

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 631.41 + 631.811 + 661.152 + 635.655

doi: 10.25128/2078-2357.21.1-2.10

¹І. С. БРОЩАК, ²О. Б. КОНОНЧУК, ²С. В. ПИДА, ²А. І. ГЕРЦ, ²Н. В. ГЕРЦ

¹Тернопільська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»
вул. Микулинецька, 22, Тернопіль, 46006
e-mail: terno_rod@ukr.net

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: kononchuk@chem-bio.com.ua

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОБРИВА ПЛАНТАФОЛ У ПОСІВАХ СОЇ ЗА НЕСТАЧІ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ

У статті наведено результати впливу позакореневого застосування добрива ПЛАНТАФОЛ 10.54.10 у дозі 3 кг/га, яке проводили двічі з інтервалом у 10 діб, на насінневу продуктивність сої культурної сорту Аннушка, що вирощували на чорноземі типовому важкосуглинковому агробіологічній Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Ґрунту властива близька до нейтральної реакція, підвищена сума увібраних основ, низька кількість легкогідролізованого Нітрогену, середня забезпеченість гумусом і рухомим Фосфором та дуже високий рівень обмінного Калію.

На основі встановлених властивостей ґрунту та особливостей мінерального живлення рослин сої і її здатності до симбіотичної азотфіксації, запропоновано застосовувати комплексне мінеральне добриво ПЛАНТАФОЛ із збільшеним вмістом Фосфору для забезпечення оптимальної кількості макро- і мікроелементів живлення з метою підвищення продуктивності культури.

Ключові слова: продуктивність, соя культурна, чорнозем типовий, родючість ґрунту, добриво ПЛАНТАФОЛ 10.54.10.

Ґрунтовий покрив України має загальну площу 54,54 млн га [21], з яких 38,9 млн га залучено до сільськогосподарського виробництва. Найбільшу площу сільськогосподарських угідь (60 %) займають чорноземи звичайні – 10,5 млн га, з яких 88,0 % становлять рілля і чорноземи типові – 5,8 млн га і 92,0 %, відповідно, а також чорноземи південні, опідзолені та ін. [23].

У Лісостепу України найбільш важливими ґрунтами для отримання рослинницької продукції є чорноземи типові. Проте їх багаторічне нераціональне використання привело до деградації та значного зниження родючості через втрати 21,9 % гумусу, зменшення мінерального Нітрогену на 34–40 %, розчинних фосфатів – на 39–40 %, обмінного Калію – на 22–24 % [29, 35] і цей процес загалом продовжується [30, 32].

Чорноземи типові Лісостепу характеризуються глибоким (до 120–150 см) добре гумусованим профілем із вмістом гумусу в орному шарі від 2,5–3,5 % на легких суглинках і до 5,5–6,0 % – на важких суглинках і легких глинах. За гранулометричним складом це переважно середньосуглинкові різновиди – 40 % площі, дещо менше поширені важкосуглинкові – 35 % та легкосуглинкові – 25 % [9, 29, 32].

Чорноземи типові, які сформувались на лесах важкого гранулометричного складу характеризуються найвищою серед ґрунтів Лісостепу ємністю поглинання – до 45 мг-екв/100 г.

Серед увібраних катіонів абсолютно домінує Кальцій. Реакція ґрунтового розчину нейтральна, гідролітична кислотність не перевищує 1–2 мг-екв/100 г [32].

Ґрунти Тернопільської області за сучасних умов господарювання втрачають свою родючість за окремими елементами живлення. Відбувається зменшення вмісту гумусу через недостатнє внесення органічних добрив, недотримання сівозмін із малими площами багаторічних трав, інтенсивну мінералізацію, ерозійні процеси, фізичне винесення тощо. 132,1 тис. га (32,23 %) ґрунтів області кислі. У переважній більшості ґрунти регіону мають низьку і середню забезпеченість легкогідролізованим Нітрогеном і рухомим Сульфуром, середню і підвищену – рухомим Фосфором, підвищену і високу кількість обмінного Калію тощо. Середньозважений еколого-агрохімічний бал паспортизованих земель області становить 58 [34].

Зниження запасів органічної речовини і мінеральних елементів у ґрунті веде до погіршення живлення сільськогосподарських культур та зниження їх продуктивності. Особливо гостро стоїть проблема дефіциту основних елементів живлення (NPK), який в Україні становить 50 кг д. р./га, що зумовлено, перш за все, низьким рівнем внесення фосфорних добрив [2, 5, 6].

Хибним підходом для вирішення проблеми підвищення урожаю культур може бути застосування високих доз добрив. Доведено, що необхідна оптимізація всіх властивостей ґрунту і процесів, які б забезпечували його високу родючість. Дози ж мінеральних добрив у комплексі із наявними у ґрунті мінеральними елементами повинні забезпечувати збалансоване живлення рослин та враховувати екологічні принципи їх застосування [7].

Другою складовою успішного росту рослин є кореневе живлення, яке залежить від їх біологічних особливостей, забезпеченості продуктами фотосинтезу, розвитку кореневої системи, властивостей ґрунту тощо [5, 6, 44].

До прикладу, провідна білково-олійна культура – соя потребує для формування 1 т зерна та відповідної маси соломи, за даними різних авторів, залежно від системи удобрення, зокрема на чорноземі опідзоленому, у середньому 56,4 кг N, 23,7 кг P₂O₅ і 24,0 кг K₂O, тобто у співвідношенні 1:0,4:0,4 [7], 1 т зерна – 65–75 кг N, 13–17 кг P₂O₅, 18–22 кг K₂O [37].

Засвоєння елементів живлення соєю впродовж вегетації відбувається нерівномірно. Від сходів до початку цвітіння рослини засвоюють лише 18 % Нітрогену, 15 % Фосфору і 25 % Калію, а від появи суцвіть і до стадії розвитку плодів і насіння – 80, 80 і 50 %, відповідно [37].

Крім макроелементів, для сої важливі і мікроелементи, у першу чергу Бор, Молібден і Кобальт [37], які необхідні для успішного засвоєння Нітрогену з повітря, підтримання високих темпів росту, обмінних процесів, фотосинтезу, формування генеративних органів тощо [2, 5, 44].

Найкращими для вирощування сої є родючі ґрунти із нейтральною реакцією (pH 6,5–7,0) та високим вмістом органічних речовин – чорноземи, темно-сірі і каштанові типи. Непридатними для культури вважаються солонуваті важкі, дуже легкі, кислі і заболочені ґрунти. Ріст сої пригнічується вже за слабо кислої реакції ґрунтового розчину – pH < 5,5 [37].

