

## В.С. ПАШТЕЦЬКИЙ

Інститут сільського господарства Криму НААН  
Україна, 97513 АР Крим, смт Гвардійське, вул. К. Маркса, 107

# СТАН ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА У СТЕПОВОМУ КРИМУ

*Схарактеризовано проблему підвищення родючості ґрунтів на сільськогосподарських землях. Показано вплив систем живлення і захисту рослин на екологічний стан, продуктивність агроєкосистем та якість зерна озимої пшениці. Зроблено висновок, що сільське господарство, крім позитивної ролі у виробництві продуктів харчування, негативно впливає на рослинність агроугідь та стан ґрунту, спричиняючи ерозію ґрунтів, порушення їх структури, зміну вмісту органічної речовини, балансу елементів живлення та зниження родючості ґрунтів, а також на суміжні екосистеми.*

**Ключові слова:** родючість ґрунту, продуктивність агроєкосистем, вміст органічних речовин.

Важливим завданням державної аграрної політики в галузі раціонального використання земельних ресурсів та охорони довкілля є збереження ґрунтів. Для стабілізації вмісту гумусу у ґрунтах необхідно впровадити систему засобів їх охорони, головною складовою якої має бути біологізація землеробства, розширення посівів бобових культур, які фіксують азот повітря, оптимізація структури посівних площ приорюванням соломи та пожнивних решток. Це дасть змогу призупинити темпи дегуміфікації, поліпшити агрохімічні показники ґрунту [1].

Через зниження запасів і норм внесення гною у період трансформації системи землекористування в Україні, а також у зв'язку з переходом на біологічне землеробство виникла необхідність у вивченні альтернативних систем добрив, зокрема, з використанням як органічного добрива сидератів і соломи зернових культур.

Мета дослідження — виявлення особливостей трансформації ґрунтів Криму за різної інтенсивності землеробства.

Порівнювали періоди збільшення обсягів внесення мінеральних та органічних добрив, хімічних меліорантів (1965–1990) та різкого зниження обсягів хімізації, згор-

тання державних і регіональних програм охорони ґрунтів (1991–2004).

У умовах економічної нестабільності сільськогосподарського виробництва для збереження та підвищення родючості ґрунтів важливим завданням є використання місцевих ресурсів — органічних добрив, зокрема гною, соломи зернових культур, сидератів та біологічних препаратів. Багаторічні дослідження Інституту землеробства та ННЦ Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.М. Соколовського свідчать, що внесення органічних добрив сприяє нагромадженню у ґрунті органічної речовини [3–5]. Повернення азоту з добривами зумовлює оптимальний баланс гумусу в ґрунтах.

Відомо, що рослини беруть з гумусу близько 60 % азоту, незалежно від надходження його з мінеральними добривами. Тому без повернення в ґрунт поживних речовин нагромаджений у попередній період гумус втрачається.

З підвищенням частки мінеральних добрив збільшується питома вага легко рухомих органічних сполук унаслідок чого гумус набуває нестійкого кислотного характеру, через що він стає схильним до мінералізації та міграції по профілю. Нестабільність удобрення ґрунтів органічними та мінеральними добривами також має негативні наслідки і

може призвести до значного виснаження запасів поживних речовин та зниження родючості ґрунту [2, 6–9].

### Результати та обговорення

Спостереження за характером розвитку забур'яненості культур озимої пшениці та озимого ячменю при застосуванні різних захисних засобів показали (табл. 1), що при агротехнічному засобі захисту істотно підвищується забур'яненість посівів порівняно з варіантами, де застосовували хімічну систему захисту. Загибель бур'янів після їх обробки гербіцидами сягала 100 %. При агротехнічному засобі захисту загибель бур'янів за роки проведення дослідів (2006–2010) не перевищувала 90,6 %, а в середньому становила 81,4 %. У 2010 р. спостерігалось значне збільшення цього показника порівняно з даними 2006 р., особливо при застосуванні агротехнічного засобу захисту рослин від бур'янів. Це зумовлено збільшенням кількості стійких до гербіциду бур'янів, таких як роговик кримський, вероніка, зірочник середній, які дозрівають раніше, ніж озимі зернові культури. Для успішної боротьби з цими видами бур'янів необхідно підбирати ефективніші гербіциди чи їх бакові суміші, або підвищувати дози внесення гербіцидів до рівня, який не зашкодить культурній рослині.

