



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.417.2/631.811
© 2012

*А.С. Заришняк,
С.А. Балюк,
академіки НААН
М.В. Лісовий,
доктор сільсько-
господарських наук
А.В. Комариста*

*ІНЦ «Інститут
грунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

БАЛАНС ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТАХ УКРАЇНИ

Наведено результати розрахунків балансу гумусу в ґрунтах України за окремі періоди з 1961 по 2010 р. Баланс гумусу в ґрунтах постійно від'ємний і коливається в межах 250–30 кг/га залежно від системи землеробства та рівня застосування добрив. Баланс поживних речовин у ґрунтах визначено за період з 1971 по 2010 р.

Відновлення та підвищення родючості ґрунтів — одне з головних завдань аграрного виробництва. До важливих показників родючості ґрунту належить гумус, який відіграє важливу роль у водно-фізичних, агрохімічних та біологічних властивостях ґрунту. Залежно від системи ведення землеробства, рівня застосування органічних і мінеральних добрив відбуваються накопичення або втрати його в ґрунті. Тому слід постійно контролювати динаміку гумусного стану та показники вмісту рухомих поживних речовин для охорони ґрунтів від деградації.

За попередній період здійснено ряд досліджень, результати яких наведено в наукових працях [1–7]. Установлено значні коливання показників балансу гумусу і поживних речовин за окремі періоди, що зумовлено різними системами ведення землеробства та рівнем хімізації.

Методика досліджень. Щоб оцінити спрямованість змін гумусного стану ґрунту, потрібно знати обсяги утворення і втрат гумусу за певний період часу, тобто прибутково-видаткові статті його балансу. Баланс гумусу може бути бездефіцитним, коли втрати поповнюються за рахунок новоутворення, додатним — прибуток більше втрат і дефіцитним (від'ємним), коли втрати гумусу більші, ніж його новоутворення.

Основними факторами, що впливають на новоутворення гумусу, є побічна продукція (солома, стебла, гичка та ін.), рослинні рештки (поверхневі та кореневі) і різні види органічних добрив. До статті втрат належить мінералізація гумусу під окремими сільськогосподарськими культурами та чистим паром.

Баланс поживних речовин у ґрунті розраховують також за статтями надходження і втрат. До статті надходження зараховують поживні речовини, що надходять у ґрунт з органічними і мінеральними добривами, посівним матеріалом, атмосферними опадами та за рахунок симбіотичної фіксації азоту в ґрунті. До статті втрат поживних речовин з ґрунту належить винос з урожаєм основної і частково побічної продукції, втрати з фільтраційними водами та га-зоподібні.

Розрахунок проводять для кожного елемента окремо. Баланс азоту (N) обчислюють для кожної культури за рівнянням:

$$B_N = (O_N + M_N + H_N + A_N + \Phi_{CN}) - (B_{ON} + B_{CN} \Phi_{3N} + \Gamma_N), \quad (1)$$

де B_N — баланс азоту, кг/га; O_N — надходження азоту з органічними добривами, кг/га; M_N — надходження азоту з мінеральними добривами, кг/га; H_N — надходження азоту з посівним насінням, кг/га; A_N — надходження азоту з атмосферними опадами, кг/га; Φ_{CN} — симбіотична фіксація азоту бобовими культурами, кг/га; B_{ON} — винос азоту з основною продукцією, кг/га; B_{CN} — винос азоту з побічною продукцією для тваринництва, кг/га; Φ_{3N} — втрати азоту з фільтраційними водами, кг/га; Γ_N — газоподібні втрати азоту, кг/га.

Баланс фосфору (P_2O_5) розраховують за рівнянням:

$$B_P = (O_P + M_P + H_P + A_P) - (B_{OP} + B_{CP} + \Phi_{3P}), \quad (2)$$

де B_P — баланс фосфору, кг/га; O_P — надхо-

1. Динаміка балансу гумусу в ґрунтах України

Роки	Втрати гумусу, кг/га
1961–1980	250*
1981–1990	100*
1991–1995	250*
1996–2000**	—
2001–2005	70
2006–2010	30

* Дані Г.Я. Чесняка (2001 р.); ** даних немає.

