

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СІРКОВІСНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ Й ТОМАТІВ НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**О.М. ГЕНГАЛО, Н.П. БОРДЮЖА,
кандидати сільськогосподарських наук, доценти
Н.О. ГЕНГАЛО, Т.І. БІЛОЦЕРКІВЕЦЬ,
молодші наукові співробітники
Національний університет біоресурсів і природокористування
України
С.П. Лікар, науковий співробітник
Український інститут експертизи сортів рослин**

Наведено результати досліджень щодо впливу сірковмісних добрив на врожайність сої й томатів і показники якості зерна та плодів. Установлено, що застосування сульфату амонію з гуматами на чорноземі типовому малогумусному виявилось ефективнішим порівняно з використанням аміачної селітри і традиційного сульфату амонію.

Традиційний сульфат амонію, сульфат амонію з гуматами, аміачна селітра, чорнозем типовий, соя, томати, врожайність, показники якості.

Інтенсифікація природокористування нині становить перед землеробством усе нові й нові завдання. Гарантією забезпечення високої родючості ґрунтів, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та екологічної безпеки компонентів довкілля є збалансоване за всіма елементами мінеральне живлення з урахуванням вмісту, розподілу й трансформації поживних елементів у ґрунті. Поряд із такими елементами, як азот, фосфор і калій знаходиться сірка – другий після азоту протеїноген [1, 2].

Сірка аналогічно кругообігу азоту проходить цикл окислення в ґрунті й відновлення у рослині. Обидва ці елементи утримуються в органічних сполуках ковалентними зв'язками з вуглецем. Вони недоступні рослинам в елементарній формі, а засвоюються ними тільки в окисленому вигляді (SO_4^{2-} , NO_3^-). У ґрунтах сірка трапляється в двох формах – мінеральній та органічній. Гіпс і ангідрит є основними сульфатами, а пірит і сфалерит – основними сульфідами ґрунту. В засолених ґрунтах містяться сульфати лужних та лужноземельних металів. Усі ці сполуки разом з елементарною сіркою становлять мінеральну форму ґрунту. В гумусово-акумулятивних горизонтах сірка нагромаджується переважно у формі органічних сполук. До їхнього складу входить основна частина ґрунтової сірки. В результаті мікробіологічних процесів вона окислюється до сульфатів, які потім засвоюються рослинами і можуть нагромаджуватися ними до 0,02–1,8%. Через слабе поглинання сульфатів у ґрунтах їх мала кількість [2, 3].

Нестача сірки, як і азоту, знижує синтез білків, причому зовнішні ознаки сірчаного голодування рослин майже повністю збігається з ознаками нестачі азоту. Встановлена безумовна необхідність її для процесів дихання, фотосинтезу, азотного й вуглецевого обмінів [4]. Сірка входить до складу антибіотиків (пеніцилін), вітамінів (тіамін, біотін), ферментів, амінокислот (цистеїн, метіонін). Вона має велике значення в активації ензимів і сприяє фіксації азоту рослинами з атмосфери [3].

Позитивний вплив сірки на врожаї часто залишався непоміченим, оскільки вона діє, головним чином, не стільки на його величину, скільки на якість продукції. Одночасно винос сірки з ґрунту з урожаєм сільськогосподарських культур майже аналогічний виносу фосфору, а у деяких випадках навіть перевищує його. Якщо раніше живлення рослин сіркою забезпечувалося без додаткових витрат, то тепер і в майбутньому ресурси надходження її у ґрунт зменшуються, а потреба в ній сільського господарства зростає у зв'язку з підвищеним попитом на високоякісну сільськогосподарську продукцію [5].

В умовах сформованих ринкових відносин багато сільгосппідприємств не спроможні дотримуватися існуючих технологій вирощування культур, що призводить до дисбалансу між надходженням і виносом елементів живлення. Це спричиняє зниження родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур і вносить небезпечні зміни в екологічну ситуацію агроценозів. Порівнюючи ресурси й витрати сірки у землеробстві, багато вчених приходять до висновку, що зростає небезпека появи сірчаної недостатності, особливо в районах із річною нормою опадів понад 500 мм на рік, слабкорозвиненою промисловістю, а також на ґрунтах середнього та легкого гранулометричного складу [2,5].

