fertilizers, doses and types of meliorants, sod-podzolic soil.

Постановка проблеми. Соя – одна із провідних культур сільськогосподарського виробництва, яка має широкий ареал вирощування. Це територія соєво-кукурудзяного поясу з придатними для вирощування ґрунтами, тепловими, світловими і водними ресурсами, тривалістю вегетаційного періоду [10]. В Україні посівні площі під соєю на 2021 р. становили 1280,3 тис. га. Валовий збір зерна за 26 років збільшився майже у 43 рази. Зокрема у Рівненській області за останнє десятиріччя площі під цією культурою зросли майже втричі, а врожайність – до 2,0–2,5 т/га [12]. Одним із найбільш ефективних технологічних прийомів, що визначає рівень врожайності та якість насіння сої, є система удобрення. Частка участі добрив в урожаї сої залежно від погодних умов, попередника, забезпеченості поживними речовинами може становити 30–40 %. Потреба мінімізації затрат ресурсів, а при цьому збереження родючості ґрунтів і продуктивності культури, зумовлюють необхідність перегляду традиційної системи її удобрення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мінеральні добрива істотно позначаються на рості, розвитку та формуванні продуктивності сої. Найвищу врожайність культури отримують на родючих ґрунтах і таких, які мають близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину [9]. Кислотність ґрунту негативно впливає на ріст і розвиток рослин сої. Підвищена кислотність ґрунтового розчину погіршує живлення рослин сої, передусім вуглеводневий та білковий обміни. У таких ґрунтах зростає концентрація водневих іонів, що зумовлює зростання вмісту рухомих форм алюмінію, марганцю, заліза, які є токсичними для рослини [16]. Тому необхідна умова оптимального живлення рослин – забезпечення фізіологічної рівноваги у ґрунті. За рН, нижчого ніж 5,6, затримується розвиток бульбочкових бактерій і порушується розвиток рослин та погіршуються умови мінерального живлення [1].

Для одержання стабільних урожаїв сої необхідно дотримуватись прийомів технології вирощування, одним із яких є оптимальний поживний режим ґрунту [3; 13]. На різних етапах росту та розвитку рослини характерні неоднаковою потребою в елементах живлення. Від сходів до цвітіння вона засвоює 16,6 % азоту, 10,4 % фосфору, 24,7 % калію, 10–11 % кальцію, 6–8 % магнію; від початку цвітіння до наливу зерна відповідно – 78,5 %, 50 %, 82,2 % [11].

За рахунок внесення добрив можна впливати на елементи структури врожаю – висоту прикріплення бобів, довжину та кількість бобів на рослині, кількість зерен у бобі, масу 1000 зерен та змінювати обсяг врожаю [5].

Учені вважають, що збалансоване мінеральне живлення сої упродовж вегетації у

критичні періоди надзвичайно важливе. Соя виносить з урожаєм велику кількість азоту, фосфору, калію, кальцію та інших елементів. Для формування 1 ц насіння і відповідної кількості побічної продукції соя витрачає 7,3–7,8 кг азоту, 2,4–2,5 кг фосфору, 2,9–3,6 кг калію та 2,4–2,6 кг кальцію [8].

Внесення азотних добрив виправдане під сою на бідних на азот ґрунтах. Їх вносять під передпосівну культивуацію, коли на коренях ще немає бульбочкових бактерій [4].

У результаті покращання мінерального живлення активізується фотосинтез, створюються умови для біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що в подальшому є фундаментом для синтезу жирів, білків, ферментів, вуглеводів [15].

Особливо важливе оптимальне забезпечення елементами живлення рослин у критичні періоди їхнього росту та розвитку (цвітіння – формування бобів). Брак одного з цих елементів призводить до абортивності квіток, зав'язей та формування малої кількості недостатньо виповненого насіння [7].

Дослідження продуктивності рослин сої вказують на позитивний вплив мінеральних добрив на основні елементи структури врожаю культури. Одночасне застосування азоту, фосфору, калію забезпечувало максимальну врожайності на рівні 2,2–2,5 т/га, що підтверджує вищу ефективність повного мінерального удобрення [2].

