

НАКОПИЧЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ Й АЗОТУ РОСЛИННИМ ПОКРИВОМ ПРИРОДНИХ УГІДЬ ТА АГРОЦЕНОЗІВ

Встановлено, що внаслідок внесення під люцерну $N_{30-34}P_{40-45}K_{40-45}$ в поєднанні з обов'язковим застосуванням $CaCO_3$ в дозі 3,0 т/га сівозмінної площі продуктивність загальної біомаси люцерни збільшується на 97,6–131,5 %, кількість накопиченого органічного вуглецю зростає на 92,3–125,1 % та азоту – на 600,0–762,5 %, порівняно з рослинним покривом природних угідь, що сформувалися на ідентичному дерново-підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті.

Постановка проблеми

Темпи обігу хімічних елементів у екосистемі – показник її стабільності. Екосистеми з високими темпами кругообігу речовин значно стійкіші до впливу факторів навколишнього середовища. Це можна спостерігати, порівнюючи темпи кругообігу речовин у монодомінантних лісових екосистемах, де опад розкладається за 3–5 років, із полідомінантними степовими угрупованнями, в яких органічні залишки розкладаються більше ніж за 10 років [1, 2].

Порушення функціонування вуглецевого і азотного циклів, посилення різних видів деградації, зниження енергетичної та буферної ємностей ґрунтів прямим чином впливають на загострення екологічної ситуації в Поліському регіоні [3, 4], зниження стійкості навколишнього середовища та продуктивності агроecosистем [5–9].

Динаміка змін вмісту органічного вуглецю в ґрунтах за різних технологій використання сільськогосподарських угідь залежить від типу ґрунту, кліматичних параметрів, типу рослинності, які в комплексі й визначають кількість надходження органічних залишків в ґрунти, швидкість та цілісність їх розкладання та гуміфікації [10, 11].

Стійкість агроecosистем і стабільність врожаїв зростають при підвищенні біологічного різноманіття в агроecosистемах й агроландшафтах. Встановлено [12], що в період екстенсивного розвитку сільськогосподарства були допущені значні порушення в розміщенні сільськогосподарських угідь і співвідношенні їх площ з природними угіддями, а самі природні угіддя безконтрольно використовувались для задоволення різних потреб людини.

Природні біогеоценози характеризуються високою видовою різноманітністю та стійкістю. Здатність до саморегулювання й ефективного використання в природних системах забезпечується за рахунок багаточисленних трофічних рівнів і високого адаптивного потенціалу організмів, що входять до біогеоценозу. При цьому створюються умови для компенсаторних реакцій у разі пошкодження окремих ланок системи та продовження чіткого здійснення колообігу поживних речовин. Непорушені ґрунти під природною рослинністю знаходяться у відносній динамічній рівновазі. Виведення їх з природного продукційного процесу шляхом розорювання порушує її. Постійне зменшення вмісту гумусу та мінеральних елементів є причиною того, що орні ґрунти потребують систематичного внесення підвищених доз органічних і мінеральних добрив [13, 14].

Колообіг вуглецю та азоту – це складний процес, який потребує детального вивчення як з екологічної, так і з агрономічної точок зору. Недостатня кількість даних системного характеру, як і складність досліджень, обумовлена великою вартістю досліджень та необхідністю наявності відомостей про продукційний процес в агроecosистемах.

Аналіз останніх досліджень

Однією з основних причин зменшення стійкості орних земель, на думку Г.А. Можейка [15], є те, що вихід біомаси з орних ґрунтів практично завжди значно менший, ніж з природних.

Біологічна продуктивність сучасних агроценозів та біогеоценозів орієнтовно однакова, хоча культурні рослини продукують у 3–4,5 рази менше кореневої маси, ніж рослини природних ценозів. Більша надземна фітомаса в агроценозі та застосування добрив не компенсують недобору маси коренів. Біомаса коренів культурних рослин зосереджена, переважно, у поверхневих шарах ґрунту і в 10 разів менша, ніж у диких трав, а

надземні частини рослин вивозяться з полів, що призводить до збіднення ґрунтів на органічну речовину та погіршення ґрунтоутворного процесу [16].