У сучасному сільському господарстві для усунення дефіциту елементів мінерального живлення рослин у ґрунті застосовують позакореневе підживлення, яке здатне швидко компенсувати обмежене надходження речовин з ґрунту. Доведено, що використання комплексних добрив на посівах сої у різних ґрунтово-кліматичних умовах забезпечує не лише зростання урожаю культури, а і його якості [3].

Однак, ефективність такого застосування добрив залежить від багатьох факторів, зокрема наявності критичної потреби в елементі живлення у певну стадію росту рослини, доступності мінерального елемента у ґрунті, погодних умов, властивостей самого добрива тощо [5, 20, 24, 38, 41].

Відповідно, метою роботи було дослідити ефективність позакореневого підживлення сої добривом Плантафол 10.54.10 за показниками продуктивності під час вирощування на чорноземі типовому із нестачею важливих для культури елементів живлення.

Матеріал і методи досліджень

Мікропольові дослідження проводили у 2018–2020 рр. на території агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка на важкосуглинистому чорноземі типовому на лесі (координати Google: 49.542090 N, 25.568485 E) [22].

Відбирання ґрунту для агрохімічного дослідження здійснювали із польової сівозміни агробіолабораторії за ДСТУ 4287:2004 з наступною підготовкою середньої проби за ДСТУ ISO 11464:2007. Агрохімічні дослідження ґрунту проводили в Тернопільській філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Тернопіль): кислотність обмінна [18] і гідролітична [16], сума ввібраних основ [8], вміст гумусу оксидиметричним методом [14], легкогідролізований Нітроген методом Корнфілда [17], рухомий Фосфор і обмінний Калій методом Чирикова [12]. Оцінку одержаних даних агрохімічного дослідження ґрунту здійснювали відповідно ДСТУ 4362:2004.

Сою культурну вирощували за загальноприйнятою для Лісостепу України технологією [37]: висівали після кукурудзи на зерно у першу декаду травня широкорядним способом із нормою висіву 0,7 млн/га. Система обробітку ґрунту була мінімальна – осіннє і ранньовесняне фрезерування та передпосівна культивация на глибину 2–3 см. Під культуру не застосовували ґрунтового внесення мінеральних добрив та хімічного захисту від хвороб і шкідників. У боротьбі з бур'янами посіви сої у стадію «розгортання трипелюсткового листка на 2-му і 3-му вузлі» (ВВСН 12-13) [42] обприскували гербіцидом Містраль.

Під час вегетації сою культурну двічі у фенологічній стадії росту «поява суцвіття – початок цвітіння» (ВВСН 51–61) [42] з інтервалом 10 діб обприскували 1 % розчином добрива Плантафол 10.54.10 з розрахунку витрати 300 л/га (3 кг/га) [41] за допомогою ранцевого мотообприскувача. Рослини контрольного варіанту зволожували водою. Розміщення варіантів дослідів послідовне із 4-разовим повторенням [25].

Матеріалом дослідження була соя культурна (*Glycine max* Moench.) сорту Аннушка, що належить до скоростиглих сортів, має зерновий напрямок використання та середньоолійну якість зерна. Сорт в Україні визнаний придатним до поширення у всіх ґрунтово-кліматичних зонах із 2007 р. Заявником сорту є приватне підприємство «Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік»» (м. Кропивницький) [11, 39].

Для позакореневого підживлення використовували мінеральне добриво Плантафол 10.54.10 (Plantafol 10.54.10), що містить Нітрогену – 10 % (амідна форма – 2 %, аміачна – 8 %), Фосфору – 54 %, Калію – 10 %, а також мікроелементи у хелатній формі ЕДТА (EDTA) – Бор 0,02 %, Ферум – 0,07 %, Манган – 0,03 %, Цинк – 0,01 %, Купрум – 0,005 % [41].

Заявником добрив групи Плантафолів в Україні є ТОВ «АгріСол», а виробником – італійська фірма Валагро (Valagro SpA), яка випускає кілька видів Плантафолів із різним хімічним складом (N – 0–30,0 %, P₂O₅ – 10–54,0 %, K₂O – 10,0–50,0 % та мікроелементи В, Fe, Mn, Zn, Cu). Добрива пропонуються для позакореневого підживлення зернових, зернобобових, технічних, овочевих, плодово-ягідних культур, винограду і квіток закритого ґрунту у дозі 0,75–3,0 кг/га, два-чотириразово з інтервалом 1–2 тижні [10].

Визначення величини й елементів структури урожаю сої здійснювали після повного відмирання надземної частини рослин у стадію старіння (ВВСН 97-99) методом пробних майданчиків [25].

Повторення біологічних досліджень 4 разове, аналітичних – до 100. Статистичне опрацювання даних проводили за допомогою програми *Microsoft Excel*[®].

Результати досліджень та їх обговорення

Агрохімічне дослідження чорнозему типового (за номенклатурою ФАО чорноземи хаплік (Chernozems Haplic) [36]) виявило близьку до *нейтральної* реакцію ґрунтового розчину, підвищену суму ввібраних основ, середню забезпеченість гумусом і Фосфором, низький вміст легкогідролізованого Нітрогену і *дуже високий вміст обмінного Калію* (табл. 1).

Обмінна і гідролітична кислотності досліджуваного чорнозему типового були близькі до нейтральної [15] (табл. 1), що у цілому є оптимальним для вирощування більшості сільськогосподарських культур [5, 6].

Реакція ґрунтового розчину є важливим агрохімічним показником, який впливає на засвоєння рослинами мінеральних поживних речовин, визначає ефективність симбіотичної азотфіксації у бобових культур та життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, впливає на стійкість рослин до несприятливих чинників навколишнього середовища і патогенів тощо та в цілому визначає продуктивність сільськогосподарських культур [9, 28, 29, 44].

Вапнування кислих ґрунтів сприяє формуванню бульбочок і підвищує азотфіксацію, що на 80 % пов'язано саме із нейтралізацією середовища і на 20 % із впливом Кальцію [28].

Встановлена величина обмінної кислотності (рН 5,6) знаходиться на межі оптимальної величини для симбіотичної азотфіксації більшості бобових культур (рН 5,7–7,5) [28].

