

## ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ У ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВІДТВОРЕННЯ

О. Л. Романенко<sup>1</sup>, І. С. Куц<sup>1</sup>, А. В. Агафонова<sup>1</sup>, Ю. О. Тенюх<sup>1</sup>, М. М. Солодушко<sup>2</sup>, Н. М. Усова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Запорізька філія Державної установи "Інститут охорони ґрунтів України",

вул. Дослідна станція, 94, м. Запоріжжя, 69031, Україна

<sup>2</sup> Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна

<sup>3</sup> Інститут олійних культур НААН, вул. Інститутська, 1, смт. Сонячне, Запорізький район, Запорізька область, 70417, Україна

Узагальнено результати двадцятирічних досліджень застосування органічних і мінеральних добрив та з'ясовано їх вплив на вміст гумусу і поживних речовин у ґрунтах Запорізької області. Для контролю за станом родючості ґрунтів проводився обрахунок балансу гумусу і поживних речовин, що уможливило визначити наскільки елементи живлення з внесених добрив переक्रивають винос їх урожаєм сільськогосподарських культур.

За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення з'ясована динаміка змін вмісту гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомих сполук фосфору та калію за останні 18 років. Середньозважений вміст гумусу в ґрунтах у VIII турі становив 3,44 %, IX – 3,52, X – 3,40, XI (2016–2018 рр.) – 3,57 %, що свідчить про стабільність цього показника. Середньозважений вміст легкогідролізованого азоту протягом усіх турів мав близькі значення (83,6–90,3 мг/кг абсолютно сухого ґрунту) і відповідав низькому рівню забезпечення. Вміст рухомих сполук фосфору впродовж VIII–IX туру був досить стабільним (97,1–101,6 мг/кг), а в X–XI турі спостерігалось навіть його збільшення до 123,3–123,4 мг/кг. Фосфорний режим ґрунтів є стабільним і відповідає підвищеному рівню забезпечення, крім IX туру (середній). Калійний режим ґрунту протягом 18 років був стабільним, рівень забезпечення – високий (159,6–176,8 мг/кг).

Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах області – від'ємний. Але простежується тенденція до його позитивних змін, якщо порівнювати результати за перший (2003–2014 рр.) та другий (2003–2018 рр.) досліджувані періоди. Так, для досягнення позитивного балансу гумусу необхідно внести 2 т/га соломи (+400 кг/га), 20 кг/га д. р. азотних добрив та 6,4 т/га гною, а в 2003–2018 рр. ці показники становили: 2 т/га соломи (+400 кг/га), 20 кг/га д. р. азоту, 5,8 т/га гною.

**Ключові слова:** ґрунт, баланс, динаміка, гумус, родючість, органічні та мінеральні добрива.

Згідно з Конституцією України, Земельним Кодексом і низкою законів земельні ресурси є основним національним багатством, тому потребують особливого захисту з боку держави.

Ґрунти України добре вивчені, але це не стало на заваді інтенсивного розвитку

процесів їх деградації. Майже третина орних ґрунтів – еродовані, втрачено до 30 % органічної речовини, і майже всі вони у підорному шарі ущільнені, помітно знижуються запаси поживних речовин [1].

Серйозною проблемою сьогодення є посилення ерозійних процесів, дегумініфікація

### Інформація про авторів:

**Романенко Олександр Леонідович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу науково-організаційної та аналітичної роботи, заступник директора, e-mail: zpgrunt@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-7619-3502>

**Куц Ірина Станіславівна**, директор, e-mail: zpgrunt@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2015-8801>

**Агафонова Антоніна Валеріївна**, завідувач лаб. аналітичного забезпечення агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель, довкілля та якості продукції, e-mail: zpgrunt@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3785-642X>

**Тенюх Юлія Олександрівна**, завідувач відділу агрохімічної паспортизації земель та землевпорядних робіт, e-mail: zpgrunt@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5981-9641>

**Солодушко Микола Миколайович**, канд. с.-г. наук, старший наук. співробітник, завідувач лаб. агробіологічних ресурсів озимих зернових культур, e-mail: solodushko.nv@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-6329-5227>

**Усова Надія Миколаївна**, наук. співробітник, завідувач лаб. агротехніки зернових культур, e-mail: usova28@i.ua, <http://orcid.org/0000-0002-7241-7601>

та інтенсивне збіднення на поживні елементи, підкислення і засолення, переущільнення та погіршення структури ґрунтів. Суттєву небезпеку для природного середовища становить забруднення ґрунтів радіонуклідами, важкими металами і патогенами.

У зв'язку з незбалансованою дефіцитною системою землеробства має місце втрата значної частини гумусу і поживних речовин, а невеликі дози внесення органічних та мінеральних добрив не забезпечують відтворення родючості ґрунтів. Тому поряд зі створенням передумов для підвищення врожайності польових культур необхідно постійно удаватися до заходів її збереження та відтворення.

Завдяки агрохімічній паспортизації земель сільськогосподарського призначення, яку проводить Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» і його філії, здійснюється державний контроль за зміною показників родючості та екологічної безпеки ґрунтів, раціональним використанням земель. Достовірна інформація про динаміку родючості ґрунтів у просторі та часі є основою ефективного використання земельних ресурсів і одержання високих стабільних та екологічно безпечних урожаїв сільськогосподарських культур [2].

**Мета дослідження** – оцінка стану родючості ґрунтів, визначення шляхів відтворення їх родючості та з'ясування проблем і перспектив органічного та мінерального живлення ґрунтів Запорізької області впродовж 2000–2018 рр. для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу і поживних речовин.

**Матеріали і методика дослідження.** Аналіз динаміки застосування органо-мінеральних добрив, розрахунків балансу гумусу та поживних речовин проводився з використанням матеріалів статистичної звітності обсягів внесення добрив (форма № 9-б сг) і посівної площі, валових зборів сільськогосподарських культур (форма № 29 сг), методики обчислення втрат поживних речовин та гумусу за балансовими розрахунками [3, 4].