Біологічний колообіг елементів в системі ґрунт–рослина є провідною ланкою ґрунтоутворення. Рослинні рештки сільськогосподарських культур є важливим фактором впливу на вміст органічних речовин і азоту в ґрунті. Використання нетоварної частини врожаю як органічного добрива – це енергетичне забезпечення ґрунтоутворення в агроценозі. В основі цього процесу лежать землеробські закони, зокрема закон повернення, який забезпечує малий біологічний кругообіг речовин та енергії, не допускаючи його розімкненості [17].

В сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва питання родючості ґрунтів надто актуальне. Необхідності створення якомога замкненого малого біологічного колообігу речовин приділяється велике значення, що сприяє підвищенню продуктивності агроценозів [18, 19].

Завдання досліджень:

1. Дослідити продуктивність рослинного покриву різних природних і напівприродних угідь.
2. Виявити закономірності змін продуктивності люцерни залежно від варіантів системи удобрення.
3. Встановити особливості накопичення органічного вуглецю та азоту рослинним покривом природних і напівприродних угідь та люцерни в дев'ятипільній сівозміні стаціонарного дослідю.
4. Порівняти одержані результати досліджень.

Об'єкти та методика досліджень

Об'єктами досліджень слугували особливості продукційного процесу рослинного покриву природних і напівприродних угідь, накопичення рослинним покривом органічного вуглецю та азоту залежно від виду угідь та ґрунтового покриву. Паралельно досліджувалися закономірності змін продуктивності люцерни та накопичення її надземною і кореневою масами органічного вуглецю й азоту залежно від варіанта системи удобрення. Дослідження проводились на 24 стаціонарних контрольних майданчиках (природні і напівприродні угіддя) та в ланці дев'ятипільної сівозміні стаціонарного дослідю (НДГ “Україна” Житомирського національного агроекологічного університету) протягом 2004–2007 років. Схема сівозміні розгорнута в 1-му полі в просторі. Дослідження проведено з люцерною 1–4-го років вирощування. Чергування культур в сівозміні наступне: люцерна чотирьох років вирощування → озима пшениця → льон-довгунець → озиме жито → картопля → ячмінь з підсівом люцерни. Повторність дослідю триразова, площа посівної ділянки становила 155 м², а облікової – 75 м².

Продуктивність надземної маси рослинного покриву природних та напівприродних угідь, а також люцерни визначали згідно з вимогами загальноприйнятих методик [20], а кореневої – за Н.З. Станковим [21].

Вміст органічного вуглецю в біомасі рослин визначали за С.А. Алієвим [22], кількість азоту – за ГОСТом 13496.4-93 [23]. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали з використанням програми MS Excel.

Результати досліджень

Продуктивність природних угідь, пасовищних та залужених біоценозів значною мірою залежить від ґрунтових умов і видового складу рослинного покриву, оскільки на різних ґрунтових відмінах змінюється в першу чергу поживний, повітряно-водний та інші режими, а різні види рослин відрізняються за здатністю до нагромадження надземної та кореневої маси. Так накопичення загальної біомаси (табл. 1) характеризувалося значною мозаїчністю та залежно від ґрунту і рослинного покриву, змінювалося в межах 33,6–6,0 т/га, в тому числі надземна біомаса варіювала від 14,4 до 1,2, а коренева – від 19,9 до 3,8 т/га. Більш висока продуктивність рослинного покриву спостерігалася на низинному болоті, це стосується як надземної, так і кореневої біомаси. Рослинні асоціації пасовища, що сформувалося на темно-сірому опідзоленому глеюватому пілуватому-легкосуглинковому ґрунті, що 15-річний період знаходилося в стані використання, характеризувались найменшою кількістю накопичення загальної та надземної біомас, а природних угідь, які розміщені на дерново-підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті, – кореневої. На чорноземно-лучному карбонатному пілуватому-легкосуглинковому ґрунті співвідношення надземної маси до кореневої сягало 1,4 од., в той час як на темно-сірому опідзоленому глеюватому пілуватому-легкосуглинковому ґрунті воно було не вищим за 0,3 од.