Ступінь кислотності, лужності та нейтральності ґрунтів тісно пов'язаний з їх насиченістю основами. Насичені основами ґрунти не мають у складі поглинального комплексу обмінних катіонів H^+ та Al^{3+} . Основи у ґрунті також визначають фракційний склад гумусу, складники якого – гумінові і фульвокислоти – не можуть перебувати в кислотній формі і насичуються основами, які утворюються під час мінералізації органічних решток та вивітрювання первинних мінералів [9].

Визначення суми увібраних основ у досліджуваному чорноземі типовому виявило її підвищений рівень – 19,0 мг-екв./100 г (табл. 1), який може вказувати на значне насичення ґрунту гідроксидами Ca, Mg та ін. елементів, що підвищують буферність ґрунту проти підкислення [9, 29].

Визначення обмінної кислотності розчином KCl у насичених основами ґрунтах є некоректним [9], і тому додатково досліджують гідролітичний показник рівня Гідрогену з використанням CH_3COONa .

Розрахунок ступеня насичення основами (СНО) досліджуваного ґрунту за визначеною гідролітичною кислотністю і сумою увібраних основ вказав на його підвищений показник – 89,8 % [9].

Зазначені близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину та підвищений рівень СНО вказують на середню потребу ґрунту у вапнуванні з врахуванням вирощуваних культур та особливостей системи удобрення [5] і є характерними показниками для чорноземів Лісостепу України, що залучені у сільськогосподарське використання [1, 9, 29].

Незважаючи на застосування мінеральних добрив у сучасному сільському господарстві, гумусові речовини ґрунтів здебільшого продовжують залишатися важливим джерелом Нітрогену, Фосфору, Сульфуру для живлення рослин та мікроорганізмів [9]. Так, у гумусових горизонтах ґрунтів більше 90 % усього Нітрогену, 80 % Сульфуру, 60 % Фосфору, а також значна частина Калію і мікроелементів перебуває у формі органічних речовин і стають доступними для рослин лише після їх мінералізації [29].

Досліджуваний ґрунт містив 2,63 % гумусу (табл. 1), що відповідає сучасним середнім показникам та вказує на належність досліджуваного ґрунту до слабогумусованої класифікаційної групи [15, 43].

Невисокий вміст гумусу і його роль як містилиця багатьох мінеральних елементів живлення рослин і мікроорганізмів [9, 29] багато в чому вплинули на низький рівень у досліджуваному ґрунті легкогідролізованих сполук Нітрогену – 102 мг/кг та середнє забезпечення рухомим Фосфором – 71 мг/кг (табл. 1).

Рослини для успішного росту постійно потребують доступних форм Нітрогену, який серед елементів живлення характеризується високою рухливістю і великою швидкістю метаболізації. Більша частина запасів елемента у ґрунті не доступна для рослин, так як входить до складу органічної речовини, переважно гумусу і рослинних залишків, які для його вивільнення повинні мінералізуватися. Необхідно також зазначити, що не весь Нітроген ґрунту і добрив, що перебуває в доступній для рослин формі, використовується ними повністю [2, 5, 6].

Важливу роль в оптимізації азотного живлення сільськогосподарських культур відіграє симбіотична азотфіксація бобовими, яка забезпечує не тільки власні потреби рослин в елементі, а й залишає до 30 % сполук Нітрогену в ґрунті для інших культур. Зокрема, загальний потенціал біологічної азотфіксації соєю становить до 50–90 кг/га за рік, з яких 10–20 кг/га залишається у ґрунті, що еквівалентно нормі азотних добрив 25–35 кг/га [2].

У досліджуваному ґрунті за багато років застосування передпосівної інокуляції сої різними штамми бульбочкових бактерій наявний великий титр ризобій, який забезпечує високу спонтанну симбіотичну азотфіксацію [27].

Засвоєння Нітрогену соєю за рахунок симбіозу може складати до 50 %, що еквівалентно 106,2 кг/га легкогідролізованого елемента під час формування урожаю зерна у 25 ц/га [2].

Дослідження рухомих сполук Фосфору за Чириковим у ґрунті польової сівозміни агробіолабораторії показало його вміст 71 мг/кг, що є середнім показником (51–100 мг/кг) [15].

Зазначений невисокий вміст Фосфору можна пов'язати із тим, що у карбонатних типах ґрунтів, яким є досліджуваний чорнозем типовий, аніон HPO_4^- зв'язується катіонами Ca^{2+} . Крім того, відомо, що максимальне засвоєння фосфору рослинами відбувається за рН 6,5, знижуючись як в кислому, так і в лужному середовищі [9].

Фосфор для сої відіграє важливу роль у формуванні репродуктивних органів, а за його нестачі гальмується клітинний поділ і ріст рослин, формуються дрібні квітки та листки. Найчутливіші до нестачі Фосфору рослини на початкових етапах росту, коли коренева система ще слаборозвинена, тому у зазначений період високоефективним є застосування позакореневого підживлення цим елементом [6, 44].

Кількісне визначення обмінного Калію у досліджуваному ґрунті встановило дуже високий його рівень (табл. 1) [15].

Таблиця 1

Агрохімічні показники ґрунту агробіолабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

Агрохімічний показник	Результат аналізу	Забезпеченість
кислотність: обмінна рН сол.	5,6	бл. до нейтральної
гідролітична, мг-екв./100 г	2,16	бл. до нейтральної
сума ввібраних основ, мг-екв./100 г	19,0	підвищена
вміст в орному шарі гумусу, %	2,63	середня
легкогідролізований Нітроген, мг/кг	102,0	низька
рухомий Фосфор, мг/кг	71,0	середня
обмінний Калій, мг/кг	189,0	дуже висока

Калій покращує якість урожаю, опірність рослин до грибних і бактеріальних хвороб. Максимальне поглинання елемента живлення відбувається в період інтенсивного наростання вегетативної маси рослин, формуванні бобів і наливу зерна [6, 37, 44].

Висока концентрація у ґрунтовому розчині Калію може інгібувати забезпечення сої Кальцієм, адже катіони K^+ є антагоністами до йонів Ca^{2+} у ґрунті [9].

У цілому, соя до початку цвітіння засвоює Калію у 1,5 та 1,8 рази більше порівняно з кількістю Нітрогену та Фосфору. Проте найбільше Калію для рослин сої необхідно у стадію формування плодів і наливу насіння [37].

Отже, агрохімічне дослідження основних показників родючості чорнозему типового агробіолабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка показало близьку до нейтральної реакцію, підвищену суму увібраних основ, які складають високу ступінь насиченості основами, а також низьку кількість легкогідролізованого Нітрогену, середню забезпеченість гумусом і рухомим Фосфором та дуже високий рівень обмінного Калію.