Зважаючи на дані ґрунтового обстеження, найбільш поширеними ґрунтами області є чорноземи звичайні малогумусні (33,2 %), чорноземи звичайні малогумусні малопотужні (20,6 %), чорноземи південні (23,3 %), темно-каштанові та каштанові (11,3 %).

**Результати дослідження.** У період інтенсифікації сільськогосподарського виробництва (з 1965 по 1990 рр.) застосування мінеральних добрив в Україні постійно збільшувалося. Максимальний результат був досягнутий у період 1985–1990 рр., коли в Степу щороку вносили 6,6 т/га органічних добрив та 114 кг/га туків в д. р. (57 кг азоту, 37 фосфору, 20 кг калію). У 1990 р. в Запорізькій області був рекордний урожай зернових культур: валовий збір – 3093,7 тис. т, урожайність зерна – 3,83 т/га, в тому числі пшениці озимої – 2402,1 тис. т (4,25 т/га).

Аналіз результатів внесення добрив у землеробстві Запорізької області протягом останніх 19 років свідчить про те, що обсяги їх використання по роках істотно варіювали. Найменше мінеральних добрив під польові культури було внесено у 2000 р. – 10 тис. т (7,7 кг/га), а з 2001 р. спостерігалось незначне збільшення кількості їх внесення (табл. 1, рис.). За період з 2000 р. до 2005 р. цей показник підвищився на 11,4 тис. т (з 10,0 до 21,4 тис. т), або на 12,3 кг/га туків (з 7,7 до 20,0 кг/га). Упродовж наступних п'яти років (2006–2010) обсяги внесення добрив підвищилися до 42,0 тис. т (38,0 кг/га). Протягом 2011–2015 рр. мало місце несуттєве збільшення кількості внесених добрив – 46,0–52,0 тис. т (42,0–49,0 кг/га). Найбільше їх було внесено за останні 3 роки (2016–2018). У 2016 р. під урожай польових культур використано поживних речовин 67,3 тис. т (63,0 кг/га), 2017 р. – 91,4 тис. т (82,0 кг/га), 2018 р. – 110,1 тис. т (102,0 кг/га). Порівняно з 2000 р. за останні 3 роки відбулися досить вагомі зміни. Так, у 2018 р. було внесено мінеральних добрив з розрахунку на посівну площу в 11 раз більше, ніж у 2000 р., а на 1 га – в 13,2 раза.

Слід відзначити, що за умови збереження таких темпів збільшення обсягів внесення мінеральних добрив, які мали місце протягом 2016–2018 рр., є реальна можливість в найближчому майбутньому добитися майже оптимального насичення сівозміни елементами живлення.

Для умов Степу визначено оптимальне насичення 1 га сівозміної площі добривами, що становить 8–10 т/га гною, близько 60 кг азоту і фосфору та 30 кг калію [5]. Цей рівень удобрення забезпечує не тільки підви-

щення продуктивності сівозміни на 26–36 %, але й створює належні умови для відтворення родючості ґрунту.

У середньому за період 2000–2018 рр. в землеробстві Запорізької області щорічно вносили 38 кг/га мінеральних добрив в д. р.: азоту – 28 кг, фосфору – 7, калію – 3 кг, що менше за оптимальні значення в 3,9; 2,1; 8,6 і 10 разів відповідно.

Результати проведених досліджень показали, що мінеральні добрива суттєво впливають на агрохімічні показники родючості ґрунту, а отже, і на урожайність сільськогосподарських культур. Середньозважений вміст гумусу по турах становив: VIII (2001–2005 рр.) – 3,44 %, IX (2006–2010 рр.) – 3,52 % (+0,08 %), X (2011–2015 рр.) – 3,40 % (-0,04 %). Ці показники суттєво не змінилися, зниження відбулося, але незначне порівняно з VIII туром. Згідно з одержаними даними можна стверджувати, що вміст гумусу в області за останні 20 років стабілізувався. Відносно азоту, що легко гідролізується, то його показник за-

лежав від типу ґрунту, вмісту гумусу, гранулометричного складу і змінювався під впливом антропогенної дії. Середньозважений вміст у ґрунтах азоту по турах наступний: VIII – 90,3 мг/кг, IX – 88,3; X – 83,6 і XI (2016–2018 рр.) – 89,4 мг/кг, що відповідає дуже низькому рівню забезпечення. По турах показники близькі, дещо нижчі його значення були у X турі (83,6 мг/кг).

За результатами VIII і IX турів агрохімічної паспортизації земель середньозважений вміст рухомих сполук фосфору становив відповідно 101,6 та 97,1 мг/кг, рухомого калію – 159,6 і 159,2 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. За період 2011–2015 рр. середньозважений вміст фосфору досягав 123,3 мг/кг, калію – 176,8 мг/кг, що відповідно на 21,7 і 17,2 мг/кг більше, ніж було у VIII турі (2001–2005 рр.) У середньому за останні 3 роки (2016–2018) вміст рухомого фосфору залишався без змін – 123,4 мг/кг, а калію дорівнював 168,5 мг/кг (зниження порівняно з X туром на 8,3 мг/кг).