Науковці Лихочвор В. В. та Петриченко В. Ф. рекомендують вносити стартову дозу азоту (N30–45) лише на бідних ґрунтах та після неудообрених попередників, а повну дозу – на рівні N60–90 – у разі неефективної роботи бульбочок з прохолодними веснами [6]. За відсутності умов для активної симбіотичної діяльності внаслідок пересихання та переущільнення ґрунту, браку тепла, високої кислотності ґрунтового середовища значення азотних добрив зростає [14].

Постановка завдання. Наше завдання – встановлення можливостей оптимізації умов живлення сої на дерново-підзолистому ґрунті за рахунок удосконалення систем удобрення та хімічної меліорації; встановлення впливу різних доз мінеральних добрив, визначених нормативним методом, із урахуванням рівнів забезпеченості ґрунту елементами живлення, порівняно з рекомендованою дозою, із додаванням сірки і мікродобрива Нутривант на фоні видів і доз меліорантів на формування індивідуальних показників продуктивності рослин сої.

Методика та умови проведення досліджень. Стационарний дослід із чергуванням культур – пшениця озима, соя, кукурудза на зерно, соняшник – закладений на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті, який характерний кислою реакцією ґрунтового

розчину, низьким вмістом легкогідролізних сполук азоту за Корнфілдом і рухомого калію та високим рухомого фосфору за Кірсановим. Посівна площа ділянки – 99 м², облікова – 50 м², повторність триразова. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Сорт сої Сіверка (оригінатор ННЦ «Інститут землеробства НААН»). Технологія вирощування – загальноприйнята для зони Полісся. Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою досліду: 1. Без добрив (контроль); 2. CaMg(CO₃)₂ (1,0 Нг) – фон; 3. Фон + рекомендована доза N₄₅P₆₀K₆₀; 4. Фон + доза, розрахована нормативним методом на винос основною продукцією N₅₅P₂₀K₅₀; 5. Фон + доза, розрахована нормативним методом на винос

основною і побічною продукцією N₆₅P₅₀K₇₅; 6. Фон + N₅₅ доза на винос основною продукцією; 7. CaMg(CO₃)₂ (1,5 Нг) + N₄₅P₆₀K₆₀; 8. CaCO₃ (1,0 Нг) + N₄₅P₆₀K₆₀. Додатково варіанти 3–8 удобрювалися S₄₀ + МД (мікродобриво) Нутривант універсальний (двічі позакоренево) у фазі першої пари і 3–5 пар листків сої. Загальним фоном у досліді є заорювання побічної продукції вирощуваних культур. Хімічні меліоранти у формі доломітового CaMg(CO₃)₂ та вапнякового CaCO₃ борошна вносили перед закладанням досліду.

Виклад основного матеріалу. Дослідження біометричних показників свідчать про позитивний вплив різних доз добрив на фоні хімічної меліорації на висоту рослин (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив удобрення і хімічної меліорації на висоту рослин сої, см
(середнє за 2021–2022 рр.)**

Варіант	M+m	Min.	Max.	SD	V, %	S %
Без добрив (контроль)	50,5±9,06	42	58,9	8,63	17,1	6,98
CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) – фон	66,6±2,49	63,5	69,6	2,37	3,56	1,45
Фон + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + S ₄₀ + МД	70,8±1,87	68,7	73,5	1,78	2,51	1,03
Фон + N ₅₅ P ₂₀ K ₅₀ + S ₄₀ + МД	72,5±2,73	68,3	76,1	2,6	3,59	1,45
Фон + N ₆₅ P ₅₀ K ₇₅ + S ₄₀ + МД	73,8±3,12	70,1	78,1	2,98	4,03	1,64
Фон + N ₅₅ + S ₄₀ + МД	70,0±1,49	67,8	71,4	1,43	2,03	0,83
CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + S ₄₀ + МД	73,3±2,93	69,8	77,3	2,79	3,81	1,56
CaCO ₃ (1,0 Нг) + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + S ₄₀ + МД	69,9±1,93	67,3	72,7	1,84	2,64	1,08
НІР ₀₅	4,37					