Головні причини збільшення дефіциту сірки – зниження вмісту сірковмісного газу в атмосфері, заміна простих добрив на концентровані тукоsumіші без сірки, підвищення врожайності сільськогосподарських культур і зростання виносу з нею сірки. У зв'язку з цим виробництво та використання сірковмісних мінеральних добрив є актуальним, а дослідження щодо вивчення їхнього впливу на продуктивність сільськогосподарських культур заслуговують на увагу.

Мета дослідження – здійснити порівняльну оцінку використання різних видів сульфату амонію при вирощування сої й томатів на чорноземі типовому малогумусному.

Матеріали і методи дослідження. У досліді вивчали ефективність дії аміачної селітри, традиційного сульфату амонію і сульфату амонію з гуматами на фоні збалансованого фосфорно-калійного удобрення на врожайність та якість зерна сої й плодів томатів.

Ефективність дії мінеральних добрив у дослідах із соєю вивчали в 2009–2011 роках за схемою: 1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$ – фон; 3. Фон + N_{30} (Naa); 4. Фон + N_{30} (Na); 5. Фон + N_{30} (Na з гуматами); 6. Фон + N_{60} (Naa); 7. Фон + N_{60} (Na); 8. Фон + N_{60} (Na з гуматами); 9. Фон + N_{90} (Naa); 10. Фон + N_{90} (Na); 11. Фон + N_{90} (Na з гуматами).

Площа посівної ділянки – 100, облікової – 65 м², повторність досліду – триразова, розміщення варіантів – систематичне. Об'єкт дослідження – сорт сої Аннушка. Сорт занесений до реєстру сортів рослин, придатних до

поширення в Україні з 2007 року. Він рекомендується для всіх кліматичних зон і визнаний національним стандартом для ультраскоростиглих сортів.

Порівняльну оцінку ефективності застосування мінеральних добрив при вирощуванні томатів проводили в 2010–2012 роках за схемою: 1. Без добрив (контроль); 2. $N_{80}P_{90}K_{90}$ (Naa); 3. $N_{80}P_{90}K_{90}$ (Na); 4. $N_{80}P_{90}K_{90}$ (Na з гуматами).

Площа посівної ділянки – 150, облікової – 104 м², повторність досліду триразова, розміщення варіантів – систематичне. Об'єкт дослідження – томати сорту Лагідний, які висаджували в оптимальні для цієї зони строки.

Технологія вирощування обох культур – загальноприйнята для Правобережного Лісостепу України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний грубо-пилувато-легкосуглинковий на лесі, що характеризується середньою забезпеченістю лужногідролізованим азотом, підвищеною рухомими сполуками фосфору та середньою обмінним калієм.

Мінеральні добрива вносили навесні, перед проведенням ранньовесняної культивування. В досліді вивчали вплив аміачної селітри (34,5% N) (ГОСТ 2–85), суперфосфату простого гранульованого (19,5% P_2O_5) (ГОСТ 5956–78), калію хлористого (для сої) (60% K_2O) (ГОСТ 4568–95) та калімагnezія (для томатів) (28% K_2O , 8% Mg) (ТУ У 05743160.002–94), а також традиційного сульфату амонію (21% N і 24% S) та нового азот-гумінового азотного добрива – сульфату амонію (21% N і 24% S та близько 1% гумінових речовин), розробленого Національним технічним університетом України “Київським політехнічним інститутом” (ТУ У 00203826.007–94).

Урожай збирали окремо за варіантами досліду. Показники якості зерна сої й плодів томатів вивчали за загальноприйнятими в агрохімії методиками.

Результати дослідження та їхній аналіз. Для одержання стабільних валових зборів зерна сільськогосподарських культур велике значення має своєчасне й ефективне проведення заходів, спрямованих на підвищення врожайності та поліпшення якості продукції. Зростання продуктивного потенціалу сортів можливе на основі врахування рівня мінерального живлення, ґрунтово-кліматичних умов, попередника, впровадження сортової агротехніки.