### 1. Застосування добрив у землеробстві Запорізької області (2000–2018 рр. \*)

Рік	Внесено мінеральних добрив (в д. р.)								Внесено органічних добрив		Частка удобрених площ, %	
	азот (N)		фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		калій (K <sub>2</sub> O)		NPK					
	всього, тис. т	кг/га	всього, тис. т	кг/га	всього, тис. т	кг/га	всього, тис. т	кг/га	всього, тис. т	кг/га	мінеральними добривами	органічними добривами
2000	8,3	6,4	1,5	1,1	0,2	0,2	10,0	7,7	615,3	0,5	14,7	1,1
2001	13,4	11,3	2,1	1,8	0,5	0,4	16,0	13,5	582,0	0,5	27,5	1,6
2002	17,1	15,6	3,5	3,1	0,7	0,7	21,3	19,4	524,4	0,5	33,6	1,3
2003	14,6	14,0	3,4	3,0	1,3	1,0	19,3	18,0	368,8	0,4	33,2	1,0
2004	14,6	13,0	3,9	4,0	1,7	1,0	20,2	18,0	261,0	0,2	39,4	0,8
2005	15,1	14,0	4,5	4,0	1,8	2,0	21,4	20,0	224,2	0,2	43,9	0,7
2006	17,1	15,0	5,2	5,0	2,2	2,0	24,5	22,0	262,8	0,2	49,3	0,8
2007	24,2	21,0	6,1	5,0	3,0	3,0	33,3	29,0	233,3	0,2	58,2	0,6
2008	30,0	26,0	6,0	5,0	3,3	3,0	39,3	34,0	155,9	0,1	63,6	0,5
2009	25,9	23,0	4,6	4,0	2,3	2,0	32,8	29,0	70,1	0,1	58,6	0,3
2010	33,5	30,0	5,9	5,0	2,6	3,0	42,0	38,0	125,2	0,1	67,8	0,4
2011	34,8	31,0	7,5	7,0	3,7	4,0	46,0	42,0	90,9	0,1	75,0	0,7
2012	39,2	37,0	8,4	8,0	4,4	4,0	52,0	49,0	130,6	0,1	77,6	0,7
2013	37,9	35,0	7,9	7,0	3,7	4,0	49,5	46,0	103,9	0,1	74,9	0,6
2014	38,9	37,0	7,9	8,0	3,6	3,0	50,4	48,0	107,7	0,1	73,8	0,4
2015	35,4	34,0	6,8	6,0	4,1	4,0	46,2	44,0	104,4	0,1	72,4	0,4
2016	49,2	46,0	12,3	12,0	5,8	5,0	67,3	63,0	122,4	0,1	82,5	0,3
2017	64,4	58,0	18,8	17,0	8,2	7,0	91,4	82,0	94,3	0,1	86,8	0,4
2018	71,5	66,0	22,5	21,0	16,0	15,0	110,1	102,0	133,4	0,1	91,3	0,8

\* Дані Головного управління статистики Запорізької області.

Отже, за 2000–2018 рр. ґрунти Запорізької області мали наступний агрохімічний стан: гумусу – 3,48 % (підвищений рівень забезпечення), азоту – 87,9 мг/кг (дуже низький), фосфору – 111,3 мг/кг (підвищений), калію – 166,0 мг/кг (високий). Подібний рівень забезпечення за основними агрохімічними показниками одержали окремо по творах, крім ІХ, коли вміст фосфору становив 97,1 мг/кг (середній).

Основними факторами збереження родючості ґрунтів і стабілізації аграрного виробництва залишаються органічні і мінеральні добрива та засоби хімічної меліорації. Збереження родючості ґрунтів неможливе без постійного надходження органічної речовини. Проте роль гною як основного органічного добрива практично зведена нанівець. Спостерігається зниження ступеня гумусова-

ності ґрунту. В умовах Степу найбільш дієвим чинником поповнення ґрунтового середовища органічною речовиною є використання рослинних решток та вирощування сидеральних культур у разі вирішення питання зрощення.

Одним із основних і найдоступніших заходів контролю за станом родючості ґрунтів є з'ясування балансу гумусу і поживних речовин, що дає змогу визначити, наскільки внесення елементів живлення з добрив перебиває їх винос з урожаєм сільськогосподарських культур і наскільки система добрив, яка впроваджується, відповідає законам землеробства [6].

Упродовж 2003–2018 рр. у Запорізькій області винос поживних речовин порівняно з надходженням їх у ґрунт збільшився.

Відомо, що наприкінці 80-х років мину-

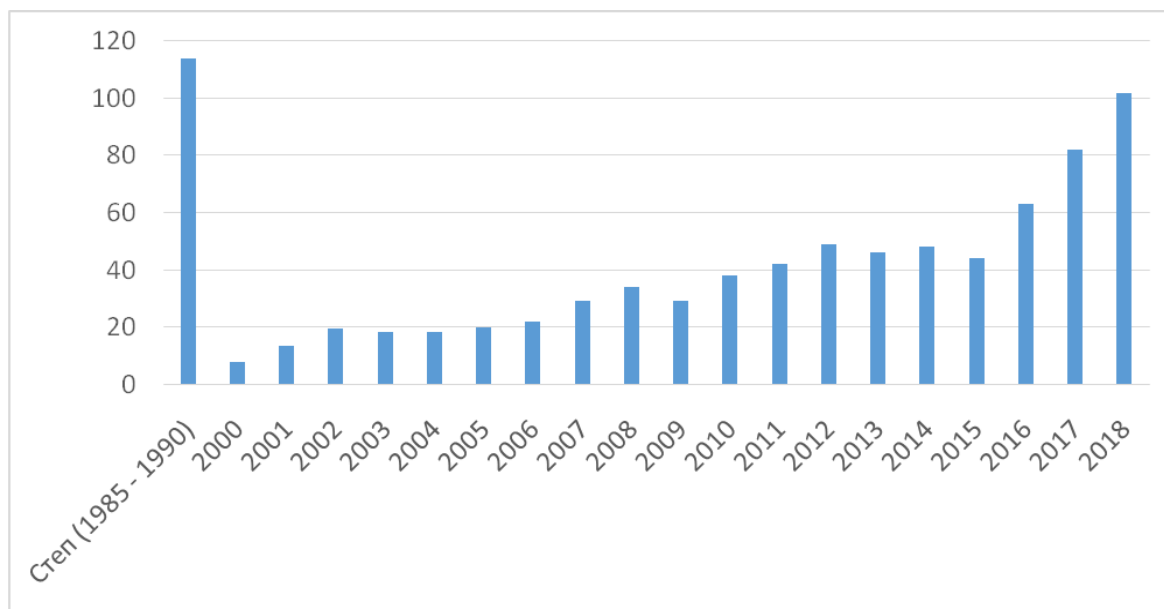


Рис. Динаміка внесення мінеральних добрив (NPK) у Запорізькій області за роками, кг/га.