Примітка: M+m – середнє арифметичне + відхилення від середнього, Min. – мінімальне значення, Max. – максимальне значення, SD – стандартне відхилення, V, % – коефіцієнт варіації, S % – відносна похибка при n=6, p ≤ 0,05

Найнижчі рослини сої (50,5 см) сформувались у варіанті без добрив. Статистично значущий приріст висоти рослин за p ≤ 0,05 відносно контролю отримано у всіх варіантах досліду. Внесення 1,0 Нг дози CaMg(CO₃)₂ покращило ріст рослин на 24,3 % до контролю. Слід зауважити, що порівняно з односторонньою дією меліоранта статистична різниця висоти сої за p ≤ 0,05 встановлена для варіантів внесення N₅₅P₂₀K₅₀ і N₆₅P₅₀K₇₅ на фоні 1,0 Нг і N₄₅P₆₀K₆₀ на фоні 1,5 Нг CaMg(CO₃)₂, приріст рослин у висоту становив 5,9–7,2 см у середньому за два роки.

Більш широкий інтервал зміни висоти рослин сої встановлено у контролі. Відсутність додаткового живлення спричиняє суттєвішу реакцію рослин на вплив неконтрольованих факторів, як-от погодні умови, що проявилось у розмаху досліджуваної величини на рівні 16,9 см,

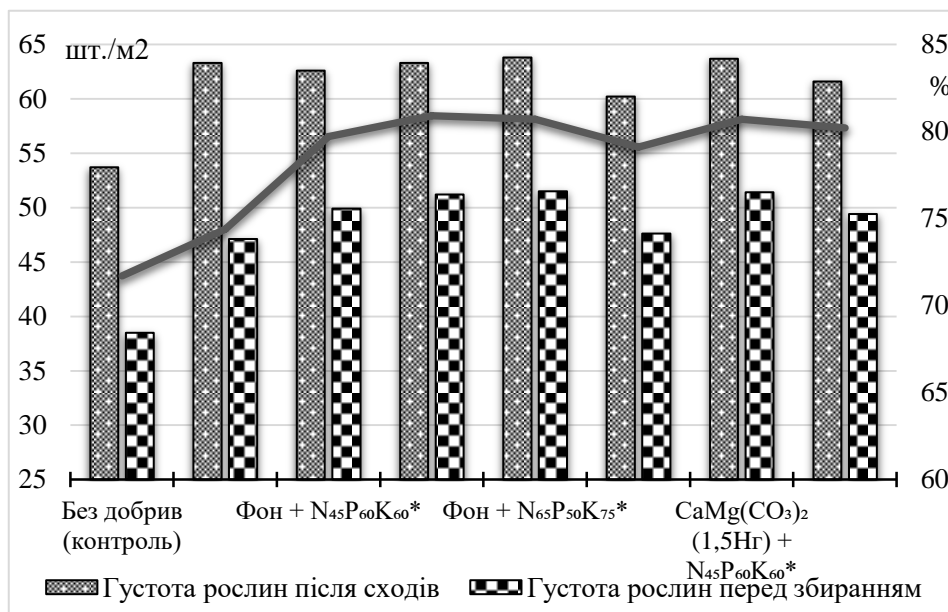
коефіцієнт варіації V, % = 17,1. Застосування добрив і хімічних меліорантів стабілізує інтервал висоти рослин, що підтверджує величина коефіцієнта варіації на рівні показників нижче за 5%.

Соя досить чутлива до браку світла та поживного режиму ґрунту. Тому важливе значення має густота рослин на посівній площі. Цей показник залежить від сортових особливостей і одночасно його можна корегувати агротехнічними заходами (нормами висіву та мінеральним живленням). Густота рослин сої залежала від рівня мінерального живлення на фоні хімічної меліорації. Вищі показники 63,3–63,8 шт./м² на час сходів були у варіантах за дози добрив N₅₅P₂₀K₅₀ і N₆₅P₅₀K₇₅ на фоні 1,0 Нг та N₄₅P₆₀K₆₀ на фоні 1,5 Нг доломітового борошна за

показника на контролі (без добрив) 38,5 шт./м² (рис. 1).