Щодо попередників, то на озимій пшениці по чорному пару кількість бур'янів була значно нижчою, ніж на зайнятому парі. Кількість бур'янів на озимому ячмені як у 2006 р., так і у 2010 р. була вищою на зайнятому парі на тлі як хімічного, так і агротехнічного захисту. Особливої різниці на забур'яненних посівах озимої пшениці та озимого ячменю не виявлено при застосуванні досліджуваної системи добрив.

Загалом системи живлення та захисту рослин не мали значного впливу на бур'яни. Порівняно з агротехнічною системою захисту, захист хімічними засобами забезпечив зниження забур'яненості посіву озимих у 1,5–2,0 рази. Загибель бур'янів після

використання гербіцидів сягала 96–100 %, а при агротехнічній системі захисту — не перевищувала 90,2 %.

Щоб вести землеробство, не зменшуючи родючість, мати бездефіцитний баланс гумусу на 1 га поля у середньому слід вносити, крім мінеральних добрив, 6–7 т органічних добрив. У період зміни права власності на земельні ресурси у 1990-ті роки дози внесення у ґрунт мінеральних і органічних добрив різко зменшилися, а в деяких господарствах повністю припинили удобрювати агроугіддя. Найнижчими дози добрив були у 2003–2005 рр. (рис. 1). Загальний обсяг внесення мінеральних добрив під усі посіви 2006 р. порівняно з 1990-м зменшився в 6,9 рази і становив 17,7 тис. т у перерахунку на діючу речовину (д.р.). Із загальної кількості внесених мінеральних добрив 68,6 % (12,2 тис. т д.р.) становили азотні, 29,5 % (5,2 тис. т д.р.) — фосфорні і 1,9% (0,34 тис. т д.р.) — калійні добрива.

Дози внесення фосфорних добрив мають забезпечувати вміст рухомого фосфору, як мінімум, 20 мг/кг ґрунту. Це граничний вміст, нижче за який урожайність знижується швидкими темпами. Як свідчать дослідження Кримського інституту АПВ, для підтримки цього рівня щорічно необхідно вносити близько 25 кг  $P_2O_5$  на 1 га.

Середній рівень обмінного калію в ґрунті у Криму становить 330 мг/кг, що відповідає високій забезпеченості рослин цим елементом живлення, тому внесення калійних добрив на суходолі і в зрошуваних умовах недоцільне.

Обсяги внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур порівняно з 1990 р. зменшилися більш ніж у 31 раз — до 304,5 тис. т. У 1990 р. мінеральні й органічні добрива вносили відповідно на 85 і 17 % площ посівів. У 2006 р. мінеральні добрива внесено на 79 % площ посівів зернових культур, на 42 % — технічних, на 40 % — овочевих, на 47 % — картоплі і на 13 % — кормових культур. Водночас порівняно з 1990 р. дози внесення мінеральних добрив з

Таблиця 1. Вплив систем живлення і захисту рослин на забур'яненість озимої пшениці та озимого ячменю, шт./м<sup>2</sup>