лого століття був досягнутий рівноважний баланс поживних речовин, але, починаючи з 90-х років, простежується формування негативного балансу азоту, фосфору та калію, і на сьогодні він досягає 120–130 кг/га.

Розрахунки балансу поживних речовин у землеробстві Запорізької області були проведені за період 2003–2018 рр. Для порівняння змін, які відбулися відносно цього показника, вказаний період був поділений на два: перший – 2003–2014 рр. [7] і другий – 2003–2018 рр. Упродовж першого було внесено 33 кг/га поживних речовин в д.р.

( $N_{25}P_6K_2$ ) та 0,2 т/га гною; другого – відповідно 43 кг/га ( $N_{31}P_8K_4$ ) та 0,1 т/га.

У середньому за 12 років внесені органічні добрива забезпечили надходження поживних речовин у ґрунт в кількості 2,0 кг/га, мінеральні – 32,5 кг/га, інші джерела – 8,0 кг/га, всього – 42,5 кг/га д.р. ( $N$  – 32,3 кг/га,  $P$  – 6,4,  $K$  – 3,8 кг/га). Винос поживних речовин досить високий – 127,3 кг/га д.р. ( $N$  – 48,5 кг/га,  $P$  – 42,8,  $K$  – 36,0 кг/га).

За 16 років (2003–2018 рр.) надходження поживних речовин було наступне: за рахунок органічних добрив – 2,0 кг/га, міне-

ральних – 41,3 кг/га, інших джерел – 10,0 кг/га, всього – 53,3 кг/га д. р. (N – 39,8 кг/га, P – 8,4, K – 5,1 кг/га). Винос поживних елементів становив 135,4 кг/га д. р. (N – 53,5 кг/га, P – 39,1, K – 42,8 кг/га).

Отже, за період 2003–2018 рр. надходження поживних речовин у ґрунт дорівнювало 53,3 кг/га, а винос – 135,4 кг/га, що відповідно на 10,8 та 8,1 кг/га більше, ніж за 2003–2014 рр. Шляхом внесення такої кількості добрив не вдалося компенсувати високого виносу поживних речовин, зумовленого нехтуванням науково обґрунтованими нормами використання добрив та порушенням

співвідношення між елементами живлення, де значну частку становили азотні добрива: 2003–2014 рр. – 76 %, 2003–2018 рр. – 72 %.

Перевищення виносу поживних речовин з ґрунту над їх надходженням призвело до негативного балансу. Упродовж першого періоду (2003–2014 рр.) баланс від’ємний – 84,8 кг/га, за елементами живлення негативний: азоту – 16,2 кг/га, фосфору – 36,4, калію – 32,2 кг/га, інтенсивність балансу (співвідношення надходження до виносу) – відповідно 33 %, 67, 15, 11 % (табл. 2).

За другий період (2003–2018 рр.) баланс також негативний: 82,1 кг/га по NPK,

## 2. Баланс поживних речовин у ґрунтах Запорізької області (2003–2018 рр.)

Рік	Баланс поживних речовин (±)							
	кг/га д. р.				тонн			
	всього	N	P	K	всього	N	P	K
2003	-52,8	-12,8	-25,0	-15,0	-57627	-13962	-27236	-16429
2004	-103,4	-31,6	-44,3	-27,5	-112754	-34379	-48318	-30057
2005	-111,0	-33,4	-48,0	-29,6	-116493	-35102	-50360	-31031
2006	-108,1	-33,2	-46,7	-29,2	-118835	-35401	-51364	-32070
2007	-55,2	-9,4	-28,4	-17,4	-62913	-10723	-32352	-19838
2008	-124,1	-31,2	-57,5	-35,4	-143395	-36091	-66405	-40899
2009	-97,9	-15,2	-50,8	-31,9	-110231	-17109	-57226	-35896
2010	-84,2	-6,0	-48,4	-29,8	-93795	-6120	-54181	-33494
2011	-98,2	-10,6	-53,5	-34,1	-108451	-11668	-59087	-37696
2012	-31,0	+10,8	-6,4	-35,4	-32022	+11143	-6554	-36611
2013	-74,5	-9,9	-13,3	-51,3	-76003	-10042	-13313	-52648
2014	-77,1	-12,4	-14,4	-50,3	-77223	-11937	-14418	-50868
Середнє за 2003–2014 рр. (12 років)	-84,8	-16,2	-36,4	-32,2	-92478	-17616	-40068	-34794
2015	-122,9	-26,2	-30,2	-66,5	-129944	-27713	-31904	-70327
2016	-88,5	-14,6	-14,6	-59,3	-96131	-15834	-15850	-64447
2017	-66,2	-2,1	-9,0	-55,1	-73254	-2314	-9922	-61018
2018	-18,1	+18,2	-0,3	-36,0	-20147	+20248	-378	-40017
Середнє за 2003–2018 рр. (16 років)	-82,1	13,7	-30,7	-37,7	-89326	-14813	-33679	-40834

13,7 – по азоту, 30,7 – по фосфору, 37,7 кг/га – по калію, інтенсивність балансу – 39 %, 74, 21, 12 % відповідно. Нижчий від середньобагаторічного рівня (-82,1 кг/га) баланс поживних речовин спостерігався впродовж 9 років із 16 досліджуваних.