дження фосфору з органічними добривами, кг/га; M_p — надходження фосфору з мінеральними добривами, кг/га; H_p — надходження фосфору з посівним насінням, кг/га; A_p — надходження фосфору з атмосферними опадами, кг/га; B_{op} — винос фосфору з основною продукцією, кг/га; B_{cp} — винос фосфору з побічною продукцією для тваринництва, кг/га; Φ_{3p} — втрати фосфору з фільтраційними водами, кг/га.

Баланс калію (K_2O) розраховують за рівнянням:

$$B_K = (O_K + M_K + H_K + A_K) - (B_{OK} + B_{CK} + \Phi_{3K}), \quad (3)$$

де B_K — баланс калію, кг/га; O_K — надходжен-

2. Баланс гумусу в ґрунтах України за зонами та адміністративними областями (середнє за 2006–2010 рр. у шарі ґрунту 0–30 см)

Зона, область	Площа, тис. га	Кількість		Баланс гумусу ±, т/га
		новоутвореного гумусу з органічних добрив і рослинної маси	мінералізованого гумусу	
		Т		
Волинська	464,6	726,0	589,6	0,29
Житомирська	650,5	929,2	803,9	0,19
Закарпатська	183,0	291,7	232,5	0,32
Івано-Франківська	292,3	413,8	361,4	0,18
Львівська	517,8	725,0	662,4	0,12
Рівненська	468,5	700,5	607,6	0,20
Чернігівська	934,7	1416,5	1227,0	0,21
Зона Полісся — всього	3511,4	5202,7	4484,4	0,21
Вінницька	1409,5	2149,0	1857,0	0,20
Київська	1076,9	1681,6	1441,4	0,22
Полтавська	1625,4	2614,0	2211,3	0,25
Сумська	897,1	1213,3	1174,2	0,04
Тернопільська	705,6	981,4	935,7	0,06
Харківська	1512,0	1916,0	2007,7	–0,06
Хмельницька	889,5	1194,7	1158,9	0,04
Черкаська	1135,5	1907,6	1534,9	0,33
Чернівецька	264,3	413,4	346,2	0,25
Зона Лісостепу — всього	9515,8	14071,0	12667,3	0,15
Автономна Республіка Крим	738,0	868,9	927,0	–0,08
Дніпропетровська	1798,0	1836,1	2410,0	–0,32
Донецька	1366,2	1451,8	1795,7	–0,25
Запорізька	1533,7	1663,2	2019,6	–0,24
Кіровоградська	1508,7	1896,1	2024,0	–0,08
Луганська	916,9	878,2	1211,2	–0,36
Миколаївська	1345,3	1475,0	1763,0	–0,21
Одеська	1617,4	1754,1	2111,2	–0,23
Херсонська	1205,6	1218,0	1589,5	–0,31
Зона Степу — всього	12029,8	13041,4	15851,2	–0,23
Україна	25064,0	32315,0	33002,9	–0,03

3. Динаміка балансу поживних речовин у землеробстві України

Період, рік	Статті балансу	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)	Разом (NPK)
1971–1975	Надходження, кг/га	60,8	29,4	44,0	134,2
	Втрати, кг/га	74,3	25,5	72,0	171,8
	Баланс	–13,5	3,9	–28,0	–37,6
1976–1980	Надходження, кг/га	75,0	39,1	61,8	175,9
	Втрати, кг/га	85,0	29,0	78,7	192,7
	Баланс	–10,0	10,1	–16,9	–16,8
1981–1986	Надходження, кг/га	84,6	42,7	70,8	198,1
	Втрати, кг/га	83,4	27,7	78,8	189,9
	Баланс	1,2	15,0	–8,0	8,2
1986–1990	Надходження, кг/га	91,0	52,5	79,5	223,0
	Втрати, кг/га	95,0	31,9	92,0	218,9
	Баланс	–4,0	20,6	–12,5	4,1
1996–2000	Надходження, кг/га	26,0	10,4	15,3	51,7
	Втрати, кг/га	56,5	18,2	53,7	128,4
	Баланс	–30,5	–7,8	–38,4	–76,7
2001–2005	Надходження, кг/га	36,5	9,0	18,7	64,2
	Втрати, кг/га	69,3	19,2	43,0	131,5
	Баланс	–32,8	–10,2	–24,3	–67,3
2006–2010	Надходження, кг/га	50,5	11,1	20,5	82,1
	Втрати, кг/га	67,5	19,7	29,6	116,8
	Баланс	–17,0	–8,6	–9,1	–34,7