У наших дослідженнях внесення мінеральних добрив позитивно впливало на врожайність сої (табл. 1)

1. Вплив мінеральних добрив на врожайність сої, т/га, середнє за 2009–2011 роки

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
1. Без добрив – контроль	2,06	–	–
2. $P_{60}K_{60}$ – фон	2,18	0,12	5,83
3. Фон + N_{30} (Naa)	2,26	0,20	9,71
4. Фон + N_{30} (Na)	2,33	0,27	13,1
5. Фон + N_{30} (Na з гуматами)	2,48	0,42	20,4
6. Фон + N_{60} (Naa)	2,77	0,71	34,5
7. Фон + N_{60} (Na)	2,93	0,87	42,2

8. Фон + N ₆₀ (Na з гуматами)	3,13	1,07	51,9
9. Фон + N ₉₀ (Naa)	2,38	0,32	15,5
10. Фон + N ₉₀ (Na)	2,56	0,50	24,3
11. Фон + N ₉₀ (Na з гуматами)	2,66	0,60	29,1
<i>HIP_{0,5}, т/га</i>	<i>0,09</i>		

Так, у контрольному варіанті врожайність зерна сої становила 2,06 т/га. У фоновому варіанті вона зросла на 0,12 т/га, або на 5,83%. За внесення N₃₀ на фоні P₆₀K₆₀ урожайність підвищилася до 2,26 (приріст до контролю 0,20) – 2,48 т/га (приріст до контролю 0,42 т/га). При використанні N₆₀ на фоні фосфорно-калійних добрив урожайність була найвищою – 2,77 т/га за внесення аміачної селітри, 2,93 т/га – традиційного сульфату амонію та 3,13 т/га – сульфату амонію з гуматами. При подальшому збільшенні норми азотних добрив до N₉₀ врожайність не зростала – вона коливалася в межах 2,38–2,66 т/га, що на 0,32–0,60 т/га вище порівняно з контролем.

Застосування мінеральних добрив позитивно впливало і на основні показники якості зерна сої (табл. 2).

2. Вплив добрив на основні показники якості зерна сої, середнє за 2009–2011 роки

Варіант досліджу	Вміст, %			
	протеїну	жиру	золи	клітковини
1. Без добрив – контроль	36,9	18,9	4,53	8,40
2. P ₆₀ K ₆₀ – фон	37,0	19,8	4,78	8,24
3. Фон + N ₃₀ (Naa)	37,2	20,3	4,84	8,17
4. Фон + N ₃₀ (Na)	37,2	20,6	5,05	8,05
5. Фон + N ₃₀ (Na з гуматами)	37,4	20,9	5,12	7,96
6. Фон + N ₆₀ (Naa)	39,1	20,6	5,28	7,75
7. Фон + N ₆₀ (Na)	39,8	21,0	5,35	7,64
8. Фон + N ₆₀ (Na з гуматами)	40,1	21,4	5,58	7,35
9. Фон + N ₉₀ (Naa)	38,7	20,4	5,19	7,91
10. Фон + N ₉₀ (Na)	38,9	20,8	5,26	7,90
11. Фон + N ₉₀ (Na з гуматами)	39,0	21,0	5,34	7,78
<i>HIP_{0,95}, %</i>	<i>0,05</i>	<i>0,35</i>	<i>0,11</i>	<i>0,07</i>

Так, уміст протеїну й жиру на контролі становив відповідно 36,9 і 18,9%. У фоновому варіанті за використання P₆₀K₆₀ ці показники були 37,0 і 19,8%. За внесення N₃₀ на фоні фосфорно-калійного удобрення вміст протеїну та жиру зріс відповідно до 37,2–37,4 і 20,3–20,9%. Найбільше їх виявилось за використання N₆₀ на фоні фосфорно-калійного удобрення – 39,1 і 20,6% за внесення аміачної селітри, 39,8 та 21,0 – традиційного сульфату амонію і 40,1 й 21,4 – сульфату амонію з гуматами. При подальшому зростанні норми азотних добрив ці показники коливалися в межах відповідно 38,7–39,0 та 20,4–21,0%.