Культура сівозміни	Попередник	Система живлення	Кількість бур'янів до обробки		Кількість бур'янів після обробки		% загибелі бур'янів	
			Система захисту рослин					
			хімічна	агро-технічна	хімічна	агро-технічна	хімічна	агро-технічна
<i>2006 р.</i>								
Озима пшениця	Чорний пар	1	26,6	61,7	0,0	6,6	100	89,3
		2	36,3	56,3	0,7	6,3	98,1	88,8
		3	43,0	55,6	0,7	6,3	98,3	88,6
		4	49,0	75,0	0,0	7,3	100	90,2
		5	41,2	68,1	0,0	6,9	97,7	87,0
	Зайнятий пар	1	79,3	128,7	1,0	18,3	98,7	85,6
		2	85,6	127,0	2,0	20,0	97,6	84,2
		3	89,0	137,3	2,3	22,0	97,4	83,7
		4	77,6	125,3	0,0	24,6	100	80,1
		5	81,4	130,5	1,5	23,8	98,3	79,9
Озимий ячмінь	Озима пшениця	1	39,3	79,6	0,0	23,0	100	71,1
		2	31,6	85,6	0,6	21,3	98,1	75,1
		3	36,3	85,3	0,6	20,0	98,3	76,5
		4	42,0	88,3	0,3	23,0	99,2	73,9
		5	38,3	82,4	0,5	21,2	99,8	75,2
	Зайнятий пар	1	48,0	131,3	0,0	19,0	100	85,5
		2	52,0	132,3	1,3	17,6	97,5	86,6
		3	53,6	124,0	0,3	21,3	99,4	82,8
		4	68,6	133,0	0,3	18,7	99,5	85,9
		5	59,7	128,9	0,7	23,4	98,3	81,3
<i>2010 р.</i>								
Озима пшениця	Чорний пар	1	264	321	1	46	99,6	85,6
		2	238	342	2	32	98,2	90,6
		3	193	284	6	39	96,9	86,3
		4	261	353	3	45	98,8	87,3
		5	276	387	8	54	97,1	86,0
	Зайнятий пар	1	312	416	4	96	98,7	76,9
		2	298	352	2	82	99,3	76,7
		3	286	364	36	73	98,9	79,9
		4	321	402	5	68	98,4	83,1
		5	343	411	7	93	97,9	77,3
Озимий ячмінь	Озима пшениця	1	246	313	3	98	98,8	68,7
		2	263	369	5	90	98,1	72,4
		3	266	399	11	70	96,8	82,4
		4	342	418	4	50	98,8	88,0
		5	324	410	6	46	98,1	88,8
	Зайнятий пар	1	332	369	3	98	99,1	75,2
		2	301	419	3	94	99,0	77,6
		3	382	398	5	99	98,7	75,1
		4	345	412	7	102	98,0	75,2
		5	298	432	4	68	98,6	84,2

Примітка. Система живлення: 1 — органо-мінеральна, рекомендована для Криму (контроль); 2 — органо-мінеральна зі співвідношенням N:P=1,0:0,6; 3 — органо-мінеральна зі співвідношенням N:P=1,0:0,4; 4 — біологічна (суто органічна): гній 7,5 т/га + солома 2,5 т/га; 5 — біологічна (суто органічна): сидерат 4 т/га + солома 2,5 т/га.

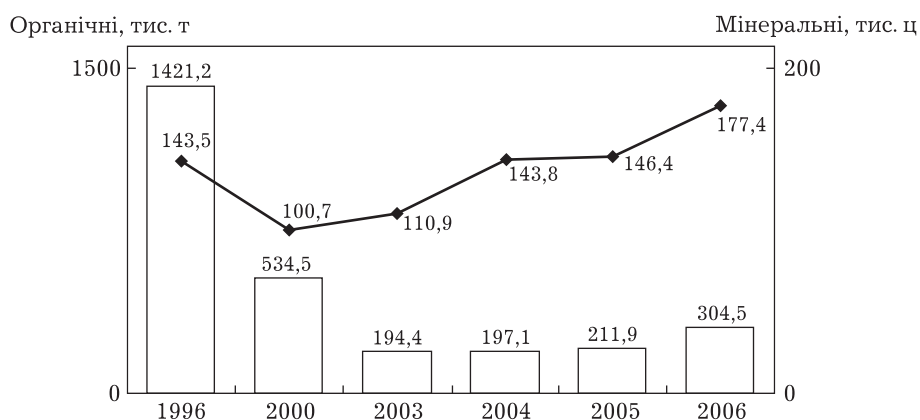


Рис. 1. Обсяг внесення добрив під посіви сільськогосподарських культур

розрахунку на 1 га посівів зменшилися в 3,2 разу.