Аналіз балансу поживних речовин показав, що окремо по роках він був від’ємним: 18,1–124,1 кг/га по NPK, 2,1–33,4 по азоту, 0,3–57,5 по фосфору, 15,1–66,5 кг/га по калію. Позитивний баланс встановлений тільки по азоту в 2012 р. (10,8 кг/га) та 2018 р. (18,2 кг/га).

У 2018 р. був досягнутий найвищий рі-

вень балансу поживних речовин, хоча і негативний (-18,1 кг/га), найвища інтенсивність балансу по азоту становила 132 %, по фосфору – 98 %. Дещо гірші результати були в 2012 р.: баланс NPK – -31,0 кг/га, інтенсивність балансу: азоту – 126 %, фосфору – 62 %, в 2017 р. інтенсивність балансу фосфору – 66 %. В інші роки інтенсивність балансу азоту не перевищувала 97 %, а фосфору – 46 %. Дуже низькі значення цього показника були по калію: за 16 років – 12 %, по роках – 7–18 %, у 2018 р. – 29 %.

За методом Чирикова (ДСТУ 4115-2002) вміст рухомих форм фосфору в ґрунтах про-

тягом VIII, X, XI турів (2016–2018 рр.) відповідав підвищеному рівню забезпечення, в IX – середньому, проте баланс по фосфору був від’ємним як по роках (від 0,3 до 57,5 мг/кг), так і в середньому за 16 років – 30,7 мг/кг. Порівняно з першим періодом (2003–2014 рр.) баланс покращився на 5,7 мг/кг, тому потрібно вносити цей елемент мінерального живлення з фосфоровмісними добривами.

Гумус (органічна речовина) – найважливіша складова ґрунту, а її кількісний та якісний склад є інтегральним показником родючості. Від його вмісту залежать природна родючість ґрунту і зрештою величина урожайності сільськогосподарських культур. Запаси гумусу визначають структурний стан ґрунту, його водні і фізичні властивості, поглинальну здатність та ферментативну активність. Гумусний стан визначає всі інші властивості ґрунту, а також корелює з усіма його режимами, передусім – з поживним [8, 9].

За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення впродовж останніх шести турів (1986–2015 рр.) уміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,21 % в абсолютних величинах, що становить 3,15 %. У Запорізькій області по турах одержали наступні результати: VIII (2001–2005) – 3,44 %, IX (2006–2010) – 3,52 %, X (2011–2015) – 3,40 %, XI (2016–2018 рр.) – 3,57 %. Можна стверджувати, що має місце стабілізація гумусу в області протягом останніх 20 років за рахунок приорування побічної продукції (соломи, стебел сояшника та кукурудзи, бур’янових рослин), обсяги внесення якої збільшилися до 50 %, і розширення посівних площ бобових культур та багаторічних трав. Крім того, мінімізація обробітку ґрунту сприяла послабленню процесів мінералізації органічної речовини та посиленню її гуміфікації.

Головне завдання сьогодення – відновлення родючості ґрунтів шляхом постійного надходження органічної речовини. Саме органічні добрива сприяють гумусоутворенню та поліпшенню фізичних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунтів. Після катастрофічного скорочення поголів’я сільськогосподарських тварин знайти повноцінну заміну ґною практично неможливо. Наприклад, у Запорізькій області в 1985 р. було внесено 11,0 млн т органічних добрив (9,8 т/га), а в

середньому за 2000–2018 рр. – 226,9 тис. т, або 0,2 т/га (обсяги внесення зменшилися у 20,6 раза). Дія ґною, як органічного добрива, при внесенні його в незначній кількості майже нівелюється.

Нині особливу увагу потрібно зосередити на пошуку альтернативних ґною добрив. Найбільш реальним і діючим способом компенсації дефіциту органічної речовини та елементів живлення у ґрунті є використання поживних залишків. Обов’язковим є внесення азотних мінеральних добрив з розрахунку 8–10 кг у д. р. на 1 т решток. Внесений азот використовується ґрунтовими бактеріями як енергетичний матеріал для розкладання органічної маси. Солома злакових культур містить лише 0,55 % азоту, а мікроорганізмам для її розкладання потрібно 1,5–2,0 % цього макроелемента у загальній масі рослинних решток.

При внесенні на 1 га однієї тонни соломи в ґрунт надходить близько 900 кг органічної речовини, 3,5–5,5 кг азоту, 0,75–1,75 кг фосфору, 5,5–6,2 кг калію, 2,2–9,2 кг кальцію та 0,5–1,7 кг магнію. Також ґрунт поповнюється низкою мікроелементів – S, B, Cu, Mg, Mn, Mo, Zn. Крім того, солома містить 35–40 % вуглецю, який є матеріалом для утворення гумусу та вуглекислого газу.

Використання соломи та іншої побічної продукції для удобрення ґрунту набуває з кожним роком все більшого значення. Наприклад, в Запорізькій області у середньому впродовж 2006–2018 рр. внесено 878,2 тис. т соломи зернових та зернобобових культур на площі 255,6 тис. га. Оптимальним агротехнічним заходом є заорювання соломи пшениці озимої. У Запорізькій області посівна площа цієї зернової культури щороку становить 550,0–600,0 тис. га, урожайність – близько 3,0 т/га, співвідношення зерна до соломи – 1 : 1, збір соломи – 1,65–1,8 млн т. На полі можна заробити до 60 %, або 1,0 млн т соломи. Лише на посівній площі озимих культур (600,0 тис. га) за рахунок приорування поживних решток можна заощадити (у д. р.) понад 4,5 тис. т азоту, 1,25 тис. т фосфору, 5,85 тис. т калію щороку.

Одним із джерел поповнення ґрунту органічною речовиною є вирощування сидеральних культур. У Запорізькій області посіви таких культур – в обмеженій кількості че-

рез постійний дефіцит вологи. Вирощування сидеральних культур є ефективним тільки в умовах зрошення, а територія зрошуваних масивів області за останні 20 років зменшилась з 232,5 до 46,2 тис. т га.