Враховуючи особливості біології сої культурної щодо ґрунтів, а також її здатність до ефективної симбіотичної азотфіксації на досліджуваній території і важливість впливу на

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

формування урожаю Фосфору, доцільно забезпечити культуру в критичний період її росту, у першу чергу, цим елементом.

Із групи комплексних добрив, які виробляються італійською фірмою Валагро, було відібрано для позакореневого підживлення сої Плантафол 10.54.10 у якому міститься 54 % P₂O₅ і по 10 % N і K₂O [41].

Підживлення сої сорту Аннушка добривом Плантафол 10.54.10 позитивно вплинуло на її насінневу продуктивність протягом досліджуваного періоду (табл. 2).

У 2018 р. під впливом комплексного мінерального добрива соя підвищувала урожай насіння на 17,3 % до контролю, у 2019 р. – на 18,5 % і 2020 р. – 11,1 %. Приріст урожаю за дії Плантафолу 10.54.10 у середньому за досліджувані роки склав 0,34 т/га або 15,5 % (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив добрива Плантафол 10.54.10 на урожай зерна сої культурної сорту Аннушка

Варіант	Урожайність, т/га			Середнє, т/га	Приріст	
	2018	2019	2020		т/га	%
контроль	2,84	1,57	2,17	2,19		
дослід	3,33*	1,86*	2,41*	2,53	+0,34	+15,5

Примітка: * – P < 0,05

Зростання урожаю сої під впливом комплексного добрива Плантафол 10.54.10 відповідає даним багаторічних польових досліджень із вивчення позакорневих підживлень мікродобривами зернових культур і сої зокрема, які підвищують врожай на 15,0–18,0 % [3, 40].

Аналіз елементів продуктивності показав, що збільшення урожаю насіння сої сорту Аннушка в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах за обробки Плантафолом 10.54.10 у досліджувані роки пов'язане із підвищенням деяких із них (табл. 3).

У 2018 р. зростання урожаю відбувалось за рахунок формування на 15,0 % вищого біологічного урожаю надземної маси рослин із вищою на 8,0 % густиною стеблостою, на 6,4 % висотою кріплення бобів. За дії добрива відбувалось також підвищення загальної маси насіння на рослинах – на 10,2 % і його вагомості (маси 1000 насінин) – 7,9 % порівняно з контролем, що відповідає виявленими науковцями даним щодо високої чутливості останнього показника на екзогенні впливи [31]. Під впливом Плантафолу 10.54.10 проявлялась тенденція до збільшення на 5,7 % кількості бобів і на 2,1 % кількості насінин на рослинах (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив добрива Плантафол 10.54.10 на елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка

Показник	Роки дослідів					
	2018		2019		2020	
	контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід
біологічний урожай надземної маси, т/га	5,15	5,92*	3,22	3,97*	4,52	5,07*
густота рослин, тис. шт./га	507,4	548,1*	533,3	522,2	536,8	580,2*
висота рослин, см	75,1	75,2	61,6	67,6*	69,4	72,4
кількість бобів на 1 рослину, шт.	17,7	18,7	11,4	15,1*	16,6	17,9
довжина бобів, см	4,0	3,9	4,3	4,3	4,0	4,1
кількість насінин в 1 бобові, шт.	1,86	1,83	1,90	1,91	1,87	1,88
висота кріплення нижніх бобів, см	14,0	14,9*	16,2	16,6	14,7	15,9*
кількість насінин на 1 рослину, шт.	32,8	33,5	22,1	27,9*	29,2	30,9
маса насіння на 1 рослину, г	5,9	6,5*	3,1	4,0*	4,2	4,5*
маса 1000 насінин, г	180,6	194,9*	142,5	142,1	140,7	147,9

Примітка: * – P < 0,05

У 2019 р. позакореневе підживлення мінеральним добривом зумовлювало зростання урожаю насіння сої за рахунок формування на 23,3 % до контролю вищого біологічного урожаю надземної маси, на 9,7 % – висоти рослин, тенденції у 2,5 % – зростання висоти кріплення нижніх бобів та відсутністю значних змін у густоті стеблостою. Відбувалось також значне збільшення кількості бобів на одну рослину у 32,5 %, загальної кількості – на 26,2 % і маси насіння – на 29,0 % на рослинах порівняно з контролем (табл. 3).

2020 р. відзначився зростанням під впливом позакореневого підживлення біологічного урожаю надземної маси сої на 12,2 %, густоти рослин – на 8,1 %, висоти кріплення бобів – на 8,2 % та тенденцією до більшої на 4,3 % до контролю висотою рослин. Добриво Плантафол 10.54.10 підвищувало загальну масу насіння на одну рослину на 8,8 %, за рахунок стійкої тенденції до збільшення на 7,8 % кількості бобів, 5,8 % кількості насінин та 5,1 % маси 1000 насінин порівняно з контролем (табл. 3).

У середньому за три роки польових досліджень дворазове позакореневе підживлення добривом Плантафол 10.54.10 сої культурної сорту Аннушка підвищувало урожай зерна за рахунок зростання біологічного урожаю надземної маси рослин на 16,8 %, кількості бобів і насінин на рослинах – 15,3 % і 11,4 %, відповідно, маси насіння на одній рослині – 16,0 % (табл. 4).

Зростання надземної маси сої під впливом Плантафол 10.54.10 можна пояснити активізацією ростових процесів легкодоступною амідною формою нітрогену у добриві, сприянням Фосфору розвитку бульбочок, внаслідок чого покращується забезпечення рослин Нітрогеном, а також загальною оптимізацією мінерального живлення рослин [41]. Водночас позакореневе внесення Плантафолу обумовлює зростання фотосинтетичної активності асиміляційного апарату сої [4].

Збільшення кількості бобів, а відтак і кількості та маси насінин на рослинах, пов'язане із відомим стимулюючим впливом Фосфору на закладання генеративних органів сої [26, 37].

Не зважаючи на високий вміст Фосфору у Плантафолі 10.54.10, передозування елементом, яке може викликати передчасне старіння рослин, що розпочинається із пожовтіння і відмирання старого листя та передчасного переходу до формування урожаю [6, 38, 44], у дослідях не спостерігалось, що вказує на високу ефективність і безпечність добрива.