Накопичення сумарної біомаси люцерною в ланці дев'ятипільної сівозміни стаціонарного дослідження коливалося в діапазоні від 6,68 до 20,14 т/га, при цьому продуктивність надземної біомаси варіювала від 4,84 до 13,72, а кореневої – від 1,84 до 6,42 т/га (рис. 1). Спостерігалася поступове збільшення продуктивності люцерни зі збільшенням доз внесених мінеральних добрив до сумісного їх внесення ($N_{34}P_{45}K_{45}$) з проведенням вапнування ґрунту в дозі 3,0 т/га $CaCO_3$, де продуктивність була найвищою. Співвідношення надземної маси до кореневої знаходилося в межах від 2,1 ($N_{34}P_{45}K_{45} + 3,0$ т/га $CaCO_3$) до 3,0 ($N_{34}P_{45}K_{45}$).

Порівнявши продуктивність рослинного покриву природних угідь, які сформувалися на ідентичному дерново-підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті, з продуктивністю ланки дев'ятипільної сівозміни (люцерна), можна зробити висновок, що досліджувані варіанти удобрення забезпечили прибавку загальної біомаси в межах 4,4–135,5 %, в тому числі надземної маси – від 37,6 до 102,7 т/га. Продуктивність кореневої маси люцерни значно поступалася продуктивності рослинного покриву природних угідь. Лише з надходженням до агроєкосистеми додаткової енергії у вигляді внесення $N_{30-34}P_{40-45}K_{40-45}$ в поєднанні з обов'язковим застосуванням $CaCO_3$ в дозі 3,0 т/га сівозмінної площі кількість

нагромадженій кореневої маси люцерни перевищувала кількість її рослинного покриву цілинних угідь на 12,6–68,9 т/га.

Таблиця 1. Продуктивність рослинного покриву різних рослинних асоціацій, середнє за 2004–2006 рр.

№ з/п	Рослинні асоціації	Суха біомаса, т/га			Співвідношення надземної маси до кореневої
		загальна	в тому числі		
			надземна	коренева	
1	Низинного болота	33,6	14,4	19,2	0,8
2	Природних угідь на дерновому глеюватому опідзоленому карбонатному пілувато-легкосуглинковому ґрунті	18,0	7,8	10,2	0,8
3	Природних угідь на чорноземно-лучному карбонатному пілувато-легкосуглинковому ґрунті	16,9	9,8	7,1	1,4
4	Природних угідь на ясно-сірому лісовому глеюватому супіщаному ґрунті	15,1	8,4	6,7	1,3
5	Природних угідь на дерново-підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті	8,7	4,9	3,8	1,3
6	Природних періодично перезволожуваних угідь на торфово-болотному карбонатному осушеному піщано-легкосуглинковому оглесному ґрунті	11,0	6,3	4,7	1,3
7	Залужених угідь на ясно-сірому лісовому глеюватому супіщаному ґрунті	13,4	5,9	7,4	0,8
8	Пасовищних угідь на темно-сірому опідзоленому глеюватому піщано-легкосуглинковому ґрунті, що перебувають у використанні 15 років	6,0	1,2	4,8	0,3