Обсяги внесення гною є незначними для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу. Розрахунок балансу гумусу уможливає контролювати зміни його вмісту та обсяги застосування органо-мінеральних доб-

рив. Бездефіцитного балансу гумусу можна досягти лише в тому випадку, коли між процесами розкладання органічної речовини та її утворення в ґрунті буде рівновага.

За розрахунками Запорізької філії та інших філій Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» баланс гумусу за останні 16 років продовжує залишатись гостродефіцитним (табл. 3).

Щорічно втрати гумусу ґрунтами об-

### 3. Баланс гумусу в ґрунтах Запорізької області (2003–2018 рр.)

Рік	Утворилося гумусу		Втрачено гумусу		Баланс гумусу (±)	
	т/га	т	т/га	т	т/га	т
2003	0,270	298217	1,21	1326718	-0,940	-1028501
2004	0,470	532083	1,21	1375408	-0,740	-843325
2005	0,510	540977	1,21	1277546	-0,700	-736569
2006	0,494	550926	1,22	1343469	-0,720	-792843
2007	0,350	395800	1,22	1386925	-0,870	-991125
2008	0,688	788102	1,22	1403791	-0,540	-623578
2009	0,563	633904	1,37	1546657	-0,807	-912573
2010	0,532	592194	1,38	1533145	-0,848	-940951
2011	0,610	673012	1,38	1521204	-0,770	-848192
2012	0,400	411947	1,38	1424959	-0,984	-1017013
2013	0,640	654748	1,37	1403539	-0,730	-748791
2014	0,690	694328	1,37	1387728	-0,680	-693400
Середнє за 2003–2014 рр.	0,520	563853	1,30	1411282	-0,780	-847429
2015	0,750	798012	1,37	1449047	-0,620	-651035
2016	0,750	812041	1,37	1491893	-0,620	-679852
2017	0,750	826761	1,37	1519463	-0,620	-692702
2018	0,590	652556	1,37	1524431	-0,780	-871875
Середнє за 2003–2018 рр.	0,570	615976	1,31	1432245	-0,740	-816269

ласті внаслідок мінералізації становлять в середньому 1,30 т/га. Цей показник напряму залежить від кількості гумусу в орному шарі, ступеня його стійкості за різних систем обробітку ґрунту та погодних умов. Основним джерелом поповнення ґрунтів регіону гумусом є гуміфікація рослинних решток (540 кг/га), оскільки органічні добрива становлять мізерну частку (9 кг/га).

За попередній період (2003–2014 рр.) утворилось гумусу 520 кг/га, втрачено – 1300 кг/га, баланс – від’ємний (-780 кг/га), упродовж 2003–2018 рр. – відповідно 570; 1310; -740 кг/га. Отже, протягом останніх 16 років порівняно з 2003–2014 рр. відбулися незначні зміни: надходження гумусу збільшилось на 50 кг/га, а його втрати залишились без змін: баланс гумусу поліпшився на 40 одиниць, але залишився від’ємним (-740 кг/га). По роках надходження гумусу в

ґрунт, як правило, йшло за рахунок рослинних решток, а дія гною нівелювалася через мізерні дози його внесення (0,1–0,5 т/га). Найменше ґрунт поповнився запасами гумусу в 2003 р. (270 кг/га), а найбільше – в 2015, 2016, 2017 рр. – відповідно по 750 кг/га, втрати гумусу збільшилися з 1210 до 1370–1380 кг/га, баланс гумусу від’ємний (-540 – -984 кг/га, або 623578–1028501 т).

За нашими підрахунками у сільськогосподарських підприємствах Запорізької області упродовж 2003–2014 рр. в середньому було внесено 0,2 т гною та  $N_{25}P_5K_3$  на 1 га сівозмінної площі, а в 2003–2018 рр. – відповідно 0,1 т/га та  $N_{31}P_8K_4$ . Баланс поживних речовин і гумусу за ці періоди був гостродефіцитним і практично не змінився: перший – 84,8 кг/га д. р. (N – 16,2 кг/га,  $P_2O_5$  – 36,4,  $K_2O$  – 32,2 кг/га) та 780 кг/га, другий – 82,1 кг/га д. р. (N – 13,7 кг/га,  $P_2O_5$  – 30,7,

K<sub>2</sub>O – 37,7 кг/га) і 740 кг/га відповідно.

Для збереження та поліпшення агро-екологічного стану ґрунтів Запорізької області слід повністю компенсувати дефіцит органічної речовини та елементів живлення у ґрунті.

Нині альтернативою удобрення гноєм є пріорюванню рослинних решток, насамперед соломи зернових колосових культур. За середньої урожайності цих культур в регіоні 2,5–3,0 т/га у ґрунт потрапить близько 2 т/га рослинних решток, що в перерахунку на гумус становить 400 кг/га.

З урахуванням внесення 2 т соломи негативний баланс гумусу зменшився до 380 кг/га (780–400 кг/га) протягом 2003–2016 рр. та до 340 кг/га (740–400 кг/га) – 2003–2018 рр. Його можливо було б усунути шляхом внесення гною у кількості 6,4 т/га (380 кг : 0,059 = 6441 кг) за перший період та 5,8 т/га (340 кг : 0,059 = 5763 кг) за другий, що нереально у найближчі 10–15 років.

Зважаючи на проведені розрахунки, зменшити від'ємний баланс гумусу у ґрунті можливо тільки в межах 50 % за рахунок внесення 2 т/га соломи та 20 кг/га д. р. азотних добрив, тобто зниження становитиме 400 кг/га. На перспективу бездефіцитний баланс гумусу можливий лише за умови суттєвого нарощування виробництва та внесення на поля гною шляхом впровадження довгострокової програми по розвитку галузі тваринництва, що супроводжуватиметься зміною структури посівних площ, розширенням посівних площ багаторічних трав та бобових культур та проведенням хімічної меліорації ґрунтів.