Вклад інших структурних елементів продуктивності сої у зростання урожаю зерна був менш значимим. Зокрема, підвищувалась висота на 4,7 % і густота рослин на 4,7 % у посіві, зростала на 4,2 % вагомість насіння, на 5,7 % до контролю – висота кріплення нижніх бобів (табл. 4), що має важливе технологічне значення під час збирання культури [37]. Підвищення густоти стеблостою пов'язане із відомою стимулюючою дією, зокрема Фосфору із досліджуваного добрива та підвищеної кількості Калію із ґрунту агробіолабораторії, на стійкість рослин до хвороб і шкідників, а відтак і значнішим виживанням рослин протягом вегетації [41].

Таблиця 4

Основні елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка за дії добрива Плантафол 10.54.10, % до контролю

Показник	2018	2019	2020	Середнє
біологічний урожай надземної маси	115,0	123,3	112,2	116,8
густина рослин	108,0	97,9	108,1	104,7
висота рослин	100,1	109,7	104,3	104,7
кількість бобів на 1 рослину	105,7	132,5	107,8	115,3
довжина бобів	97,5	100,0	102,5	100,0
кількість насінин в 1 бобові	98,4	100,0	100,5	99,6
висота кріплення нижніх бобів	106,4	102,5	108,2	105,7
кількість насінин на 1 рослину	102,1	126,2	105,8	111,4
маса насіння на 1 рослину	110,2	129,0	108,8	116,0
маса 1000 насінин	107,9	99,7	105,1	104,2

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

У досліді не виявлено значних змін довжини і озернення бобів, що узгоджується із даними щодо генетичної детермінованості зазначених вище ознак та кількісної постійності закладання насіння у плодах бобових [31] (табл. 4).

Необхідно зазначити, що ефективність дії позакореневого підживлення Плантафолом залежить від багатьох факторів, зокрема і погодних умов [41], чим і можна пояснити відмінності у реакції елементів структури урожаю на добриво у досліджувані роки, зокрема, за кількістю бобів і насіння на рослинах, масою 1000 насіння (табл. 4).

Таким чином, позакореневе підживлення комплексним мінеральним добривом Плантафол 10.54.10 сої культурної сорту Аннушка, що вирощувалась на місцевому чорноземі типовому, підвищує урожай насіння у середньому на 0,34 т/га або 15,5% переважно за рахунок формування вищого на 16,8% біологічного урожаю надземної маси, 15,3% – кількості бобів, 11,4% – загальної кількості насіння, 16,0% – маси насіння на рослинах, а також менш вираженого зростання інших показників.

Встановлене зростання на 0,34 т/га урожаю зерна сої за рахунок використання добрива Плантафол дозволяє на практиці досягти вищого прибутку від вирощування культури. Розрахунок економічної ефективності позакореневого підживлення на основі базових даних, зокрема закупівельної ціни на насіння сої врожаю 2020 р. станом на лютий 2021 р., яка становила 17,2 тис. грн/т [33], вартості добрива Плантафол 10.54.10 [41], витрат на дворазове обприскування полів, очищення і осушення насіння [33], перевезення, можна одержати прибуток у розмірі 4078 грн із одного гектара (табл. 5).

Витрати на вирощування сої можна зменшити на 400 грн за рахунок позакореневого внесення добрива Плантафол у баковій суміші із пестицидами [41].

Таблиця 5

Розрахунок економічної ефективності від позакореневого підживлення сої культурної добривом Плантафол 10.54.10

Складові витрат	Ціна за одиницю	Ціна за 0,34 т/га чи за 1 га
Витрати		
добриво Плантафол 10.54.10 (потреба 6 кг), грн/кг	190	1140
очищення, осушення (ТОВ СП «Нібулон»), грн/т	165	60
обприскування посіву (оренда оприскувача), грн/га	200	400
транспортування зерна (на 100 км), грн/т-км	5	170
Всього витрати		1770
Доходи		
ціна реалізації насіння сої (ТОВ СП «Нібулон», м. Кам'янець-Подільський, лютий 2021 р.), грн/т	17200	5848
Обсяг прибутку, грн		4078

Висновки

Агрохімічне дослідження чорнозему типового агробіолабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка показало його близьку до нейтральної реакцію, підвищену суму увібраних основ, які складають підвищений ступінь насичення основами, а також низьку кількість легкогідролізованого Нітрогену, середню забезпеченість гумусом і рухомим Фосфором та дуже високий рівень рухомого Калію.

Зазначений агрохімічний склад ґрунту з врахуванням особливостей мінерального живлення рослин сої та її здатності до високоефективної симбіотичної азотфіксації може бути причиною низького урожаю перш за все через зменшену доступність Фосфору, оптимальну кількість якого можна забезпечити позакореневим підживленням.

Дослідження показали, що дворазове за вегетацію застосування добрива Плантафол 10.54.10 у дозі 3 кг/га дозволяє підвищити урожай зерна сої культурної, що вирощується на чорноземі типовому із нестачею Нітрогену, середнім вмістом Фосфору і гумусу та дуже

високою кількістю Калію за рахунок стимулювання наростання надземної вегетативної маси рослин та вищої інтенсивності утворення на них генеративних органів.

Отримані дані дозволяють пропонувати позакореневе підживлення комплексним добривом Плантафол 10.54.10 як один із елементів системи удобрення сої культурної, що зменшує недоліки кореневого живлення рослин, підвищує продуктивність культури в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах та забезпечує додатковий прибуток у розмірі 4078 грн/га.

1. Атлас почв Украинской ССР / Бреус Н. М и др.; под ред. Н. К. Крупского и Н. И. Полупана. Киев : Урожай, 1979. 160 с.
 2. Біологічний азот у системі землеробства / В. П. Патики та ін. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 12–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zemlerobstvo_2015_2_4. (дата звернення 05.02.2021).
 3. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 44–48. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.5>. (дата звернення 10.02.2021).
 4. Герц А. І., Конончук О. Б. Вплив позакореневого підживлення Плантафолом на деякі фізіологічні показники і продуктивність сої культурної (*Glycine max* Moench.). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2019. № 1 (75). С. 121–128.
 5. Городній М. М. Агрохімія: підруч. Київ : Арістей, 2008. 936 с.
 6. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.
 7. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення соєю з ґрунту й добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. 2020. Вип. 88. Харків: ННЦ «ІГА ім. О. Н. Соколовського». С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-07>. (дата звернення 25.01.2021).
 8. ГОСТ 27821-88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. [Срок действия с 1990-01-01]. Изд. офиц. Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. 7 с.
 9. Ґрунтознавство: підручник / Д. Г. Тихоненко та ін.; за ред. Д. Г. Тихоненка. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.
 10. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні за 2020 р. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html>. (дата звернення 15.01.2021).
 11. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. *Український інститут експертизи сортів рослин*. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. (дата звернення 12.01.2021).
 12. ДСТУ 4115:2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2002. 12 с.
 13. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2005. 9 с.
 14. ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 18 с.
 15. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 36 с.
 16. ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 10 с.
 17. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.
 18. ДСТУ ISO 10390:2001 Якість ґрунту. Визначання рН (ISO 10390:1994, IDT). [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2003. 14 с.
 19. ДСТУ ISO 11464:2007 Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
 20. Дудка В. Позакореневе підживлення рослин. Хибні теорії та практичні помилки. *Агроном*. 2010. URL: <https://agronom.com.ua/pozakoreneve-pidzhyvlennya-hybni-teoriyi-ta-praktychni-pomylyky/>. (дата звернення 16.02.2021).
- 78 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2021, Т. 81, № 1–2