ня калію з органічними добривами, кг/га; M_K — надходження калію з мінеральними добривами, кг/га; N_K — надходження калію з посівним насінням, кг/га; A_K — надходження калію з атмосферними опадами, кг/га; B_{OK} — винос калію з основною продукцією, кг/га; B_{CK} — винос калію з побічною продукцією для тваринництва, кг/га; F_{3K} — втрати калію з фільтраційними водами, кг/га.

Результати досліджень. Аналіз даних динаміки гумусного стану за окремі періоди наведено в табл. 1.

За 20 років (1961–1980 рр.), коли середньорічна норма органічних добрив у землеробстві становила 5,8 т/га, щорічні втрати гумусу сягали 250 кг/га (табл. 1). За період 1981–1990 рр., коли норма органічних добрив у середньому за рік відповідала 8,6 т/га, втрати гумусу зменшилися до 100 кг/га. За період 1991–1995 рр. норма внесення органічних добрив зменшилась до 5,8 т/га, що зумовило втрати гумусу до 250 кг/га. За 2001–2010 рр. норма внесення органічних добрив зменшилась до 0,6 т/га. При цьому збільшилися обсяги заорювання в ґрунт побічної рослинної продукції, 1 т якої забезпечує 0,2 т гумусу. Крім того, зменшилися втрати гумусу за рахунок мінімізації обробітку ґрунту,

оптимізації посівних площ, унесення органо-мінеральних і біодобрив, які стимулюють гумусоутворення.

У 2001–2005 рр. втрати гумусу з ґрунту становили 70 кг/га, 2006–2010 рр. — 30 кг/га. Чим вища продуктивність землеробства, тим більше заорюється побічної продукції рослинництва, що знижує втрати гумусу в ґрунті. У 2008 р. за високої врожайності сільськогосподарських культур баланс гумусу був практично бездефіцитним.

Під культурами (пшениця озима, кукурудза на зерно, буряки цукрові, картопля, коренеплоди кормові), де вносили гній, баланс гумусу був практично бездефіцитним. Під такими культурами, як соняшник, соя, кукурудза на силос, овочі відкритого ґрунту, навіть за внесення гною, баланс гумусу був дефіцитним. Додатний баланс гумусу забезпечують багаторічні трави на сіно і зелений корм. Інші культури сприяють мінералізації гумусу, особливо ячмінь, пшениця яра, горох, ріпак, однорічні трави, а також чисті пари.

Найінтенсивніша мінералізація гумусу відбувається в ґрунтах степової зони (табл. 2). Втрати гумусу за адміністративними областями коливаються в межах 320–80 кг/га (середнє по

4. Баланс поживних речовин у землеробстві України за 2006–2010 рр. (середнє за рік у шарі ґрунту 0–30 см)