### **Висновки**

У середньому за 2000–2018 рр. обсяги внесення мінеральних добрив у Запорізькій області виявилися дуже незначними – 38 кг/га д. р. (азоту – 28 кг/га, фосфору – 7, калію – 3 кг/га), а гною – лише 0,2 т/га.

За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призна-

чення з'ясована динаміка змін вмісту гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомих сполук фосфору і калію за останні 18 років. Середньозважений вміст гумусу в ґрунтах у VIII турі становив 3,44 %, IX – 3,52, X – 3,40, XI (2016–2018 рр.) – 3,57 %, що свідчить про стабільність цього показника. Середньозважений вміст легкогідролізованого азоту протягом усіх турів мав близькі значення (83,6–90,3 мг/кг абсолютно сухого ґрунту) і відповідав низькому рівню забезпечення. Вміст рухомих сполук фосфору протягом VIII–IX туру був стабільним (97,1–101,6 мг/кг), а в X–XI турі мало місце навіть його збільшення до 123,3–123,4 мг/кг. Фосфорний режим ґрунтів є стабільним і відповідає підвищеному рівню забезпечення, крім IX туру (середній). Калійний режим ґрунту протягом 18 років був стабільним, рівень забезпечення – високим (159,6–176,8 мг/кг).

Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах області – від'ємний. Але простежується тенденція до його позитивних змін, якщо порівнювати результати за перший (2003–2014 рр.) та другий (2003–2018 рр.) досліджувані періоди. Так, для досягнення позитивного балансу гумусу необхідно внести 2 т/га соломи (+400 кг/га), 20 кг/га д. р. азотних добрив та 6,4 т/га гною, а в 2003–2018 рр. ці показники становили: 2 т/га соломи (+400 кг/га), 20 кг/га д. р. азоту, 5,8 т/га гною.

Отже, для збереження і підвищення родючості ґрунту необхідно компенсувати дефіцит органічної речовини та елементів живлення шляхом внесення органічних та мінеральних добрив, впровадження науково обґрунтованих сівозмін, використання побічної продукції, збільшення посівних площ бобових культур та багаторічних трав, створення і використання комплексних добрив нового покоління, мікроелементів у формі комплексонатів металів із значно вищими коефіцієнтами засвоєння поживних речовин і проведення хімічної меліорації.

### **Використана література**

1. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України / за ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва. Київ: Аграр. наука, 2012. 240 с.
2. Грищенко О. М., Запасний В. С., Ярмоленко Є. В., Шило Л. Г. Динаміка родючості ґрунтів Переяс-

лав-Хмельницького району Київської області. *Агро-екологічний журнал*. 2019. № 3. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2019.183469

3. Городній М. М. Агрохімія: підручник 4-те вид., переробл. та доп. Київ: Арістей, 2008. 936 с.



4. Балюк С. А., Греков В. О., Лісовий М. В. та ін. Розрахунок балансу гумусу, поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління Харків: КП Миська друкарня, 2011. 30 с.
5. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол. М. В. Зубець (голова) та ін. Київ: Аграр. наука, 2010. 986 с.
6. Про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України: за результатами 9 туру (2006–2010 рр.) / за ред. І. П. Яцука. Київ, 2015. 118 с.
7. Романенко О. Л., Куш І. С., Солодушко М. М., Заєць С. О. Динаміка родючості ґрунтів Степу. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 81–89.
8. Коваль В. В., Наталочка В. О., Ткаченко С. К., Міненко О. В. Сучасний стан забезпеченості ґрунтів Полтавської області гумусом (органічною речовиною). *Вісн. Полтавської держ. аграр. акад.* 2003. Вип. 3. С. 84–88. (Серія "Сільське господарство. Рослинництво").
9. Семёнов В. А. Гумус как фактор плодородия почв. *Вестн. с.-х. науки*. 1991. № 2. С. 62–69.

## References

1. Balyuk, S. A., Medvedev, V. V. (2012). *Stratehiya zbalansovanoho vykorystannya, vidtvorennya i upravlinnya gruntovomu resursamy Ukrayiny* [Strategy of balance using, reproducing and managing Ukrainian soil resources]. Kyiv: Agrarsan science. 240 p. [in Ukrainian]
2. Gryshchenko, O. M., Zapasny, V. S., Yarmolenko, YE. V., Shylo, L. H. (2019). *Dinamika rodyuchosti gruntiv Pereyaslav-Hmelnickogo rajonu Kiyivskoyi oblasti* [Dynamics of soil fertility in Pereyaslav-Khmelnytsky district of Kyiv region]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal], 3. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2019.183469 [in Ukrainian]
3. Horodniy, M. M. (2008). *Ahrokhimiya* [Agrochemistry] (4<sup>th</sup> ed. rev.). Kyiv: Aristey. 936 p. [in Ukrainian]
4. Balyuk, S. A., Grekov, V. O., Lisovy, M. V. et al. (2011). *Rozrakhunok balansu humusu, pozhyvnykh rehovyn u zemlerobstvi Ukrayiny na riznykh rivnyakh upravlinnya* [The balance calculation of humus and nutrients of Ukrainian agriculture on the different levels of management]. Kharkiv: City printing house. 30 p. [in Ukrainian]
5. *Naukovi osnovy agropromuslovogo vyrabnytsva v zoni Stepu Ukraine* [Scientific foundations of agro-industrial production in the Steppe zone of Ukraine]. (2004) / M. V. Zubets (Ed.). Kyiv: Agrarsan science. [in Ukrainian]
6. *Pro stan gruntiv na zemlyakh silskohospodarskoho pryznachennya Ukrayiny: za rezultatamy 9 turu (2006–2010)* [On the condition of soils on agricultural lands of Ukraine: according to the results of the 9-th tour (2006–2010)] (2015) / I. P. Yatsuk (Ed.) Kyiv. 118 p. [in Ukrainian]
7. Romanenko, O.L., Kushch, I. S., Solodushko, M. M., Zayet, S. O. (2016). Dynamics of soil fertility in Steppe zone. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal], 4, 81–89. [in Ukrainian]
8. Koval, V. V., Natalochka, V. O., Tkachenko, S. K., Minenko, O. V. (2003). Current soil condition of the Poltava region with humus (organic matter). *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 3, 84–88. [in Ukrainian]
9. Semonov, V. A. (1991). Humus as a factor of soil fertility. *Vestnik selskokhoziaistvennoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2, 62–69. [in Russian]