21. Канаш О. П., Лактіонова Т. М., Медведєв В. В. Ґрунти. *Національний атлас України*. URL: http://wdc.org.ua/atlas/4100200_d.html. (дата звернення 26.01.2021).
22. Картографічні дані Google. URL: <https://www.google.com.ua/maps/@49.542127,25.568067,127m/data=!3m1!1e3?hl=uk&authuser=0>. (дата звернення 26.01.2021).
23. Козаченко Л. П. В Україні налічується 24 млн га чорноземів – вчені. *SuperAgronom.com. Головний сайт для агрономів*. URL: <https://superagronom.com/news/2430-v-ukrayini-nalichuyetsya-24-mln-ga-chornozemiv--vcheni>. (дата звернення 27.01.2021).
24. Комплексні хелатовані добрива у посівах пшениці. Науково-методичні рекомендації / Богдан М. М та ін. Київ : ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»», 2016. 32 с.
25. Конончук О. Б. Навчальна практика з основ сільського господарства: навч. посіб. 3-є вид., виправ., допов. Тернопіль : ФОП Осадца Ю. В., 2020. 136 с.
26. Конончук О. Б., Ісак Я. В., Паскевич О. Я. Вплив позакореневого підживлення добривом Плантафол на генеративні органи і продуктивність квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) і сої культурної (*Glycine max* Moench.). *Наукові читання, присвячені 120-річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором Університету святого Володимира С. Г. Навашиним*: матер. наук. читань (м. Тернопіль, 6–8 лют. 2019 р.). Тернопіль : Вектор, 2019. С. 144–149.
27. Конончук О. Б., Пида С. В., Григорюк І. П. Вплив композиції добрив «Байкалу ЕМ-1 У» та «Ризобіфит» на сою культурну (*Glycine max* (L.) Merr.). *Біоресурси і природокористування*. 2010. Т. 2, № 1–2. С. 12–21.
28. Коць С. Я., Патица В. П. Біологічна фіксація азоту та її значення в азотному живленні рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*: у 2 т. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2009. Т. 1. С. 344–386.
29. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підруч. Чернівці: Книги ХХІ, 2008. 400 с.
30. Наукові дослідження з моніторингу та обстеження сільськогосподарських угідь України за результатами Х туру (2011–2015 рр.) / за ред. І. П. Яцука. Київ, 2018. 64 с. URL: <http://www.iogu.gov.ua/publikacii/stan-gruntiv/>. (дата звернення 27.01.2021).
31. Наукові основи ведення зернового господарства / В. Ф. Сайко та ін.; за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
32. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / автор. склад: Присяжнюк М. В. та ін. Київ, 2010. 111 с. URL: http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf. (дата звернення 27.01.2021).
33. Нібулон. URL.: <https://nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html#price>. (дата звернення 12.02.2021).
34. Орник Б. І., Бровко О. З., Федорчак Ю. Т. Втоплена земля, або сучасний стан родючості ґрунтів Тернопільщини. *Охорона ґрунтів : зб. наук. пр. ДУ «Держґрунтохорона»*. 2019. Спецвипуск. Моніторинг ґрунтів як невід’ємна частина моніторингу довкілля : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 23–25 лип. 2019 р.). С. 54–55.
35. Позняк С. П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан. *Український географічний журнал*. 2016. № 1. С. 9–13.
36. Польчина С. М., Нікорич В. А., Данчу О. А. Застосування сучасної системи класифікації ґрунтів ФАО/WRB до карти ґрунтового покриття Чернівецької області. *Ґрунтознавство*. 2004. Т. 5, № 1–2. С. 27–33.
37. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / Лихочвор В. В. та ін.; за ред. Лихочвора В. В., Петриченка В. Ф. 3-є вид., виправ., допов. Львів : НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
38. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агрономія Сьогодні*. 2012. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/218-osoblyvosti-pozakorenevoho-pidzhivlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html>. (дата звернення 12.02.2021).
39. Соевий Вік. URL: <http://www.soya-ua.biznes-pro.ua/product.php?id=30420>. (дата звернення 15.02.2021).
40. Тарасенко О. Листкове підживлення зернових мікроелементами. *Пропозиція*. 2017. URL: <https://propozitsiya.com.ua/listkove-pidzhivlennya-mikroelementami-zernovih>. (дата звернення 12.02.2021).
41. AgriSol. URL: <https://agrisol.ua/>. (Last accessed: 12.02.2021).

42. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / Edited by Uwe Meier; Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 2 Edition. Berlin; Boston: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 2001. 158 p.
43. Lisovskiy Andriy, Harbar Vladyslav. Humus conditions of the Pre-Dnisterian Podolia Haplic Chernozems. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*. 2017. 27 December. P. 204–213. DOI: 10.30970/vgg.2017.51.8859. (Last accessed: 10.01.2021).
44. Marschner P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London, UK : Academic Press, 2012. 652 p. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants>. (Last accessed: 16.01.2021).