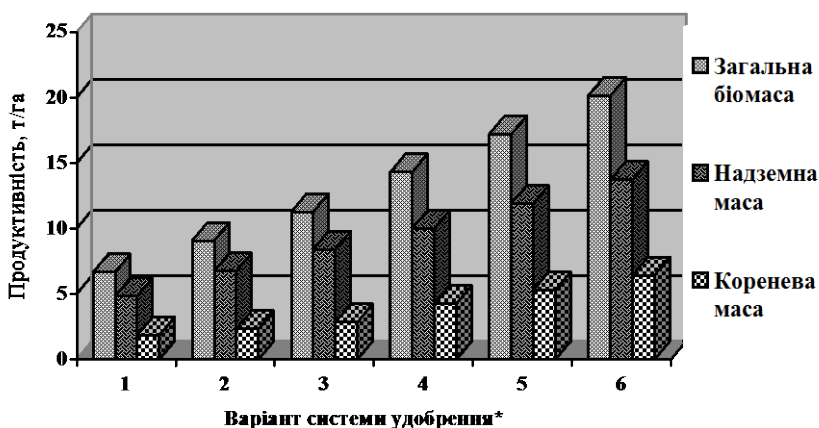


Рис. 1. Вплив систематичного внесення добрив на продуктивність люцерни в дев'ятирічній сівозміні стаціонарного досліді (середнє за 2004–2007 рр.): НІР_{0,95} надземної маси: 2004 р. – 0,16; 2005 р. – 0,25;

2006 р. – 0,19; 2007 р. – 0,23. НІР_{0,95} кореневої маси: 2004 р. – 0,19;
2005 р. – 0,17; 2006 р. – 0,21; 2007 р. – 0,32.

Примітка: * – 1. Контроль; 2. N₁₅P₂₀K₂₀; 3. N₃₀P₄₀K₄₀; 4. N₃₄P₄₅K₄₅;
5. N₃₀P₄₀K₄₀ + 3,0 т/га CaCO₃; 6. N₃₄P₄₅K₄₅ + 3,0 т/га CaCO₃

Відношення надземної маси до кореневої в умовах природних угідь є значно меншим, порівняно з луцерною, та наближається до одиниці. В цей же час в агроекосистемах, створюючи штучні умови та застосовуючи додаткову енергію у вигляді добрив, людина намагається збільшити урожайність основної продукції, що й призводить до підвищення значення співвідношення надземної та кореневої мас.

Таблиця 2. Накопичення органічного вуглецю та азоту біомасою різних рослинних асоціацій (середнє за 2004–2006 рр.)

Рослинні асоціації ¹	Запаси в абсолютно сухій речовині, т/га								C:N
	вуглець				азот				
	всього	в тому числі		Cн:Cк *	всього	в тому числі		Nн:Nк *	
		надземна маса	коренева маса			надземна маса	коренева маса		
1	13,35	6,05	7,30	0,8	0,30	0,17	0,13	1,3	44,5
2	7,16	3,28	3,88	0,8	0,15	0,07	0,08	0,9	47,7
3	6,82	4,12	2,70	1,5	0,25	0,19	0,06	3,2	27,3
4	6,08	3,53	2,55	1,4	0,18	0,14	0,04	3,5	33,8
5	3,50	2,06	1,44	1,4	0,08	0,06	0,02	3,0	43,8
6	4,44	2,65	1,79	1,5	0,14	0,11	0,03	3,7	31,7
7	5,29	2,48	2,81	0,9	0,13	0,09	0,04	2,3	40,7
8	2,33	0,51	1,82	0,3	0,06	0,02	0,04	0,5	38,8

Примітка: ¹ – 1 – низинне болото; 2 – природні угіддя на дерновому глеюватому опідзоленому карбонатному пилувато-легкосуглинковому ґрунті; 3 – Природні угіддя на чорноземно-лучному карбонатному пилувато-легкосуглинковому ґрунті; 4 – природні угіддя на ясно-сірому лісовому глеюватому супіщаному ґрунті; 5 – природні угіддя на дерново-підзолистому глеюватому супіщаному ґрунті; 6 – природні періодично перезволожені біоценози на торфво-болотному карбонатному осушеному піщано-легкосуглинковому оглеєному ґрунті; 7 – залужені угіддя на ясно-сірому лісовому глеюватому супіщаному ґрунті; 8 – пасовищний біоценоз на темно-сірому опідзоленому глеюватому піщано-легкосуглинковому ґрунті, що перебуває у використанні 15 років; * – співвідношення вуглецю та азоту надземної маси до кореневої

Вивчення показників продукційного процесу дає можливість встановити вуглецевий бюджет біоценозів і визначити їх стійкість до антропогенного впливу. Колообіг органічного вуглецю залишається першочерговою науковою проблемою й є частиною міжнародної політики та економіки.