Найвищий уміст золи спостерігався за використання N₆₀ на фоні фосфорно-калійних добрив – 5,58% за внесення сульфату амонію з гуматами, 5,35 – традиційного сульфату амонію й 5,28 – аміачної селітри при її кількості у контрольному варіанті – 4,53 та фоновому – 4,78%. За використання N₉₀ на фоні фосфорно-калійних добрив уміст золи був дещо нижчим і відповідно становив 5,34; 5,26 і 5,19% за внесення сульфату амонію з гуматами, традиційного сульфату амонію й аміачної селітри. У

варантах із застосуванням N_{30} на фоні фосфорно-калійних добрив цей показник коливався від 4,84 до 5,12% залежно від варіанта дослідів.

Вміст сирової клітковини – технологічний показник, який знижує кормову якість продукції рослинництва. В наших дослідженнях найбільше клітковини було у контрольному варіанті – 8,40%. У фоновому варіанті із внесенням фосфорно-калійних добрив її кількість дещо зменшилася і становила 8,24%.

Найнижчий вміст клітковини спостерігався за використанням N_{60} на фоні фосфорно-калійних добрив – 7,35% за внесення сульфату амонію з гуматами, 7,64 – традиційного сульфату амонію та 7,75% – аміачної селітри. Із застосуванням N_{90} на фоні фосфорно-калійних кількість клітковини зменшилася до 7,78 – 7,91%, тоді як за використання N_{30} на фоні фосфорно-калійних добрив її було 7,96 – 8,17% залежно від варіанта дослідів.

Таким чином, при вирощуванні сої внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило найвищу її врожайність з найкращими показниками якості зерна, причому використання сульфату амонію з гуматами виявилось ефективнішим, порівняно із застосуванням інших азотних добрив.

Показником ефективності будь-якого агротехнічного заходу є врожайність вирощуваної культури, яка формується під впливом конкретних ґрунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування, що зумовлюють продуктивність рослин і визначають величину та якість урожаю. Одержати високі врожаї можна лише при забезпеченні умов життєдіяльності рослинного організму, за яких усі процеси, необхідні для формування врожаю, відбуватимуться оптимально.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що внесення добрив під томати значно підвищувало врожай порівняно з контролем (табл. 3). За внесення $N_{80}P_{90}K_{90}$ (азот у вигляді аміачної селітри) приріст урожаю до контролю становив 5,2 т/га (12,9 %) завдяки збільшенню в основному кількості некондиційних плодів. Томати позитивно відреагували на заміну аміачної селітри сульфатом амонію в складі добрив, оскільки приріст урожаю становив 7,10 т/га до попереднього варіанта за рахунок зростання фракцій кондиційних і некондиційних плодів.

3. Вплив застосування добрив на врожайність томатів, т/га, середнє за 2010–2012 роки

Варіант досліджу	Урожайність плодів, т/га					Приріст до контролю					
	загальна, т/га	кондиційних		некондиційних		загальної		кондиційних		некондиційних	
		т/га	щодо загальної, %	т/га	щодо загальної, %	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Без добрив – контроль	40,4	15,6	38,6	24,8	61,4	–	–	–	–	–	–
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (Naa)	45,6	19,0	41,7	26,6	58,3	5,20	12,9	3,40	21,8	1,80	7,3
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (Na)	47,5	19,9	41,9	27,6	58,1	7,10	17,6	4,30	27,6	2,80	11,3
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (Na з гуматами)	53,1	22,6	42,6	30,5	57,4	12,70	31,4	7,00	44,9	5,70	23,0
<i>НІР_{0,5}, т/га</i>	<i>3,21</i>										

4. Вплив застосування добрив на основні показники якості, середнє за 2010–2012 роки