References

1. Atlas pochv Ukraynskoi SSR / Breus N. M y dr.; pod red. N. K. Krupskoho y N. Y. Polupana. Kyev : Urozhai, 1979. 160 s. [in Ukrainian]
2. Biolohichniy azot u systemi zemlerobstva / V. P. Patyka ta in. *Zemlerobstvo*. 2015. Vyp. 2. S. 12–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zemlerobstvo_2015_2_4. [in Ukrainian]
3. Hadzovskiy H. L., Novytska N. V., Martynov O. M. Urozhai i yakist zerna soi pid vplyvom inokuliatcii ta pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2020. № 111. S. 44–48. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.5>. [in Ukrainian]
4. Herts A. I., Kononchuk O. B. Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia Plantafolom na deiaki fiziolohichni pokaznyky i produktyvnist soi kulturnoi (*Glycine max* Moench.). *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. Ternopil, 2019. № 1 (75). S. 121–128. [in Ukrainian]
5. Horodnii M. M. Ahrokhimiia: pidruch. Kyiv : Aristei, 2008. 936 s. [in Ukrainian]
6. Hospodarenko H. M. Ahrokhimiia: pidruchnyk. Kyiv : Ahrarna osvita, 2013. 406 s. [in Ukrainian]
7. Hospodarenko H. M., Prokopchuk I. V., Boiko V. P. Zasvoiennia osnovnykh elementiv zhyvlennia soieiu z gruntu y dobryv. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. Mizhvid. tem. nauk. zbirnyk. 2020. Vyp. 88. Kharkiv: NNTs «IHA im. O. N. Sokolovskoho». S. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-07>. [in Ukrainian]
8. HOST 27821-88 Почвы. Определены суммы поглосченныхных основаны по методу Карпена. [Srok deistvyia s 1990-01-01]. Yzd. ofyts. Moskva : Hosudarstvennyi komytet SSSR po standartam, 1988. 7 s. [in Russian]
9. Gruntoznavstvo: pidruchnyk / D. H. Tykhonenko ta in.; za red. D. H. Tykhonenka. Kyiv : Vyscha osvita, 2005. 703 s. [in Ukrainian]
10. Derzhavnyi reiestr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini za 2020 r. *Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy*. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavnyi-reestr-pesticidiv-i-agrokhimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html>. [in Ukrainian]
11. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2020 rik. *Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn*. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslyn>. [in Ukrainian]
12. DSTU 4115:2002 Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliiu za modyfikovanykh metodom Chyrykova. [Chynnyi vid 2003-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2002. 12 s. [in Ukrainian]
13. DSTU 4287:2004 Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. [Chynnyi vid 2005-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2005. 9 s. [in Ukrainian]
14. DSTU 4289:2004 Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rehovyny. [Chynnyi vid 2005-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 18 s. [in Ukrainian]
15. DSTU 4362:2004 Yakist gruntu. Pokaznyky rodiuchosti gruntiv. [Chynnyi vid 2006-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 36 s. [in Ukrainian]
16. DSTU 7537:2014 Yakist gruntu. Vyznachennia hidrolitychnoi kyslotnosti. [Chynnyi vid 2015-04-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Minekonomrozvytku Ukrainy, 2015. 10 s. [in Ukrainian]
17. DSTU 7863:2015 Yakist gruntu. Vyznachennia lekhohidroliznoho azotu metodom Kornfilda. [Chynnyi vid 2016-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2016. 9 s. [in Ukrainian]
18. DSTU ISO 10390:2001 Yakist gruntu. Vyznachennia rN (ISO 10390:1994, IDT). [Chynnyi vid 2003-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2003. 14 s. [in Ukrainian]
19. DSTU ISO 11464:2007 Yakist gruntu. Poperednie obroblennia zrazkiv dlia fizyko-khimichnoho analizu (ISO 11464:2006, IDT). [Chynnyi vid 2009-10-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. 12 s. [in Ukrainian]
20. Dudka V. Pozakoreneve pidzhyvlennia roslyn. Khybni teorii ta praktychni pomylky. *Ahronom*. 2010. URL: <https://agronom.com.ua/pozakoreneve-pidzhyvlennya-hybni-teoriyi-ta-praktychni-pomylyky/>. [in Ukrainian]