На період повної стиглості через вплив гідротермічних, біотичних, ґрунтових факторів спостерігали зменшення густоти рослин у всіх варіантах досліду до рівня 38,5–51,5 шт/м². Збере-

ження рослин протягом вегетаційного періоду було найкращим за удобрення N₅₅P₂₀K₅₀ і N₆₅P₅₀K₇₅ на фоні 1,0 Нг та N₄₅P₆₀K₆₀ на фоні 1,5 Нг СаMg(CO₃)₂ і становило 80,7–80,9 %, відносно контролю цей показник збільшився на 6,5–9,0 %.



Значний вплив на динаміку структури індивідуальної продуктивності й розмір урожайності насіння сої має біологічна реакція на зміну живлення рослин у посіві, що визначається різними дозами добрив на фоні хімічної меліорації (табл. 1).

Рис. 1. Вплив удобрення і хімічної меліорації на густоту і виживання рослин сої (середнє за 2021–2022рр.)

У середньому за два роки найменшу кількість бобів на рослині – 9,0 шт., кількість зерен – 17,9 шт., маса 1000 зерен – 160,7 г, та маса зерна з однієї рослини – 2,88 г – було сформовано на контролі.

За проведення хімічної меліорації 1,0 дози Нг СаMg(CO₃)₂ зазначені показники, крім маси 1000 зерен, зросли істотно й утворили 10,0 шт. бобів, 20 шт. зерен, маса зерна з однієї рослини 3,24 г. Слід зауважити, що маса 1000 зерен є генетичною особливістю сорту і менше залежить від агротехніки вирощування культури.

Найвищі результати за структурними одиницями врожаю сої отримано за удобрення N₆₅P₅₀K₇₅ + S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 дози Нг СаMg(CO₃)₂, де кількість бобів становила 13,7 шт., кількість зерен на рослині – 30,1 шт., маса 1000 зерен – 166,6 г, маса зерна з рослини – 5,02 г.

Проте вказана система удобрення сої не забезпечила значущої різниці показників порівняно з удобренням N₅₅P₂₀K₅₀ на фоні 1,0 Нг та N₄₅P₆₀K₆₀ на фоні 1,5 Нг доломітового борошна при p ≤ 0,05. За внесення 1,0 Нг дози СаСО₃ сформовані показники структури врожаю сої істотно не відрізнялися від отриманих у аналогічному варіанті з доломітовим борошном.

Регуляція різних доз добрив на фоні хімічної меліорації позитивно позначилась на продуктивності однієї рослини, що, відповідно, збільшило господарську врожайність сої. Встановлено, що різні дози мінеральних добрив і позакореневе підживлення на фоні хімічної меліорації сприяли кращому формуванню насінневої продуктивності сої (рис. 2).

Одностороннє внесення 1,0 Нг СаMg(CO₃)₂ у середньому за 2021-2022 рр. збільшило врожайність насіння на 37,5 % до контролю.

Застосування рекомендованої дози N₄₅P₆₀K₆₀ + S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 Нг СаMg(CO₃)₂ підвищило збір зерна з одного гектара на 103,6 %, що становило 1,16 ц/га до контролю. Найвищий ефект забезпечило застосування розрахункової дози удобрення нормативним методом N₆₅P₅₀K₇₅ + S₄₀ + мікродобриво (двічі) під сою, де середня врожайність становила 2,60 т/га, приріст до варіанта без добрив – 132,1 % і 68,8 % до фону СаMg(CO₃)₂. Але необхідно зауважити, що у менш сприятливий за погодними умовами 2021 р. істотна різниця між досліджуваними дозами повного мінерального добрива не встановлена, незалежно від виду й дози меліоранта.