Варіант досліджу	Вітамін С, мг%	Загальна кислотність на суху масу, %	Цукри, %	Цукрово- кислотний індекс	NO ₃ ⁻ , мг/кг	
					початок достигання плодів	кінець достигання плодів
Без добрив – контроль	7,25	0,48	6,38	13,3	29,5	20,4
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (Naa)	5,40	0,35	5,00	14,3	35,2	21,5
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (Na)	6,45	0,40	5,31	13,3	35,9	22,9
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀ (Na з гуматами)	11,0	0,41	5,33	13,0	37,5	24,4

Застосування гумату калію у складі добрив ефективно впливало на врожайність томатів. За таких умов було досягнуто максимального її рівня – 53,1 т/га, де приріст урожаю порівняно з внесенням сульфату амонію без гуматів становив 5,6 т/га. При цьому зростала кількість як кондиційних, так і некондиційних плодів.

У сучасних умовах розвитку суспільства та зі вступом України до світової організації торгівлі конкурентоспроможність продукції, передусім, визначається її якістю. Вимоги до якості продукції ставлять також і переробні підприємства як у середині країни, так і за її межами. Тому якісним показником при вирощуванні рослинницької продукції приділяють велику увагу. При вирощуванні томатів, насамперед, звертають увагу на вміст вітаміну С, органічних кислот, цукрів та нітратів.

Нами встановлено вплив добрив на якість томатів (табл. 4). За внесення добрив у нормі $N_{80}P_{90}K_{90}$ (азот у вигляді аміачної селітри) кількість вітаміну С зменшилася від 7,25 до 5,40 мг% відносно контролю, оскільки, за даними попередніх досліджень, добрива зумовлюють зниження цього показника якості. При зміні азотного добрива сульфатом амонію цей показник виявився нижчим, ніж на контролі, але зріс порівняно із застосуванням NH_4NO_3 на 1,05%, що свідчить про ефективнішу його дію. Максимального рівня вітаміну С було досягнуто за використання гумату калію у складі сульфату амонію, де він становив 11,0 мг%, що на 3,75 % більше, ніж на контролі, та на 4,55% відносно застосування цього ж добрива без гуматів.

Загальна кислотність плодів змінювалася дещо поіншому. За внесення добрив цей показник знижувався порівняно з контролем, але використання сульфату амонію сприяло зростанню кількості кислот на 0,05% на суху масу відносно застосування такої ж самої норми азоту у вигляді аміачної селітри. Внесення гумату калію у складі добрив зумовлювало загальну кислотність томатів на аналогічному рівні.

При використанні добрив вміст цукрів у томатах знизився порівняно з контролем на 1,05–1,38%, що не суперечить результатам попередніх досліджень. За внесення сульфату амонію рівень цукрів зріс на 0,31% відносно застосування аміачної селітри в складі добрив. Вплив гуматів на цей показник не був виявлений.

У характеристиці якості томатів важливу роль відіграє цукрово-кислотний індекс, оскільки він визначає смак плодів. У результаті проведених досліджень було встановлено, що цей показник змінювався порізно залежно від використання азотного добрива. Так, за внесення аміачної селітри згаданий індекс зріс відносно контролю на 1,0 і зумовив слабокислий смак томатів при помірно кислому в контрольному варіанті. Із застосуванням сульфату амонію у складі добрив цукрово-кислотний індекс практично знаходився на рівні контролю. Внесення гумату калію в складі сульфату амонію викликало незначне зменшення його кількості – на 0,30 % порівняно з використанням чистого амонію й зумовило слабокислий смак плодів.

Застосування добрив сприяло зниженню вмісту нітратів у томатах від початку до кінця їх досягання. Слід зазначити, що максимальний їхній рівень на початку досягання був за внесення сульфату амонію з гуматами (37,5 %), а на кінець досягання – при застосуванні гумату калію у складі цього добрива (24,4 %). Це, можливо, пов'язано з вищим умістом нітратної форми азоту в ґрунті внаслідок трансформації його сполук у кореневмісному шарі, оскільки за використання $(NH_4)_2SO_4$ азот добрива зберігається в ґрунті у більшій кількості,

ніж азот аміачної селітри. Адже нітратна форма цього добрива швидко втрачається, якщо не була використана рослиною. Варто наголосити, що від початку досягання плодів до кінця рівень нітратів у продукції був у межах їхньої граничнодопустимої концентрації для томатів за всіх варіантів удобрення.