21. Kanash O. P., Laktionova T. M., Medvediev V. V. Grunty. *Natsionalnyi atlas Ukrainy*. URL: http://wdc.org.ua/atlas/4100200_d.html. (data zvernennia 26.01.2021). [in Ukrainian]
22. Kartografichni dani Google. URL: <https://www.google.com.ua/maps/@49.542127,25.568067,127m/data=!3m1!1e3?hl=uk&authuser=0>. [in Ukrainian]
23. Kozachenko L. P. V Ukraini nalichuietsia 24 mln ha chornozemiv – vcheni. *SuperAgronom.com. Holovnyi sait dlia ahronomiv*. URL: <https://superagronom.com/news/2430-v-ukrayini-nalichuyetsya-24-mln-ga-chornozemiv--vcheni>. [in Ukrainian]
24. Kompleksni khelatovani dobryva u posivakh psheenytsi. Naukovo-metodychni rekomendatsii / Bohdan M. M ta in. Kyiv : TOV «TsP «KOMPRYNТ»», 2016. 32 s. [in Ukrainian]
25. Kononchuk O. B. Navchalna praktyka z osnov silskoho hospodarstva: navch. posib. 3-e vyd., vyprav., dopov. Ternopil : FOP Osadtsa Yu. V., 2020. 136 s. [in Ukrainian]
26. Kononchuk O. B., Isak Ya. V., Paskevych O. Ya. Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia dobryvom Plantafol na heneratyvni orhany i produktyvnist kvasoli zvychainoi (*Phaseolus vulgaris* L.) i soi kulturnoi (*Glycine max* Moench.). *Naukovi chytannia, prysviacheni 120-richchii vidkryttia podviinoho zaplidsnennia u pokrytonasennykh roslyn profesorom Universytetu sviatoho Volodymyra S. H. Navashynym: mater. nauk. chytan* (m. Ternopil, 6–8 liut. 2019 r.). Ternopil : Vektor, 2019. S. 144–149. [in Ukrainian]
27. Kononchuk O. B., Pyda S. V., Hryhoriuk I. P. Vplyv kompozytsii dobryv «Baikal EM-1 U» ta «Ryzobofit» na soi kulturnu (*Glycine max* (L.) Merr.). *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2010. T. 2, № 1-2. S. 12–21. [in Ukrainian]
28. Kots S. Ya., Patyka V. P. Biolohichna fiksatsiia azotu ta yii znachennia v azotnomu zhyvleni roslyn. *Fiziolohiia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku: u 2 t.* / NAN Ukrainy, In-t fiziolohii roslyn i henetyky, Ukr. t-vo fiziolohiv roslyn; holov. red. V. V. Morhun. Kyiv : Lohos, 2009. T. 1. S. 344–386. [in Ukrainian]
29. Nazarenko I. I., Polchyna S. M., Nikorych V. A. Gruntoznavstvo: pidruch. Chernivtsi: Knyhy KhKhI, 2008. 400 s. [in Ukrainian]
30. Naukovi doslidzhennia z monitorynhu ta obstezhennia silskohospodarskykh uhid Ukrainy za rezultatamy X turu (2011–2015 rr.) / za red. I. P. Yatsuka. Kyiv, 2018. 64 s. URL: <http://www.iogu.gov.ua/publikacii/stan-gruntiv/>. [in Ukrainian]
31. Naukovi osnovy vedennia zernovoho hospodarstva / Saiko V. F. ta in. Kyiv : Urozhai, 1994. 336 s. [in Ukrainian]
32. Natsionalna dopovid pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy / avtor. sklad: Prysiazhniuk M. V. ta in. Kyiv, 2010. 111 s. URL: http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf. [in Ukrainian]
33. Nibulon. URL.: <https://nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html#price>. [in Ukrainian]
34. Orynyk B. I., Brovko O. Z., Fedorchak Yu. T. Vtomlena zemlia, abo suchasnyi stan rodiuchosti gruntiv Ternopilshchyny. *Okhorona gruntiv : zb. nauk. pr. DU «Derzhgruntokhorona»*. 2019. Spetsvypusk. Monitorynh gruntiv yak nevidiemna chastyna monitorynhu dovkillia : materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Kyiv, 23–25 lyp. 2019 r.). S. 54–55. [in Ukrainian]
35. Pozniak S. P. Chornozemy Ukrainy: heohrafiia, heneza i suchasnyi stan. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*. 2016. № 1. S. 9–13. [in Ukrainian]
36. Polchyna S. M., Nikorych V. A., Danchu O. A. Zastosuvannia suchasnoi systemy klasyfikatsii gruntiv FAO/WRB do karty gruntovoho pokryvu Chernivetskoï oblasti. *Gruntoznavstvo*. 2004. T. 5, № 1–2. S. 27–33. [in Ukrainian]
37. Roslynyntstvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur / Lykhochvor V. V. ta in.; za red. Lykhochvora V. V., Petrychenka V. F. 3-ye vyd., vyprav., dopov. Lviv : NVF «Ukrainski tekhnolohii», 2010. 1088 s. [in Ukrainian]
38. Sanin Yu. V., Sanin V. A. Osoblyvosti pozakorenevoho pidzhyvlennia silskohospodarskykh kultur mikroelementamy. *Ahronomiia Sohodni*. 2012. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/218-osoblyvosti-pozakorenevoho-pidzhyvlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html>. [in Ukrainian]
39. Soievyi Vik. URL: <http://www.soya-ua.biznes-pro.ua/product.php?id=30420>. [in Ukrainian]
40. Tarasenko O. Lystkove pidzhyvlennia zernovykh mikroelementamy. *Propozytsiia*. 2017. URL: <https://propozitsiya.com.ua/listkove-pidzhyvlennya-mikroelementami-zernovih>. [in Ukrainian]
41. AgriSol. URL: <https://agrisol.ua/>.
42. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / Edited by Uwe Meier; Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 2 Edition. Berlin; Boston: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 2001. 158 p.

43. Lisovskiy Andriy, Harbar Vladyslav. Humus conditions of the Pre-Dnisterian Podolia Haplic Chernozems. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*. 2017. 27 December. P. 204-213. DOI: 10.30970/vgg.2017.51.8859.
44. Marschner P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London, UK : Academic Press, 2012. 652 p. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants>.

¹I. S. Broshchak, ²O. B. Kononchuk, ²S. V. Pyda, ²A. I. Herts, ²N. V. Herts

¹Ternopil branch of State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Ukraine

²Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

EFFICIENCY OF PLANTAFOL FERTILIZER IN SOYBEAN CROPS FOR LACK OF NUTRITIONAL ELEMENTS IN HAPLIC CHERNOZEMS

The agrochemical composition of chernozems typical of the agrobiological laboratory of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University has been studied and the economic expediency of using complex mineral fertilizer Plantafol 10.54.10 during cultivation of soybeans, to eliminate the shortage of some elements of mineral nutrition and increase crop productivity was analyzed.

It was found that chernozems is characterized by a close to neutral exchange (pH 5.6) and hydrolytic (2.16 mg-eq. / 100 g) reaction, an increased amount of absorbed bases (19.0 mg-eq. / 100 g) and increased rate of saturation of bases (89.8 %), which is typical of agricultural lands with high carbonate content. Chernozem soil has a low amount of easily hydrolyzed Nitrogen (102.0 mg / kg), an average supply of humus (2.63 %) and mobile Phosphorus (71.0 mg / kg) and a very high level of metabolic Potassium (189.0 mg / kg).

Based on the specified agrochemical composition of the soil, taking into account the peculiarities of mineral nutrition of soybean plants, the importance for the formation of generative organs of Phosphorus and its ability to highly effective symbiotic nitrogen fixation in the study area, it is suggested to eliminate possible shortages of soil nutrients, in the first of Phosphorus, foliar fertilization with Plantafol 10.54.10.

Complex mineral fertilizer Plantafol 10.54.10 contains Nitrogen – 10 %, Phosphorus – 54 %, Potassium – 10 %, as well as trace elements in chelated form EDTA – Boron 0.02 %, Iron – 0, 07 %, Manganese – 0.03 %, Zinc – 0.01 %, Copper – 0.005 %.

It was found that double foliar fertilization with Plantafol 10.54.10 fertilizer at a dose of 3 kg / ha increases the yield of soybean grain cultivar Annushka, which is grown on chernozems typical of agrobiolaboratory, by 0.34 t / ha or 15.5 %. Yield growth was mainly due to a 16.8 % higher biological yield of aboveground mass and an increase in the number of beans on plants – by 15.3 %, seed weight – 16.0 %, total number of seeds – 11.4 %, as well as less pronounced increase in the height of attachment of the lower beans, the density and height of plants in the crop and the weight of 1000 seeds. The length of the fruits and their glazing did not change as affected by fertilizer.

The obtained data allow to offer foliar fertilization with complex fertilizer Plantafol 10.54.10, as one of the elements of the system of soybean fertilization on chernozems with close to neutral reaction, increased amount of absorbed bases, low amount of easily hydrolyzed Nitrogen, average supply of humus and mobile Potassium and a very high level of exchangeable Potassium, which reduces the negative impact of deficiencies in the root nutrition of plants, increases crop productivity and provides additional income of 4078 UAH / ha.

Keywords: Haplic Chernozems, fertility of soils, Plantafol 10.54.10 fertilizer, soybean, productivity.

Надійшла 10.03.2021.