УДК 631.452

**Романенко А. Л.<sup>1</sup>, Куш И. С.<sup>1</sup>, Агафонова А. В.<sup>1</sup>, Тенюх Ю. А.<sup>1</sup>, Солодушко Н. Н.<sup>2</sup>, Усова Н. Н.<sup>3</sup>**  
**Динамика показателей плодородия почв в Запорожской области и пути её восстановления.**

*Зерновые культуры. 2020. Т. 4. № 2. С. 353–362.*

<sup>1</sup> Запорожский филиал Государственного учреждения «Институт охраны почв Украины», ул. Опытная станция, 94, г. Запорожье, 69031, Украина

<sup>2</sup> Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

<sup>3</sup> Институт масличных культур НААН, ул. Институтская, 1, с. Солнечное, Запорожский район, Запорожская область, 70417, Украина

Обобщены результаты двадцатилетних исследований применения органических и минеральных удобрений. Установлено их влияние на содержание гумуса и питательных веществ в почвах Запорожской области. Рассчитан баланс питательных веществ и гумуса в почвах с целью определения насколько элементы питания с внесенных удобрений перекрывают вынос их урожаем полевых культур.

Представлены результаты агрохимической паспортизации земель сельскохозяйственного назначения Запорожской области и показана динамика изменений содержания гумуса, легкогидролизуемого азота, подвижных соединений фосфора и калия на протяжении последних 18 лет. Средневзвешенное содержание гумуса в почвах составляет 3,48 %, что свидетельствует о повышенном уровне обеспеченности, показатель легкогидролизуемого азота очень низкий (87,9 мг/кг), фосфорный

режим почв стабильный и отвечает повышенному уровню обеспеченности (111,3 мг/кг), калийный режим также стабильный и относится к высокому уровню (166,0 мг/кг).

Предложены пути снижения отрицательного баланса питательных веществ и гумуса и более эффективного использования земельных ресурсов для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Для достижения положительного баланса гумуса необходимо внести 2 т/га соломы (+400 кг/га), 20 кг/га д. в. азотных удобрений и 6,4 т/га навоза.

**Ключевые слова:** почва, баланс, динамика, органические и минеральные удобрения, баланс питательных веществ и гумуса.

UDC 631.452

**Romanenko O. L., Kushch I. S., Agafonova A. V., Te-nyukh Yu. O., Solodushko M. M., Usova N. M. Dynamics of soil fertility parameters in the Zaporizhzhya region and the ways of its restoration.**

*Grain Crops.* 2020. 4 (2). 353–362.

<sup>1</sup>Zaporizhzhya Branch of SE “Soils Protection Institute of Ukraine”, 94, Doslidnastansia Str., Zaporizhzhya, 69031, Ukraine

<sup>2</sup>SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences, 14, Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Oil crops of Ukraine, 1, Institutska Str., Zaporozhye district, Zaporozhye region, 70417, Ukraine

During 2000–2018, the results of the application of organic and mineral fertilizers in dynamics and their effect on the content of humus and nutrients in the soils of the Zaporizhzhya region were reviewed. To control the state of soil fertility use the calculation of the balance of humus and nutrients. This makes it possible to determine the extent to which the application of nutrients with fertilizers covers their removal by crop yields.

Negative tendencies have been identified, which have led to the deterioration of soil fertility in the Zaporizhzhya region. Measures are proposed to achieve a deficit-free balance of humus and nutrients.

On average, in 2000–2018, the level of mineral fertilizer application in the Zaporizhzhya region remained low – 38 kg/ha (nitrogen – 28 kg, phosphorus – 7, potassium – 3 kg), and manure – only 0.2 t/ha.

According to the results of agrochemical certification of agricultural lands, the dynamics of changes in the content of humus, easily hydrolyzed nitrogen, mobile compounds of phosphorus and potassium over the past 18 years has been determined. The average weighted content of humus in the soils in the VIII round was 3.44 %, IX – 3.52, X – 3.40, XI (2016–2018) – 3.57 %, which indicates the stability of this indicator. The weighted average nitrogen content, which is easily hydrolyzed during all rounds, has close values (83.6–90.3 mg/kg) and corresponds to a low level of its supply. The content of mobile phosphorus compounds during the VIII – IX rounds was quite stable (97.1–101.6 mg/kg), and in the X–XI rounds there was even an increase to 123.3–123.4 mg/kg. The phosphorus regime of soils is stable and corresponds to the increased level of security, except for the ninth round (average). Potassium regime of the soil for eighteen years also remains stable and refers to a high level of security (159.6–176.8 mg/kg).

The balance of humus and nutrients in the soils of the region remains negative. There is a tendency of positive changes if we compare the results for the first (2003–2014) and second (2003–2018) periods. Thus, to achieve a positive balance of humus it is necessary to apply 2 t/ha of straw (+400 kg/ha), 20 kg/ha of nitrogen fertilizers and 6.4 t/ha of manure, and in 2003–2018 – respectively 2 t / ha straw (+400 kg/ha), 20 kg/ha of nitrogen, 5.8 t/ha of manure.

**Key words:** soil, balance, dynamics, humus, fertility, organic and mineral fertilizers.