Культура	Площа, тис. га	Урожай основної продукції, ц/га	Азот				Фосфор				Калій						
			надходження		втрати		надходження		втрати		надходження		втрати				
			кг/га		кг/га		кг/га		кг/га		кг/га		кг/га				
			усього	у т.ч. з добривами	усього	у т.ч. з урожаєм	усього	у т.ч. з добривами	усього	у т.ч. з урожаєм	усього	у т.ч. з добривами	усього	у т.ч. з урожаєм			
Пшениця озима	5940,7	29,4	63,4	50,6	86,5	66,8	-23,1	10,7	9	23,8	23,7	-13,1	17,8	8,6	26,3	25,9	-8,1
Жито озиме	378,4	19,1	12	-	40,1	40,1	-28,1	1,4	-	17	17	-15,6	9,2	-	23,9	23,9	-15
Ячмінь:																	
озимий	899,2	25,3	11,7	-	49,1	49,1	-37,4	1,6	-	23	23	-21,4	9,1	-	26,1	26,1	-17
ярий	3661,3	21,6	12,1	-	45	45	-32,9	1,6	-	18,2	18,2	-16,6	9,2	-	22,5	22,5	-13
Пшениця яра	369,9	22,4	12,4	-	46,9	46,9	-34,5	1,8	-	19	19	-17,2	9,3	-	24	24	-15
Овес	394	17,1	11,8	-	32,3	32,3	-20,5	1,3	-	14,2	14,2	-12,9	9,1	-	8,7	8,7	0,4
Кукурудза на зерно	2160	44,2	75,6	66,6	93,6	67,6	-18	15,6	15,3	26,3	26,1	-10,7	25,3	17	19,5	18,6	6,7
Просо	107,1	12,8	9	-	24,8	24,8	-15,8	0,2	-	6,3	6,3	-6,1	8,3	-	5,2	5,2	3,1
Гречка	280,9	7,2	10,2	-	12,7	12,7	-2,5	0,8	-	4,2	4,2	-3,4	8,7	-	5,1	5,1	3,6
Горіх	263	17,3	41,4	7,5	60,7	57,8	-19,3	3	0,6	14,5	14,5	-11,5	12,2	0,4	22,5	22,5	-10
Ріпак																	
ярий	81,7	11,5	42,7	30,5	52,2	40,3	-9,5	7,7	5,8	20,8	20,7	-13,1	14,8	5,6	11,8	11,5	3,3
озимий	806,8	18,3	12,7	0,5	64,1	64,1	-51,6	2,2	0,3	32,9	32,9	-30,7	9,8	0,6	18,3	18,3	-8,5
Буряки цукрові	510,7	300	152,8	143,3	118,9	63	33,9	64,3	63,9	24,6	24	39,7	108,7	100,2	71	66	42,7
Льон-довгунець	6,1	4,5	15,2	-	2,4	2,4	12,8	2,6	-	1	1	1,6	9,4	-	4,6	4,6	4,8
Соняшник	4064,3	14,4	23,6	14,6	39,8	34,1	-16,2	8,4	8,1	15,1	15	-6,7	14,4	6,1	12,4	12,1	2,3
Соя	699	14,7	35,1	23,4	43,9	34,8	-8,8	11,4	10,6	15,4	15,3	-4	18,3	9	12,8	12,3	6
Картопля	1429,5	135	148,5	129	100,3	50	48,2	86,2	83,1	15,7	14,9	70,5	169,6	145,5	81,6	74,3	95,3
Овочі відкритого ґрунту, усього	457,5	165	91,1	82,3	65,1	33	26	34,3	34,1	13,5	13,2	20,8	63,6	55,2	44	41,2	22,4
Коренеплоди кормові	261,4	288	29,4	20,3	68,3	60,4	-38,9	6	5,8	17,4	17,3	-11,4	19,8	11,4	92,6	92	-72
Кукурудза на силос	549,7	161	56,9	46,3	69,7	51,6	-12,8	16,8	15,9	17,9	17,7	-1,1	42,4	33,7	69,4	67,7	-25
Однорічні трави на:																	
сіно	295,8	30,3	10,8	-	60,6	60,6	-49,8	0,8	-	18,2	18,2	-17,4	9,1	-	62,7	62,7	-54
зелений корм (у перерахунку на сіно)	244,6	19,3	10,8	-	38,6	38,6	-27,8	0,8	-	11,6	11,6	-10,8	9,1	-	40	40	-31
Багаторічні трави на:																	
сіно	918,9	33	27,3	7,5	79,5	76,6	-52,2	0,8	0,6	17,5	17,5	-16,7	8,7	0,4	66,3	66,3	-58
зелений корм (у перерахунку на сіно)	283,6	30,7	19,1		71,2	71,2	-52,1	0,2	-	16,3	16,3	-16,1	8,3		61,7	61,7	-53
Середнє по Україні	25064	50,5	50,5	38,3	67,5	52,6	-17	11,1	9,9	19,7	19,6	-8,6	20,5	10,8	29,6	29,1	-9,1

зоні 230 кг/га). У зоні Полісся, навпаки, баланс гумусу додатний і становить у середньому за адміністративними областями 210 кг/га. Лісостепова зона займає проміжне місце з перевагою додатного балансу (150 кг/га).