Отже, застосування сульфату амонію з гуматом калію у своєму складі виявили ефективність удобрення томатів. За його внесення одержано найвищий їхній урожай – 53,1 т/га при максимальному вмісті кондиційних (42,6%) і некондиційних плодів (57,4%) та цукрів (11,0%) й інших оптимальних показниках якості.

Висновки. Внесення N_{60} у вигляді сульфату амонію з гуматами на фоні $P_{60}K_{60}$, забезпечило найвищу врожайність сої – 3,13 т/га при вирощуванні на чорноземі типовому малогумусному.

Найбільше протеїну, жиру та золи за мінімального вмісту клітковини було за внесення N_{60} у вигляді сульфату амонію з гуматами на фоні $P_{60}K_{60}$ – відповідно 40,1; 21,4; 5,58; та 7,35%.

Використання N_{80} у вигляді сульфату амонію з гуматами на фоні $P_{90}K_{90}$ сприяло одержанню найвищої врожайності томатів – 53,1 т/га при вирощуванні на чорноземі типовому малогумусному.

Найвищу кількість кондиційних плодів забезпечило внесення $N_{80}P_{90}K_{90}$ із застосуванням нового сульфату амонію з гуматами. Найвищий уміст цукрів при оптимальному поєднанні інших показників якості виявився за внесення різних видів сульфатів амонію у складі рекомендованої норми мінеральних добрив. Використання сульфату амонію з гуматами при вирощуванні сої й томатів на чорноземі типовому малогумусному в Правобережному Лісостепу України було ефективнішим порівняно із застосуванням аміачної селітрою та традиційного сульфату амонію.

Список літератури

1. Маслова И.Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И.Я. Маслова. – Новосибирск : Наука; Сиб. Узд-я фирма, 1993. – 124с.
2. Malle Järvan. Влияние некорневой подкормки серой на элементы структуры урожая и урожай зерна мягкой озимой пшеницы / Järvan Malle, Mati Kuuskla // Conferens of the Faculty of Agronomy of EOU Estonian Research Institute of Agriculture and Jogeve Plant Breeding Institute “Agronomi 2005”. – Tartu, 2005. – Est. Agr. Univ. Trans. – 2005. – V. 220. – P. 63–65.
3. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений / А.В. Петербургский. – М. : Колос, 1971. – 336 с.
4. Welsch Daniel L. Processes affecting the response of sulfate concentrations to clearcutting in a northern hardwood forest Catskill Mountains New York USA / Daniel L. Welsch, Douglas A. Burns, Peter S. Murdoch // Biogeochemistry. – 2004 – V. 68, № 3. – P. 337–354.
5. Peller D. Optimisation de la fumure soufreen par estimation du risque de carence. 1. Colza d’automne / D. Peller, Edith Mercier, Ursula Balestra // Rev. suisse agr. – 2003. – V. 35, № 4. – P. 161–167.

Приведены результаты исследований по влиянию серосодержащих удобрений на урожайность сои и томатов, а также на показатели качества зерна и плодов. Установлено, что применение сульфата аммония с гуматами на черноземе типичном малогумусном оказалось более эффективным по сравнению с использованием аммиачной селитры и традиционного сульфата аммония.

Традиційний сульфат аммонія, сульфат аммонія з гуматами,

аммиачная селитра, чернозем типичный, соя, томаты, урожайность, показатели качества.

There are the results of studies on the influence of sulfur fertilizer on soybean yield and tomatoes and quality indices of corn and fruits. It is shown that the use of ammonium sulfate with humates on typical chernozem humus was more effective than the traditional ammonium nitrate and ammonium sulfate.

Traditional ammonium sulfate, ammonium sulfate with humate, ammonium nitrate, black soil type, soybean, tomatoes, yield, quality.