Внесення органічних добрив зазвичай передбачалося у сівозмінах із зерновими колосовими культурами. Встановлено, що навіть при повному забезпеченні рослин мінеральним азотом урожай значною мірою (на 40–50 %) формується за рахунок власне ґрунтового азоту, який походить з гумусових речовин ґрунту. Тому, якщо не відбувається повернення в ґрунт азоту у формі органічної речовини, то навіть при інтенсивному застосуванні мінеральних добрив баланс азоту і гумусу ґрунту буде негативним.

В умовах Криму найпоширенішим прийомом при внесенні органічних добрив є їх швидке загортання в ґрунт. Тут особливо важливо вносити добрива восени під глибоку оранку, щоб вони розміщалися у вологішому шарі ґрунту, який менше пересихає. За менш глибокого закладання органічних добрив у посушливих районах Криму їхня ефективність знижується особливо різко, а внесення добрив під час поверхневого обробітку ґрунту малоефективне.

На полях сівозміни важливо правильно поєднувати органічні і мінеральні добрива. Д.М. Прянишников писав, що внесення разом гною і мінеральних добрив «дає змогу рясно забезпечити рослини засвоюваною їжею у перші фази розвитку і водночас створити у вигляді гною резерв поживних речовин, які постійно вступають у дію», тобто за-

безпечує найкращі умови живлення рослин протягом усього вегетаційного періоду.

Досліди показують, що при одночасному внесенні половинних норм гною і мінеральних добрив зазвичай отримують вищі прирости врожаю, ніж за окремого внесення повної норми кожного з цих добрив. Особливо ефективним є внесення разом гною і мінеральних добрив на ґрунтах з низькою природною родючістю. Водночас вносити гній восени під просапні культури, навіть за його наявності, практично неможливо, оскільки площі під просапними і ярими культурами суцільної сіви за 20 років зменшилися. Так, якщо кормові культури в 1990 р. займали 44 % площ, а зернові — 45,7 %, то в 2010-му — відповідно 6,1 і 78,3 %. Просапні культури дають вищі прирости врожаю на 1 т внесеного гною. Гній, внесений під просапні і озимі культури, чинить післядію на всі інші культури сівозміни, під які вносять лише мінеральні добрива.

Тенденція до зменшення норм внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур у Криму зумовлена зниженням чисельності поголів'я великої рогатої худоби та пов'язаним з цим значним скороченням площ під кормовими культурами — основним джерелом органічних добрив. Унаслідок зменшення вмісту органічної речовини в ґрунті зберігається тенденція до зниження природної родючості ґрунту. Проте встановлено, що значні

втрати гумусу в чорноземах Криму зумовлені не лише недостатнім надходженням органічної речовини в ґрунт, а й надмірно інтенсивним обробіткою ґрунту, що різко підвищує його мінералізацію. В період вегетації рослин процеси нагромадження органічної речовини переважають над процесами її руйнування. Однак у період від збору врожаю до наступної культури в ґрунті органічна речовина руйнується. Якщо ж поле залишається під паром, то ці процеси відбуваються ще інтенсивніше. Кінцевий результат може залежати від кількості і складу органічної речовини в ґрунті та на його поверхні після збирання врожаю, від повернення поживних речовин з гноєм, а також від умов розкладання органічної речовини в ґрунті. З огляду на це, органічні добрива необхідно вносити 1–2 рази за сізозміну: під пар, багаторічні трави, просапні культури, озимину та ярі зернові.

Без планомірного внесення органіки бідні на органічну речовину ґрунти стають менш стійкими до постійної активної дії ґрунтообробних знарядь в умовах інтенсивного їх використання і швидше втрачають такі агрономічно цінні властивості, як структурність, щільність, порозність, капілярність, водопроникність, вологоємність, які є показниками ґрунтової родючості. На орних ґрунтах з відчуженням більшої частини урожаїв польових культур джерелом органічної речовини є надземні і кореневі рештки рослин, а також органічні добрива, які вносять у ґрунт. Аналіз показав, що для забезпечення органікою орних земель лише наполовину від нормативних потреб тваринництву Криму за найсприятливіших обставин потрібно не менше 8–10 років. Нестача традиційних форм органічних добрив змушує шукати нові види органічних матеріалів і включати їх у сучасні агротехнології. Основним джерелом первинної органічної речовини, яка надходить у ґрунт, є рештки рослин. Вони мають такі основні переваги над іншими джерелами: удобрюють ґрунт щорічно після збирання врожаю, тоді як інші види ор-