Загальні запаси вуглецю в рослинному покриві природних і напівприродних угідь (табл. 2) варіювали в межах від 2,33 до 13,35 т/га, в тому числі запаси в надземній масі знаходились в межах 0,51–6,05 т/га, а в кореневій масі – 1,44–7,30 т/га. Рослинний покрив низинного болота характеризувався максимальним накопиченням запасів органічного вуглецю, а пасовище, що сформувалося на темно-сірому опідзоленому глеюватому піщано-легкосуглинковому ґрунті – мінімальним. Співвідношення вуглецю надземної маси та кореневої коливалося від 0,3 (пасовище) до 1,5 (природні угіддя на чорноземі-лучному карбонатному пилувато-легкосуглинковому).

Кількість загального азоту, що накопичується рослинним покривом природних угідь, знаходилась в межах 0,06–0,30 т/га. При цьому його запаси в надземній масі варіювали від 0,02 до 0,19 т/га, а в кореневій – від 0,02 до 0,13 т/га. Найбільша кількість азоту накопичувалася рослинними асоціаціями низинного болота, а найменша – пасовища. Співвідношення азоту надземної маси та кореневої коливалося в межах 0,5 (пасовище)–3,7 (природні угіддя на торфово-болотному карбонатному піщано-легкосуглинковому оглеєному ґрунті).

Залежно від накопичених запасів органічного вуглецю та азоту рослинними покривами біоценозів їх співвідношення варіювало в межах 27,3 (природні угіддя на чорноземі-лучному карбонатному пилувато-легкосуглинковому ґрунті)–47,7 (природні угіддя на дерновому глеюватому опідзоленому карбонатному пилувато-легкосуглинковому ґрунті). В дев'ятирічній сівозміні стаціонарного досліду під час чотирирічного вирощування люцерни запаси органічного вуглецю на 1 га сівозміної площі, залежно від варіанта удобрення, варіювали в широких межах (табл. 3): від 2,62 до 7,88 т/га; в тому числі в надземній масі – від 1,98 до 5,63 та в кореневій – від 0,64 до 2,25 т/га. Внесення $N_{34}P_{45}K_{45}$ та вапнуванням ґрунту в дозі 3,0 т/га сівозміної площі забезпечило максимальне накопичення вуглецю, а мінімальні запаси спостерігалися на контролі.

Кількість органічного вуглецю в загальній, надземній та кореневій масах поступово збільшувалася зі збільшенням доз внесених мінеральних добрив до максимальної норми в поєднанні з обов'язковим вапнуванням ґрунту в дозі 3,0 т/га $CaCO_3$.

Співвідношення вуглецю надземної маси до кореневої знаходилось в межах 2,5 ($N_{34}P_{45}K_{45} + 3,0$ т/га $CaCO_3$)–3,5 ($N_{30}P_{40}K_{40}$).

Запаси азоту в загальній біомасі люцерни коливалися від 0,16 до 0,69 т/га, в тому числі в надземній масі – від 0,13 до 0,58, в кореневій – від 0,03 до 0,11 т/га. Накопичення органічного азоту характеризувалося аналогічними

закономірностями до накопичення вуглецю. При цьому співвідношення азоту надземної до кореневої мас варіювало від 4,3 (контроль) до 7,0 ($N_{15}P_{20}K_{20}$).

Співвідношення вуглецю та азоту в рослинах люцерни, залежно від варіанта системи удобрення, заходилося в межах 11,0 ($N_{23}P_{30}K_{30} + 3,0$ т/га $CaCO_3$)–22,4 ($N_{15}P_{20}K_{20}$).

Запаси органічного вуглецю в загальній та надземній масах люцерни, порівняно з рослинним покривом природних угідь, були значно більшими не залежно від варіанта удобрення, а в кореневій масі прослідковується їх збільшення лише за умови застосування $N_{30-34}P_{40-45}K_{40-45} + 3,0$ т/га $CaCO_3$.

Кількість органічного азоту в біомасі люцерни була значно вищою, порівняно з рослинним покривом природних угідь.

Таблиця 3. Вплив удобрення на накопичення органічного вуглецю та азоту в урожаї надземної та кореневої маси люцерни в дев'ятипільній сівозміні стаціонарного дослідів, середнє за 2004–2007 рр.