Порівнянням впливу доломітового борошна та вапна на продуктивність сої

Кількість бобів і зерен на рослині, маса 1000 зерен і зерна з рослини за різного удобрення та хімічної меліорації (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіант	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість зерен на рослині, шт.	Маса 1000 насінин, шт.	Маса зерна з рослини, г
Без добрив (контроль)	9,0	17,9	160,7	2,88
CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) – фон	10,0	20,0	162,0	3,24
Фон + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + S ₄₀ + МД	12,9	27,6	164,7	4,56
Фон + N ₅₅ P ₂₀ K ₅₀ + S ₄₀ + МД	13,5	29,1	165,9	4,82
Фон + N ₆₅ P ₅₀ K ₇₅ + S ₄₀ + МД	13,7	30,1	166,6	5,02
Фон + N ₅₅ + S ₄₀ + МД	11,5	22,9	163,0	3,73
CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + S ₄₀ + МД	13,0	28,0	165,7	4,64
CaCO ₃ (1,0 Нг) + N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + S ₄₀ + МД	12,7	26,6	164,4	4,37
НІР ₀₅	0,68	2,30	4,91	0,45

визначено, що за внесення N₄₅P₆₀K₆₀ із додаванням S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 Нг дози меліорантів і 1,5 Нг дози CaMg(CO₃)₂ урожайність у середньому утворила відповідно 2,28, 2,17 і 2,40 т/га, що вказує на неістотну різницю між зазначеними варіантами.

Одностороннє внесення 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂ у середньому за 2021-2022 рр. збільшило врожайність насіння на 37,5 % до контролю.

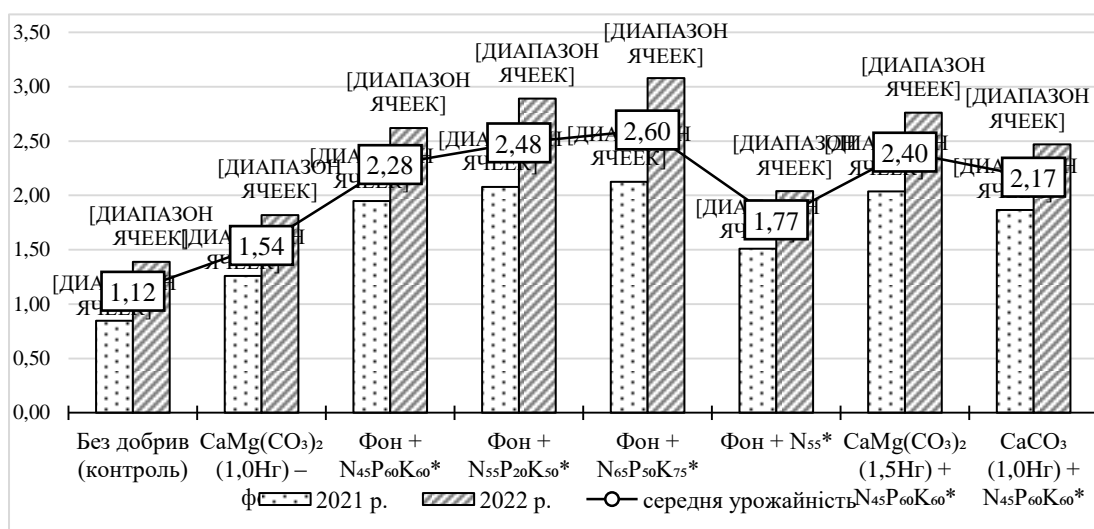
Застосування рекомендованої дози N₄₅P₆₀K₆₀ + S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂ підвищило збір зерна з одного гектара на 103,6 %, що становило 1,16 ц/га до контролю. Найвищий ефект забезпечило застосування розрахункової дози удобрення нормативним методом N₆₅P₅₀K₇₅ + S₄₀ + мікродобриво (двічі) під сою, де середня врожайність становила 2,60 т/га, приріст до варіанта без добрив – 132,1 % і 68,8 % до фону CaMg(CO₃)₂. Але необхідно зауважити, що у менш сприятливий за погодними умовами 2021 р. істотна різниця між досліджуваними дозами повного мінерального добрива не встановлена, незалежно від виду й дози меліоранта.