ганічних добрив вносять у ґрунт періодично; не потребують додаткових витрат на внесення; розподіляються в ґрунті рівномірно; містять усі макро- та мікроелементи, необхідні рослинам і тваринам.

Розрізняють три групи рослинних решток: поживні рештки рослин, листостеблові, кореневі. До складу поживних решток зазвичай входить стерня злаків, частини стебел, листя та рештки надземних частин рослин, які залишаються в полі після збирання врожаю. Листостеблові частини рослин включають кореневища, кореневі шийки конюшини, люцерни, еспарцету та інших трав, залишки бульб, коренеплодів, цибулин. Кореневі рештки рослин представлені коренями вирощуваної культури.

Крім кількості рослинних решток, важливе значення має їх хімічний склад і швидкість розкладання в ґрунті. Так, рештки багаторічних трав містять велику кількість елементів живлення. Вміст азоту у корневих рештках багаторічних бобових трав становить 2,25–2,60 %, фосфору — 0,34–0,80 %, у поукісних рештках — відповідно 1,82–2,65 і 0,30–0,71 %. У коренях бобово-злакових травосумішей частка азоту становить 0,91–2,37 %, фосфору — 0,25–1,06 %, у поукісних рештках — відповідно 1,60–2,18 і 0,17–0,54 %. Злакові трави містять значно меншу кількість азоту в коренях і поукісних рештках.

На хід і швидкість розкладання рослинних решток впливають умови природного середовища (вологість, температура, рН ґрунту, вміст у ньому кисню і поживних речовин), а також хімічний склад решток.

Перетворення первинної органічної речовини в ґрунті відбувається у кілька етапів: на першому етапі — хімічна взаємодія між певними хімічними речовинами відмерлої рослини, на другому — механічна підготовка і перемішування з ґрунтом рослинних решток за допомогою ґрунтової фауни. Певної біохімічної підготовки до мікробного розкладання первинна органічна речовина зазнає при проходженні рослинної маси

крізь шлунково-кишковий тракт ґрунтових тварин. На третьому етапі перетворення свіжої органічної речовини в ґрунті відбувається мінералізація її завдяки діяльності мікроорганізмів. Насамперед мінералізуються водорозчинні органічні сполуки, а також крохмаль, пектин і білкові речовини. Значно повільніше мінералізується целюлоза, при розкладанні якої звільняється лігнін — сполука, дуже стійка до мікробіологічного розщеплювання.

Кінцевими продуктами перетворень первинної органічної речовини є мінеральні продукти ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , нітрати, фосфати, в анаеробних умовах —  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CH}_4$ ). Крім того, в ґрунті накопичуються як продукти метаболізму мікроорганізмів низькомолекулярні органічні кислоти (мурашина, оцтова, щавлева та ін.). Процеси мінералізації органічної речовини в ґрунті мають екзотермічний характер.

Спостереження за кількістю гумусу в південному малогумусному чорноземі показали, що втрати гумусу в шарі ґрунту 0–40 см упродовж 65-річного періоду в середньому становили 26 %.

При дослідженні впливу систем живлення на вміст гумусу було виявлено його

збільшення як на агроекологічних, так і на біологічних системах живлення (табл. 2).

За 19 років з дня закладання стаціонарного польового дослідження вміст гумусу збільшився, особливо у варіантах з органо-мінеральною системою живлення. Так, у контрольному варіанті з рекомендованою для Криму системою добрив для польових культур на суходолі цей показник збільшився на 0,65 %. Ще більші темпи нагромадження гумусу спостерігали у варіанті суто органічної системи живлення — 0,84 %.

При вивченні впливу систем захисту на вміст гумусу в шарі ґрунту 0–40 см виявлено, що при хімічному захисті рослин процес гумусоутворення найменш інтенсивний у варіантах з органо-мінеральною системою живлення, де замість 7,5 т гною вносили 2,5 т соломи на 1 га сівозмінної площі (варіанти 2–3) (див. табл. 2.). Отже, біологічна система добрив сприяє підвищенню вмісту гумусу у ґрунті Степового Криму, що є головним показником можливості переходу на біологічне землеробство.

Вивчення впливу систем живлення культур стаціонарної сівозміни на вміст поживних речовин засвідчило, що найбільшу кіль-

Таблиця 2. Вплив різних систем добрив та захисту рослин на вміст гумусу в шарі ґрунту 0–40 см, %

№ з/п	Система живлення	Рік відбору зразків		
		1998	2005	2008
<i>Хімічна система захисту</i>				
1	Органо-мінеральна, рекомендована для Криму (контроль)	2,17	2,28	2,67
2	Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,6	2,29	2,39	2,61
3	Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,4	2,29	2,38	2,58
4	Біологічна (суто органічна): гній 7,5 т/га + солома 2,5 т/га	2,19	2,27	2,86
5	Біологічна (суто органічна): сидерат 4 т/га + солома 2,5 т/га	—	—	2,38
<i>Агротехнічна система захисту</i>				
1	Органо-мінеральна, рекомендована для Криму (контроль)	2,21	2,23	2,55
2	Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,6	2,28	2,32	2,37
3	Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,4	2,30	2,29	2,18
4	Біологічна (суто органічна) гній 7,5 т/га + солома 2,5 т/га	2,23	2,25	2,38
5	Біологічна (суто органічна) сидерат 4 т/га + солома 2,5 т/га	—	—	2,38

На цілинній ділянці — 2,72 %

У рік закладання стаціонару — 2,02 %

Таблиця 3. Вплив систем живлення та захисту рослин на вміст поживних речовин у шарі ґрунту 0–40 см, мг/кг (2007)

Система живлення	Елементи живлення								
	N	NO <sub>3</sub> (за Кравковим)	NH <sub>4</sub> (за Тюриним)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (за Мацігіним)	K <sub>2</sub> O (за Чіріковим)	Mn 20–60	Zn 0,5–1,0	B 1,2–1,6	Mo
<i>Хімічна система захисту</i>									
Органо-мінеральна, рекомендована для Криму (контроль)	0,14	5,7	31	53	433	891	58,5	15,2	10,7
Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,6	0,15	5,0	17	42	385	963	60,1	12,0	10,2
Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,4	0,33	6,2	20	34	395	940	60,9	10,2	10,2
Біологічна (суто органічна)	0,31	5,3	22	39	440	923	58,9	12,2	10,0
<i>Агротехнічна система захисту</i>									
Органо-мінеральна, рекомендована для Криму (контроль)	0,25	4,9	29	52	420	898	60,2	13,2	16,5
Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,6	0,42	3,8	36	47	415	917	58,7	11,0	11,0
Органо-мінеральна зі співвідношенням N:P = 1,0:0,4	0,14	3,9	42	36	357	876	55,0	11,7	10,2
Біологічна (суто органічна)	0,22	4,5	28	55	415	867	60,2	7,5	10,5

кiсть амiячного азоту у ґрунті виявлено у варіантах з органо-мінеральною системою живлення на тлі хімічного захисту рослин, з поступовим зниженням цього показника при агротехнічній системі захисту (табл. 3). Амонійний азот у більшій кількості утримується при агротехнічній системі захисту.

Вміст рухомого фосфору та калію мало змінювався під впливом систем живлення і захисту рослин. Такий же вплив досліджувані системи чинили на вміст марганцю та цинку. Значний вплив на вміст бору відзначено у контрольному варіанті, де разом з мінеральними добривами вносили гній у кількості 7,5 т/га сівозмінної площі, що можна пояснити наявністю цього елемента

у гної. Вплив гною позначився і на підвищеному вмісті молібдену, особливо на тлі агротехнічного захисту рослин (див. табл. 3).

Спостереження за вмістом у ґрунті CaCO<sub>3</sub> і величиною рН показали, що вміст CaCO<sub>3</sub> значно збільшився у ґрунті за роки вирощування культур у восьмипольній сівозміні. Вищим вміст CaCO<sub>3</sub> у шарі ґрунту 0,40 см був на тлі агротехнічного захисту за рахунок активнішої діяльності ґрунтової мікрофлори при розкладанні кореневої системи. У контрольному варіанті з інтенсивнішою системою мінерального живлення відзначено такі самі високі темпи накопичення CaCO<sub>3</sub> при обох системах захисту рослин особливо у верхніх шарах ґрунту.

Таблиця 4. Вплив системи живлення і захисту рослин на вміст  $\text{CaCO}_3$  і рН у ґрунті

Показник	Шар ґрунту, см	Система живлення				Вміст на ціліні	Вміст перед закладанням дослідів
		органомінеральна, рекомендована для Криму (контроль)	органомінеральна зі співвідношенням N:P=1,0:0,6	органомінеральна зі співвідношенням N:P=1,0:0,4	біологічна (суто органічна)		
<i>Хімічний захист</i>							
$\text{CaCO}_3$ , %	0–10	1,22	1,11	1,02	1,11	0,36	0,62
	10–20	1,11	1,08	1,02	1,02	0,34	0,64
	20–30	1,21	1,02	1,02	1,02	0,41	0,67
	30–40	1,18	1,02	1,00	0,96	0,41	0,87
	0–40	1,18	1,03	1,02	1,02	0,39	0,70
рН	0–10	7,90	7,85	7,69	7,70	7,14	8,21
	10–20	8,20	7,91	7,75	7,80	7,12	8,19
	20–30	8,35	7,75	7,80	7,85	7,20	8,25
	30–40	8,45	7,92	7,86	7,80	7,29	8,33
	0–40	8,22	7,86	7,77	7,79	7,19	8,25
<i>Агротехнічний захист</i>							
$\text{CaCO}_3$ , %	0–10	1,21	1,09	1,11	1,08	—	—
	10–20	1,27	1,05	1,18	1,08	—	—
	20–30	1,11	1,02	1,23	1,08	—	—
	30–40	1,04	1,02	1,72	1,10	—	—
	0–40	1,15	1,04	1,31	1,09	—	—
рН	0–10	7,82	7,80	7,90	7,80	—	—
	10–20	8,12	7,77	8,20	7,70	—	—
	20–30	7,96	7,90	8,35	8,10	—	—
	30–40	8,00	7,94	8,65	8,05	—	—
	0–40	7,79	7,85	8,27	7,91	—	—

Підвищення лужності ґрунтового розчину відбувалось у варіантах з вивчення систем добрив, особливо на тлі хімічного захисту. Збільшення величини співвідношення органічних та мінеральних речовин сприяло зниженню лужності ґрунтового середовища (табл. 4).

Загалом за 19 років функціонування стаціонарної восьмипольної сівозміни вміст гумусу у шарі ґрунту 0–40 см збільшився. Особливо високі темпи гумусонакопичення (від 2,02 до 3,86 %) спостерігали при застосуванні біологічної системи добрив на тлі хімічного захисту рослин, а на тлі агротехнічної системи захисту найвищий вміст гумусу

на ділянках з органомінеральною системою живлення — у варіанті з рекомендованою для Криму системою живлення (2,55 %). У варіанті з органомінеральною системою живлення з внесенням  $\text{N}_{19}\text{P}_9$  та 2,5 т соломи на тлі агротехнічного захисту відзначено зниження вмісту гумусу з 2,30 % у 1998 р. до 2,18 % у 2008-му. Це свідчить про те, що вилучення поживних речовин разом з урожаєм та засвоювання їх бур'янами перевищує їх внесення в ґрунт у процесі удобрення.

Валовий вміст мікроелементів у шарі ґрунту 0–40 см мало змінювався під впливом різних систем живлення та захисту рослин. У ґрунтах стаціонарного дослідів спо-