Варіант системи удобрення	Запаси в абсолютно сухій речовині, т/га								C:N
	вуглець				азот				
	всього	в тому числі		C:N к*	всього	в тому числі		N:N к*	
		надземна маса	коренева маса			надземна маса	коренева маса		
Контроль	2,62	1,98	0,64	3,1	0,16	0,13	0,03	4,3	16,4
$N_{15}P_{20}K_{20}$	3,58	2,76	0,82	3,4	0,16	0,14	0,02	7,0	22,4
$N_{30}P_{40}K_{40}$	4,45	3,45	1,00	3,5	0,24	0,20	0,04	5,0	18,5
$N_{34}P_{45}K_{45}$	5,61	4,11	1,50	2,7	0,49	0,42	0,07	6,0	11,4
$N_{30}P_{40}K_{40} +$	6,73	4,88	1,85	2,6	0,56	0,48	0,08	6,0	12,0
$N_{34}P_{45}K_{45} +$	7,88	5,63	2,25	2,5	0,69	0,58	0,11	5,3	11,4

Примітка: * – співвідношення вуглецю та азоту надземної маси до кореневої

Висновки:

1. Продуктивність рослинного покриву природних та напівприродних угідь Поліської частини Житомирської області варіює від 33,6 (низинне болото) до 6,0 т/га (пасовище, сформоване на темно-сірому опідзоленому глеюватому піщано-легкосуглинковому ґрунті), в тому числі накопичення надземної біомаси коливається від 14,4 до 1,2, а кореневої – від 19,9 до 3,8 т/га. В ланці дев'ятипільної сівозміні стаціонарного дослідів накопичення сумарної біомаси люцерною коливалася в діапазоні 6,68 (контроль)–20,14 т/га ($N_{34}P_{45}K_{45} + 3,0$ т/га $CaCO_3$), при цьому продуктивність надземної біомаси варіювала від 4,84 до 13,72, а кореневої – від 1,84 до 6,42 т/га.

2. Внесення під люцерну $N_{30-34}P_{40-45}K_{40-45}$ в поєднанні з обов'язковим застосуванням $CaCO_3$ в дозі 3,0 т/га сівозмінної площі сприяло збільшенню продуктивності загальної біомаси на 97,6–131,5 %, в тому числі надземної – на 142,9–180,0 % та кореневої – на 49,7–68,9 %, порівняно з

продуктивністю рослинного покриву природних угідь, що сформувалися на ідентичному дерново-підзолистому ґрунті.

3. Загальні запаси вуглецю та азоту в рослинному покриві природних і напівприродних угідь варіювали від 2,33 до 13,35 т/га та від 0,06 до 0,30 т/га відповідно. В дев'ятипільній сівозміні стаціонарного досліджу запаси органічного вуглецю та азоту, накопичені люцерною, залежно від варіанта удобрення, були в межах 2,62–7,88 т/га та 0,16–0,69 т/га відповідно.

4. Внаслідок застосування $N_{30-34}P_{40-45}K_{40-45}$ в поєднанні з $CaCO_3$ в дозі 3,0 т/га під люцерну в дев'ятипільній сівозміні стаціонарного досліджу кількість накопиченого органічного вуглецю та азоту в загальній біомасі була більшою на 92,3–125,1 % та 600,0–762,5 % відповідно, порівняно з продуктивністю рослинного покриву природних угідь, що сформувалися на ідентичному дерново-підзолистому ґрунті.

Подальші дослідження необхідно зосередити на більш детальному вивченні колообігу органічного вуглецю та азоту, фосфору та калію, кальцію та магнію в межах природних біогеоценозів та агроecosystem.