Порівнянням впливу доломітового борошна та вапна на продуктивність сої визначено, що за внесення N₄₅P₆₀K₆₀ із додаванням

S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 Нг дози меліорантів і 1,5 Нг дози CaMg(CO₃)₂ урожайність у середньому утворила відповідно 2,28, 2,17 і 2,40 т/га, що вказує на неістотну різницю між зазначеними варіантами.

Як показали наші дослідження, азотні добрива N₅₅ з додаванням S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 дози CaMg(CO₃)₂ вплинули на врожайність сої, яка зросла на 58,9 % без добрив і на 15,6 % до фону, але значно поступалася варіантам повного мінерального живлення.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що на дерново-підзолистому ґрунті із низьким рівнем забезпеченості азотом, калієм і високим фосфором найвищі величини структурних показників у середньому за 2021–2022 рр. сформовані у варіантах застосування розрахункових доз добрив за нормативним методом N₅₅P₂₀K₅₀ і N₆₅P₅₀K₇₅ із додаванням S₄₀ + мікродобриво (двічі) на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂, що дозволило отримати врожайність на рівні 2,48 і 2,60 т/га. Застосування рекомендованої дози N₄₅P₆₀K₆₀ за інших однакових умов у досліді не забезпечує істотного приросту врожаю насіння сої при p ≤ 0,05.



Примітка: варіанти 3-8 додатково удобрені S₄₀ + МД; НР₀₅, т/га: 2021 р. – 0,29, 2022 р. – 0,15; за роками значення з однаковими літерами не мають статистичної різниці при p ≤ 0.05

Рис. 2. Урожайність сої за різних доз удобрення і меліорації, т/га

Бібліографічний список

1. Алексеев О. О. Влияние экологических факторов на развитие и продуктивность бобово-ризобияльного симбиозу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 187–196.

2. Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононенко С. М., Коровніченко С. Г. Влияние минерального живлення на продуктивность сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 35–44. DOI: doi.org/10.31210/visnyk2020.04.04

3. Василенко М., Душко П. Поживний режим сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення сої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 97(4). С. 11–15.

4. Господаренко Г. М. Агроекономічні перспективи застосування азотних добрив під польові культури. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 6–16. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-99-1-6-16.

5. 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.

6. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та систем удобрення польових культур. Львів, 2021. 288 с.

7. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І., Галиш О. І. Формування елементів структури врожаю сої залежно від способів основного обробітку ґрунту, удобрення та передпосівної обробки насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2017. № 84. С. 114–119.

8. Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво*,

селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання. 2018. № 1. С. 173–189.

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

10. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. *Наукові праці ПДАА. Серія: Економічні науки*. 2011. Вип. 2. Т. 2. С. 215–220.

11. Соя: монографія / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2016. 400 с.

12. Статистична інформація: сільське, лісове, рибне господарство. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/sg/ppsgk/arh_ppsgk_u.html (дата звернення: 08.06.2023).

13. Стрижак А. М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 99. С. 141–147.

14. Gan Yinbo, Mark B. Peoples, Benjavan Rerkasem, The effect of N fertilizer strategy on N₂ fixation, growth and yield of vegetable soybean. *Field Crops Research*. 1997. Vol. 51. Iss. 3. P. 221–229. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(96\)03464-8](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(96)03464-8).

15. Kahraman A. Changes in the mineral composition in soybeans (*Glycine max* L.) depending on cultivation factors. *J. Elem.* 2022. No 27(3). P. 727–738. DOI: 10.5601/jelem.2021.26.4.2196.

16. Nurida Neneng Laela, Rachman Achmad. Amelioration of Acid Upland to Increase Soil Productivity and Soybean Yield. *AGRIVITA. Journal of Agricultural Science. [S.l.]*. 2020. Vol. 42, No 2. P. 350–359.

DOI: <https://doi.org/10.17503/agrivita.v42i2.1790>.

Стаття надійшла 13.06.2023