Для досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах степової зони передусім потрібно заорювати соломі, стебла й іншу побічну продукцію та збільшувати обсяги внесення різних видів органічних добрив, зокрема місцеві сировинні відходи.

Ґрунти України характеризуються переважно середнім умістом рухомих сполук азоту й фосфору та підвищеним і високим умістом калію. Щороку з ґрунту виноситься врожаєм значна кількість поживних речовин, яку потрібно компенсувати з добривами, меліорантами чи іншими джерелами надходження. Якщо такої компенсації не буде, то ґрунт виснажуватиметься на рухомі поживні речовини, що знижує його ефективну родючість та негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур.

Баланс поживних речовин у землеробстві залежить переважно від 2-х чинників — рівня врожайності сільськогосподарських культур та обсягів застосування агрохімікатів.

Починаючи з 2-ї пол. 60-х років минулого

століття обсяги застосування мінеральних добрив у землеробстві України різко зростали. За періоди 1971–1975 рр. і 1976–1980 рр. від'ємними були баланс азоту і калію та додатним — фосфору (табл. 3). Систематичне внесення органічних і мінеральних добрив позитивно вплинуло на накопичення елементів живлення в ґрунті, що забезпечило в 1981–1985 та 1986–1990 рр. додатний баланс азоту і фосфору. Незначний дефіцит калію спостерігався у степовій зоні, де ґрунт достатньо забезпечений калієм.

Починаючи з 1991 р. обсяги застосування органічних і мінеральних добрив різко зменшились, що негативно вплинуло на баланс поживних речовин у ґрунтах України. За період 1996–2010 рр. спостерігався від'ємний баланс усіх елементів живлення.

З окремих культур найбільше виносять азот пшениця озима, кукурудза на зерно, горох, ріпак, буряки цукрові, кормові коренеплоди, однорічні й багаторічні трави (табл. 4). Пшениця озима, кукурудза на зерно та ріпак виносять більше фосфору порівняно з іншими культурами. Значну кількість калію виносять кормові культури (коренеплоди, кукурудза на силос, однорічні і багаторічні трави), дещо менше — зернові колосові.

Висновки

Бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах України можна досягти збільшенням обсягів заорювання побічної продукції (соломи, стебел, гички та ін.) та внесенням різних видів органічних добрив, зокрема місцевих сировин-

них відходів. Рівноважний баланс рухомих поживних речовин у землеробстві забезпечується переважно за рахунок унесення мінеральних добрив, потреба в яких розраховується за виходом прогнозованим урожаєм.

Бібліографія

1. Греков В.О., Дацько Л.В. Розрахунок балансу гумусу//Посіб. укр. хлібороба. — К., 2009. — С. 202–203.
2. Дацько Л.В. Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві України//Там само. — К., 2008. — С. 65–68.
3. Лісовий М.В., Комариста А.В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах степової зони України//Вісн. аграр. науки південного регіону. — Одеса, 2008. — С. 25–28.
4. Лісовий М.В., Комариста А.В., Шимель В.В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах Харківської області//Вісн. центру наук. забезпечення АПВ Харківської області. — Харків, 2009. — Вип. 6. — С. 194–2003.
5. Медведєва Л.С., Столяр В.М. Баланс поживних речовин у землеробстві//Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України/За ред. Б.С. Носка, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. — К., Урожай, 1994. — С. 95–99.
6. Чесняк Г.Я., Зинченко М.М. Расчет баланса гумуса и норм органических удобрений для обеспечения его бездефицитного содержания в черноземных почвах Левобережной Лесостепи УССР. Метод. рекоменд. — Харьков: УНИИПА, 1987. — 23 с.
7. Чесняк Г.Я., Бацула О.О., Серокуров Ю.І. Баланс гумусу в ґрунтах та його динаміка//Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України/За ред. Б.С. Носка, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. — К., Урожай, 1994. — С. 83–94.