

ОСОБЛИВОСТІ КРУГООБІГУ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ В АГРОЦЕНОЗАХ ПОЛІССЯ

Встановлено, що в сівозмінах Полісся з насиченням зернових культур 50, 60 та 66%, різниця між виносом органічного вуглецю з агроценозу у вигляді основної продукції та надходженням з післяжнивними та кореневими рештками коливається у межах від 0,28 до 4,27 т/га.

Постановка проблеми

Антропогенні чинники суттєво впливають на кругообіг та запаси органічного вуглецю в системі ґрунт–рослина, що призводить до погіршення родючості ґрунтів та їх деградації. Сільськогосподарське використання земель супроводжується зменшенням запасів ґрунтових органічних сполук, що негативно впливає на баланс вуглецю в екосистемі і є наслідком відчуження з агроценозу значної маси рослинної речовини [4]. Людський фактор, спричиняючи розімкнення системи кругообігу вуглецю, по-різному відбивається на екологічному стані та функціонуванні екосистем. Під час сінокошу зазвичай зменшуються запаси надземної фітомаси, при інтенсивному випасанні сільськогосподарських тварин – запаси надземної та підземної фітомаси і незначна кількість вуглецю органічної речовини [11]. Розорювання ж ґрунтів призводить не тільки до різкого зменшення підземної фітомаси та мортмаси, але і до швидкого зменшення фракцій ґрунтової органічної речовини [14]. Зміни запасів у системі вуглецю органічної речовини відбуваються на великих площах та впливають на потік вуглецю в його наземному циклі.

Основна відмінність агроекосистем від природних угідь полягає у більш значному ступені розімкненості колообігу біогенних елементів у зв'язку з постійним вилученням значної їх частини у вигляді врожаю та побічної продукції [2]. Більша надземна фітомаса в агроценозі та застосування добрив не компенсує недобору маси коренів. Біомаса коренів культурних рослин зосереджена, в основному, у поверхневих шарах ґрунту і в 10 разів менша, ніж у диких трав [15]. Рослинні рештки сільськогосподарських культур є важливим фактором впливу на вміст органічних речовин і азоту в ґрунті. Їх кількість та якісний склад відіграють важливу роль у процесах гумусоутворення і трансформації азоту в ґрунті, служать джерелом енергії і поживних речовин для багатьох ґрунтових мікроорганізмів [5].

Вивчення показників продукційного процесу дає можливість встановити вуглецевий бюджет біоценозів і визначити їх стійкість до антропогенного впливу. Колообіг органічного вуглецю залишається першочерговою науковою проблемою і є частиною міжнародної політики та економіки [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питанню кругообігу органічного вуглецю присвячена значна кількість наукових робіт [6, 8, 10, 13], у тому числі фундаментальних [1, 4, 7, 11, 12]. Проте вивчення проблеми кругообігу органічного вуглецю в екосистемах Полісся є недостатнім і потребує ретельних досліджень як з екологічної, так і агрономічної точки зору.

Завдання досліджень

1. Встановити закономірності впливу варіантів сівозмін та удобрення на продуктивність сільськогосподарських культур і накопичення органічного вуглецю в основній продукції та післяжнивних і кореневих рештках.

2. Визначити різницю між виносом органічного вуглецю з агроценозу у вигляді основної продукції та надходженням з післяжнивними та кореневими рештками.

Об'єкти та методика досліджень

Дослідження проводились протягом 2003–2005 рр. у стаціонарному польовому досліді, закладеному в 2001 році на території НДГ „Україна“ Державного агроекологічного університета у трьох сівозмінах, де застосовували чотири варіанта удобрення (табл. 1).

Таблиця 1. Варіанти удобрення в сівозмінах

Культура	Варіанти сівозмін	Варіанти удобрення та їх номери						
		Без добрив (контроль)	Мінеральні добрива, кг/га д.р.			Побічна продукція + сидерати + мінеральні добрива (вар. 4)	Гній ¹	Побічна продукція + сидерати + гній (вар. 7) + мінеральні добрива (вар. 4)
			1	4				
1	2	3	N	P	K	7	8	9
Конюшина	1. (60% зернових культур)	-	-	-	-	-	-	-
Озима пшениця		-	45	45	45	NPK*	-	NPK
Льон-довгунець		-	30	40	60	c**+3м***+NPK	c+N ₁₀	c+3м+NPK+N ₁₀
Озиме жито		-	45	45	45	NPK	-	NPK
Овес підсівом конюшини		-	-	30	30	c+3м+PK	c+N ₁₀	c+3м+PK+N ₁₀
На 1га сівозмінної площі: N P K с 3м		-	24	32	36	24 32 36 1,2т 8т	12 т	24 32 36 1,2т 8т
Конюшина	3. (50% зернових культур)	-	-	-	-	-	-	-
Озиме жито		-	45	45	45	NPK	-	NPK
Картопля		-	50	50	50	c+3м+NPK+N ₁₀	40т	c+3м+40т+NPK+N ₁₀
Овес підсівом конюшини		-	-	30	30	PK	-	PK

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
На 1га площі: N Р К с з м гній	сівозмінної	-	24	31	34	31,5 31 34 0,75т 5т	10т	31,5 31 34 0,75т 5т 10т
Пелюшка + овес (зерно)	4. (66% зернових культур)	-	-	-	-	-	-	-
Озиме жито		-	30	45	45	с+NPK+ N ₁₀	-	с+ NPK+N ