

**КРИВДА Ю.І.**, директор Черкаського обласного державного проектно-технічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції “Облдержродючість”

**БУДЖЕРАК А.І.**, кандидат с.-г. наук, ст. н. с., провідний агрохімік Черкаського обласного державного проектно-технічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції “Облдержродючість”

## **ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР НА РОДЮЧІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ РЕГРАДОВАНОГО**

*Наведено результати тривалих досліджень змін родючості чорноземів під впливом систем удобрення і польових культур. Установлено зміни вмісту гумусу, біофільних елементів, продуктивності сівозміни, вплив виду і доз добрив та затрат антропогенної енергії на поліпшення родючості чорнозему реградованого.*

*Leaded results of the prolonged researches of changes of fertility of black soils under the influence of systems of the fertilizing and field cultures. Established changing of the humus, biophiling elements, productivity of the crop rotation, influence of the fertilizer's type and doses, expenditures of anthropohenal energy for the improvement of the fertility of black soil regradated.*

**Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій.** Багатоваріантний пошук шляхів створення оптимальної системи застосування добрив у польовій сівозміні на чорноземних, поступово деградуючих ґрунтах центрального Лісостепу, представляється нам актуальним і забезпечує всебічне обґрунтування заходів впливу на їх родючість. Серед цих заходів найдієвішим є регулювання рівня вмісту гумусу та поживних елементів ґрунту за допомогою застосування добрив [1, 2, 6, 8, 10]. Оптимальна доза добрив визначається такими факторами як ґрунт, клімат, культура тощо [11]. Тому досить раціональними, на нашу думку, є дослідження і використання результатів тривалих стаціонарних дослідів, де поєднані вказані фактори і дані вивчень носять об'єктивний характер, сприяють стійкому функціонуванню агроєкосистем. Вивчення закономірностей дії добрив у їх сукупному прояві на рослини відкриває можливість для розробки системи керування родючістю ґрунту [3, 7, 9].

**Мета досліджень** – визначити зміни параметричних показників продуктивності чорноземів і культур сівозміни під впливом різних систем застосування добрив за умов несталої зволоження, на основі яких встановити показники енергетичних витрат.

**Матеріали і методи.** Дослідження у Тернівському відділку Черкаського НВО “Еліта” розпо-

чато в 1965 році. Ґрунт – чорнозем реградований, крупнопилувато-середньосуглинковий на карбонатному лесі; показники родючості ґрунту на час закладання дослідів подані у таблиці 2.

Передбачені схемою дослідів гній та мінеральні добрива вносили під оранку, а під пшеницю, крім того, і в підживлення (див. табл. 1).

Чергування культур у сівозміні: конюшина на 1 укіс – пшениця озима – буряк цукровий – горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – кукурудза на силос – пшениця озима – буряк цукровий – ячмінь з підсівом конюшини.

Слід зазначити, що дослідження виконувались у зоні нестійкого зволоження, де у середньому за рік випадало 555 мм опадів, з коливанням від 392 у 1975 році до 781 у 1980 році; середня їх кількість за квітень-вересень складала 329 мм, або 59 % від суми за рік.

У досліді застосовували підстилковий напівперепрілий гній з вмістом: азоту – 0,57 %, фосфору – 0,31 %, калію – 0,72 %, з мінеральних – *Naa*, *Pcg*, *Kk* (з 1976 року – *Kx*). Дози добрив орієнтовані на перспективу виробничих полів Черкаської області.

Площа посівної ділянки 210 (30 × 7), облікової – 100 (25 × 4) м<sup>2</sup>. Повторність варіантів дослідів трикратна.

Польові дослідження (обліки, спостереження) проводились у відповідності з методиками [4].

Уміст гумусу в ґрунті визначали за Тюрнімом, загальні азот, фосфор і калій у ґрунті за Майбородою.

Облік урожаю основної продукції – подільноночний, суцільний, побічної – методом перерахунку у спеціально відібраних пробах. Для обробки результатів обліку врожаю використовували методику польового дослідження [4]. Енергетичний аналіз виконували згідно інструкції [5]. Нумерація варіантів у досліді збережена.

**Результати досліджень та їх аналіз.** Одним з головних показників родючості є вміст гумусу та його запасів у ґрунті. За нашими даними, після проходження III-ої ротації у варіанті 1 без застосування основного удобрення показник умісту гумусу відносно вихідного рівня знизився на 0,67 % або на 17,4 т/га в орному (0-20 см) шарі, у 20-40-сантиметровому шарі ґрунту відбулося зменшення умісту на 0,63 % або на 16,4 т/га. Отже, у такому випадку знаходить своє відображення закон спадної родючості ґрунту. Одночасно у варіанті з внесенням у сумі за три ротації  $N_{1470}P_{1470}K_{1470}$  сумісно з 310 т гною вміст гумусу зріс на 0,07 % або на 1,8 т/га в орному та на 0,19 % або 5,0 т/га у підорному шарі ґрунту вище контролю. Таким чином, при внесенні  $N_{62}P_{62}K_{62}+15$  т/га гною на гектар ріллі вміст гумусу в усіх полях (I-III) визначення перевищив його вихідний рівень. З точки зору збереження органічної речовини ґрунту для оптимального насичення польової сівозміни за змішаної системи удобрення є доза 15 т/га ріллі гною сумісно з ( $NPK$ )<sub>62</sub>.

Застосування засобів хімізації та дія інших техногенних факторів призвели до змін стану вбирного комплексу ґрунту. Після проведення його аналізу з'ясувалося, що кислотно-основні властивості чорноземів реградованих погіршилися майже на всіх варіантах тривалого дослідження (див. табл. 2). За виключенням варіанта з органічним удобренням на решті ділянок дослідження підвищилась гідролітична кислотність та  $pH-KCl$ , зменшився ступінь насичення основами. Особливо відчутні вказані зміни на варіантах з мінеральним удобренням (вар. 2 і 18). Величина  $pH-KCl$  в орному і підорному шарах ґрунту знизилася до 4,5-5,1 одиниць. Системи застосування добрив за негативним впливом на кислотність ґрунту розміщуються так: мінеральна – орґано-мінеральна – орґанічна.

Дослідження показали, що тривале застосування мінеральних добрив змінює суму увібраних основ. Насиченість основами під впливом мінеральних добрив зменшувалась від 22,6 до 18,1-19,4 в шарі 0-20 см і від 24,1 до 19,3-20,8 мг – екв. на 100 г ґрунту в шарі 20-40 см. Інтенсивний винос карбонатів, які є важливими біогенними елементами, внаслідок використання їх з верхніх активних шарів ґрунту, може надалі викликати негативні наслідки. У результаті, насиченість ґрунту основами зменшується на 19,9 % в шарі 0 -20 см і від 95,8 до 87,3-88,6 % у шарі

20-40 см ґрунту за мінеральних систем застосування добрив. Вказане відбувається переважно внаслідок втрат обмінного кальцію, як результат мінералізації гумусу в процесі зниження його вмісту, обмінний кальцій вивільнюється і вимивається з гумусового шару атмосферними опадами [9]. Під впливом підвищених доз мінеральних добрив до рівня  $N_{93}P_{93}K_{93}$  на фоні 10 т гною на гектар сівозміної площі проходить відчуження катіонів з урожаєм та у зв'язку з витратами на нейтралізацію кислих мінеральних добрив. Тому  $pH-KCl$  тут зростає до 5,1-5,3 одиниць, отже реакція ґрунтового розчину стає слабкислою. А такі ґрунти вже потребують хімічної меліорації. Унесення вапнякових матеріалів також необхідне для компенсації відчуження кальцію з орного шару.

Загальні запаси гумусу в орному шарі функціонально відображають не лише родючість ґрунту, але й продуктивність культур сівозміни. Так, у випадку використання чорноземів реградованих без основного удобрення вона становила 42,6 ц/га зернових одиниць, а при застосуванні  $N_{93}P_{93}K_{93}+10$  т/га ріллі – 80,4 ц/га. Отже, за рахунок добрив отримано 37,8 ц з од. – решта, завдяки рівню родючості ґрунту (див. табл. 3). Довготривалі дослідження мають ту особливість, що на контрольних варіантах, де протягом кількох десятків років не вноситься основного удобрення, врожаї, як правило, нижчі, а прирости від добрив значно вищі, ніж у тимчасових дослідженнях, звідси окупність мінеральних добрив вища від сумісного їх застосування з органічними. При підвищенні доз мінеральних добрив витрати їх на одиницю врожаю зростають, а кількість отриманої продукції знижується (див. табл. 3). Це пояснюється дією добрив на рослини, в основному, одними і тими ж елементами ( $N, P_2O_5, K_2O$ ) живлення.

Показник енергетичної ефективності використання добрив, залежно від систем і рівня удобрення у польовій сівозміні, досить високий – 2,6-4,6 одиниць (див. табл. 4). Вихід біоенергії зростає у зв'язку з підвищеними дозами добрив на фоні гною. Одночасно зростає енергозатрати на добрива, а в результаті коефіцієнт енергетичної ефективності тут був 3,38 одиниць. Порівняно висока енергетична ефективність добрив – 4,61 од. за щорічного їх внесення у межах 15 т гною разом з  $N_{62}P_{62}K_{62}$ , свідчить про досить високу прирости врожаю культур польової сівозміни на чорноземах реградованих з невисокою потенціальною родючістю.

Оптимізацією кругообігу поживних елементів (див. табл. 6) можливо поліпшити енергетичний баланс (див. табл. 4), скоротивши витрати антропогенних ресурсів (див. табл. 3 і 5).

Таким чином, враховуючи сучасні ґрунтово-ландшафтні фактори та енергетичні можливості нових господарських формувань, необхідно забезпечити бездефіцитний баланс гумусу та біофільних елементів і енергії як обов'язкової умови

сталого та еколого-безпечного розвитку агроєко-систем шляхом прогресивного використання внутрішніх ресурсів у оптимальних співвідношеннях органічних та мінеральних добрив.

**Висновки.** Внесенням 12 т/га ріллі органічних добрив і одночасно  $N_{62}P_{62}K_{62}$  досягається позитивний рівень гумусного стану ( $T = 0,056$  т/га) та зниження рівня дегуміфікації ( $K_7=2,3$  од.) ґрунту.

Застосуванням добрив створюються передумови для досягнення стану родючості чорноземів реградованих, який забезпечує вихід 78-80 ц/га

зернових одиниць, високу інтенсивність балансу фосфору (206 %), калію (112 %) і близьку до оптимуму (91 %) азоту, а також високу енерго-віддачу – 4,62 одиниць.

Реалізація біопродуктивного потенціалу чорноземів реградованих центрального регіону Лісостепу України та функціонування їх на високому біопродуктивному рівні можливе за умови систематичного застосування комплексу органічних (10-12 т/га) та мінеральних добрив ( $N_{62-93}P_{62-93}K_{62-93}$ ) у зерно-бураковій сівозміні з полем багаторічних бобових трав.

ДОДАТКИ

Таблиця 1

Сума добрив, унесених у сівозміні

Варіанти дослід (удобрення)	Внесено за ротацію сівозміни			
	гною, т/га	N	$P_2O_5$	$K_2O$
кг/га				
I ротація, 1965-1974 рр.				
1. Контроль	–	20	20	20
2. Мінеральне	–	360	360	360
4. Змішане	50	360	360	360
6. Органічне	50	20	20	20
11. Змішане з підвищеними дозами мінеральних добрив	50	420	420	420
17. Змішане	50	360	360	360
18. Мінеральне – <i>НПК</i> еквівалентно варіанту 4	–	644	516	716
II ротація, 1975-1984 рр.				
1. Контроль	–	–	–	–
2. Мінеральне	–	400	400	400
4. Змішане	60	400	400	400
6. Органічне	60	–	–	–
11. Змішане з підвищеними дозами мінеральних добрив	60	620	620	620
17. Змішане з підвищеними дозами гною	90	400	400	400
18. Мінеральне – <i>НПК</i> еквівалентно варіанту 4	–	736	580	832
III ротація, 1985-1994 рр.				
1. Контроль	–	–	–	–
2. Мінеральне	–	620	620	620
4. Змішане	100	620	620	620
6. Органічне	100	–	–	–
11. Змішане з підвищеними дозами мінеральних добрив	100	930	930	930
17. Змішане з підвищеними дозами гною	150	620	620	620
18. Мінеральне – <i>НПК</i> еквівалентно варіанту 4	–	1120	921	1220

Таблиця 2

## Вплив тривалого систематичного застосування добрив на родючість чорнозему реградованого

№ варіанта	Внесено добрив на 1 га у сумі за три ротації	Шар ґрунту, см	Гумус		<i>Hr</i>	<i>S</i>	<i>V</i> , %	<i>pH-KCl</i>
			%	т/га	мг-екв. на 100 г ґрунту			
Вихідний стан – 04.09.1964 р.								
		0-20	3,03	78,8	1,85	22,6	92,6	6,2
		20-40	2,76	71,8	1,06	24,1	95,8	6,5
Після проходження III-ої ротації								
1	$N_{20}P_{20}K_{20}$	0-20	2,36	61,4	1,95	22,1	91,9	5,2
		20-40	2,13	55,4	1,55	28,0	94,1	6,4
2	$N_{1470}P_{1470}K_{1470}$	0-20	2,90	75,4	3,46	19,4	84,9	4,8
		20-40	2,80	72,8	2,67	20,8	88,6	5,1
4	$N_{1470}P_{1470}K_{1470}^+$ 210 т гною	0-20	2,89	75,1	2,63	20,4	88,6	5,1
		20-40	2,63	68,4	1,15	23,1	95,3	5,9
6	$N_{20}P_{20}K_{20}^+$ 210 т гною	0-20	2,86	74,4	1,50	21,2	93,4	6,6
		20-40	2,61	67,9	0,47	26,2	98,2	6,6
11	$N_{2040}P_{2040}K_{2040}^+$ 210 т гною	0-20	3,02	78,5	2,86	19,1	87,0	5,1
		20-40	2,82	73,3	2,11	21,2	91,0	5,3
17	$N_{1470}P_{1470}K_{1470}^+$ 310 т гною	0-20	3,10	80,6	2,77	19,5	87,6	5,1
		20-40	2,95	76,7	1,32	21,8	94,3	5,6
18	$N_{2575}P_{2084}K_{3001}$	0-20	2,84	73,8	4,36	18,1	80,4	4,5
		20-40	2,59	67,3	2,84	19,3	87,3	5,1

Таблиця 3

## Агрохімічна ефективність застосування добрив у польовій сівозміні

Варіанти дослідів (сума добрив за ротацією)	Вихід з од., ц/га		Окупність		Витрати добрив ( $N+P_2O_5+K_2O$ ) на 1 ц приросту врожаю, кг	Отримано на 1 кг добрив, кг			
	всього	за рахунок добрив	1 т гною, кг з.од.	1 кг <i>NPK</i> , кг з.од.		зерна		корене-плодів	цукру
						всього	пшениці		
1. Без добрив	42,6	–	–	–	–	–	–	–	–
2. $N_{620}P_{620}K_{620}$	72,7	30,1	–	16,2	6,18	4,2	2,6	29,0	3,7
4. $N_{620}P_{620}K_{620}^+$ 100 т гною	78,2	35,6	–	10,5	9,56	2,9	2,0	16,9	2,4
6. 100 т гною	64,9	22,3	14,4	–	5,18	2,8	1,4	32,2	5,1
11. $N_{930}P_{930}K_{930}^+$ 100 т гною	80,4	37,8	–	8,7	11,47	2,2	1,5	13,6	1,8
16. $N_{620}P_{620}K_{620}^+$ 150 т гною	77,3	34,7	–	8,5	11,76	2,2	1,5	14,8	2,0
18. $N_{1120}P_{921}K_{1220}$	78,8	36,2	–	10,6	9,41	2,5	1,8	17,0	2,1

Таблиця 4

## Біоенергетична ефективність застосування добрив

№ вар.	Варіанти	Приріст врожаю від добрив у з.о.	Вихід енергії за рахунок добрив, МДж	Енерго-затрати на добрива, МДж	Енерговіддача від добрив, одиниць
1	Без добрив (контроль)	–	–	–	–
4	$N_{62}P_{62}K_{62}+10$ т гною	36,9	315,9	68,2	4,60
11	$N_{93}P_{93}K_{93}+10$ т гною	40,1	343,2	101,6	3,38
17	$N_{62}P_{62}K_{62}+15$ т гною	37,1	317,6	68,9	4,61
18	$N_{113}P_{113}K_{113}$	36,6	313,4	120,3	2,60

Таблиця 5

**Економічна ефективність застосування добрив**

Показник	Варіанти				
	1	4	11	17	18
Внесено добрив, кг/га д.р.	2	140	195	145	140
Отримано з.од., ц/га	51,1	88,0	91,2	88,2	87,7
Приріст за рахунок добрив, ц/га	–	36,9	40,1	37,1	36,6
Вартість приросту, грн.	–	184,5	200,5	185,5	183,0
Витрати на використання добрив, грн.	–	51,1	71,2	52,9	51,1
Умовно чистий дохід:					
всього	–	133,4	129,3	132,6	131,9
на 1 грн. витрат	–	2,61	1,82	2,51	2,58

Таблиця 6

**Баланс поживних речовин**

Варіанти дослідів	Надійшло з добривами, насінням, атмосферними опадами, кг			Внесено урожаєм, кг			Баланс, кг			Інтенсивність балансу		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Без добрив (контроль)	11	2	7	80	24	73	-69	-22	-66	14	8	10
2. N <sub>62</sub> P <sub>62</sub> K <sub>62</sub>	73	64	69	140	46	121	-67	+18	-52	52	139	57
4. N <sub>62</sub> P <sub>62</sub> K <sub>62</sub> <sup>+</sup> 10 т гною	123	95	143	151	50	144	-28	+45	-1	81	190	99
6. 100 тонн гною	61	33	81	118	36	112	-57	-3	-31	52	92	72
11. N <sub>93</sub> P <sub>93</sub> K <sub>93</sub> <sup>+</sup> 10 т гною	154	126	174	180	58	180	-26	-68	-6	86	217	97
17. N <sub>62</sub> P <sub>62</sub> K <sub>62</sub> <sup>+</sup> 15 т гною	148	107	158	162	52	155	-14	+55	+19	91	206	112
18. N <sub>113</sub> P <sub>94</sub> K <sub>127</sub>	123	95	143	168	51	159	-45	+44	-16	73	186	90

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Аркуша В.Е., Буджерак А.І. Влияние длительного применения навоза и минеральных удобрений на продуктивность культур полевого севооборота и плодородие чернозёма реградированного правобережной Лесостепи Украины // Агрохимия. – 1998. – № 3. – С. 31-37.
2. Аркуша В.Е., Буджерак А.І. Влияние длительного возделывания на неудобренном фоне культур зерносвекловичного севооборота на их урожай и агрохимические показатели чернозёма реградированного // Агрохимия. – 1998. – № 11. – С. 11-17.
3. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. – К.: ЗАТ “Нічлава”, 2002. – 344 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Инструкция и нормативы по определению экономической и энергетической эффективности применения удобрений. – М., 1987. – 45 с.
6. Ковтун И.И., Гайса Н.Н., Митрофанов Б.А. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии. – Л.: Госметеиздат, 1990. – 388 с.
7. Кук Д.У. Система применения удобрений для получения максимальных урожаев. – М.: Колос, 1975. – 416 с.
8. Лісовий М.В. Застосування мінеральних добрив та відновлення родючості ґрунтів в умовах сучасного землеробства // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 3. – С. 15-17.
9. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 220 с.
10. Тараріко О.Г. Теоретичні і практичні основи сталого розвитку агроекологічних систем // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 9. – С. 10-15.
11. Томпсон Л.М., Трой Ф.Р. Почвы и их плодородие. – М.: Колос, 1982. – 462 с.