Література

1. *Одум Ю.* Основы экологии: пер. с англ. / Ю.Одум.– М.: Мир, 1975. – 740 с.
2. *Цветкова Н.Н.* Особенности миграции органо-минеральных веществ в лесных БГЦ степной Украины / Н.Н. Цветкова. – Днепропетровск: ДГУ, 1992. – 236 с.
3. *Тихоненко Д.Г.* Эволюция легких почв боровой террасы среднего Днестра в культурных экосистемах / Д.Г. Тихоненко, М.Я. Мороховец // Генезис и плодородие почв: сб. науч. тр. Харьков. СХИ им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1982. – Т. 284. – С. 3–10.
4. *Фокин А.Д.* О роли органических веществ почв в функционировании природных сельскохозяйственных систем / А.Д. Фокин // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 40–45.
5. *Безель В.С.* Экологическое нормирование антропогенных нагрузок / В.С. Безель, В.Ф. Кряжемський, Л.Ф. Семериков // Экология. – 1992. – № 2. – С. 3–11.
6. *Веремеско С.І.* Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України / С.І. Веремеско– Луцьк: Надстир'я, 1997. – 312 с.
7. *Ковда В.А.* Живое вещество, биосфера и почвенный покров планеты / В.А. Ковда // Почвоведение. – 1991. – № 6. – С. 5–14.
8. *Титлянова А.А.* Изменение круговорота углерода в связи с различным использованием земель (на примере Красноярского края) / А.А. Титлянова, В.В. Чупрова // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 211–219.

9. *Трускавецький Р.С.* Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції / *Р.С. Трускавецький.* – Харків: ППВ “Нове слово”, 2003. – 224 с.
10. *Chapin F.S.* Boreal carbon pools: approaches and constrains in global extrapolations / *F.S. Chapin, E. Matthews* // Carbon cycling in boreal forests and sub-arctic ecosystems. EPA, 1994. – P. 9–20.
11. *Post W.M., King A.W., Wullschlegel S.D.* Soil organic matter models and global estimates of soil organic carbon // Evaluation of soil organic matter models. Eds: D.S. Powlson, P. Smith, J.U. Smith. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. NATO ASI Series. – 1996. – Vol. 138. – P. 201–222.
12. Изменение кислотно-основных свойств окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы в зависимости от срока нахождения в залежи / *А.В. Латвинович, О.Ю. Павлова, В.Ф. Дричко* [и др.] // Почвоведение. – 2005. – № 10. – С. 1232–1239.
13. *Гамалей В.І.* Агрохімічні аспекти процесів ґрунтоутворення в умовах інтенсивного землеробства / *В.І. Гамалей, С.Г. Корсун* // Вісн. аграр. науки. – 1999. – № 10. – С. 25–28.
14. *Орлова Н.Е.* Современные процессы гумусообразования в окультуренных дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России / *Н.Е. Орлова, Л.Г. Бакина* // Агрехимия. – 2002. – № 11. – С. 5–12.
15. *Можейко Г.А.* О принципах построения и эксплуатации экологически сбалансированных и высокопродуктивных агроландшафтов / *Г.А. Можейко* // Вісн. аграр. науки. – 1997. – № 4. – С. 31–36.
16. Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства: доп. учасн. Міжнар. конф. (Житомир, 16–18 черв. 2005 р.) / М-во аграр. політики, Держ. агрокол. ун-т. – Житомир: Вид-во “Держ. агрокол. ун.”, 2005. – 294 с.
17. *Шукула М.К.* Ґрунтоутворювальна і ґрунтозахисна роль соломи та інших післяжнивних решток в агроценозах / *М.К. Шукула, А.Д. Балаєв, О.В. Демиденко* // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 4. – С. 27–32.
18. *Караваева Н.А.* Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы / *Н.А. Караваева* // Почвоведение. – 2005. – № 12. – С. 1518–1529.
19. *Романовская А.А.* Органический углерод в почвах залежных земель России / *А.А. Романовская* // Почвоведение. – 2006. – № 1. – С. 52–61.
20. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / *Б.А. Доспехов.* – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
21. *Станков Н.З.* Корневая система полевых культур / *Н.З. Станков.* – М.: Колос, 1964. – 280 с.
22. *Алиев С.А.* Биоэнергетика органического вещества / *С.А. Алиев.* – Баку: Изд-во ЭЛМ, 1973. – 66 с.

23. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. – К.: Гостстандарт Украины, 1996. – 25 с.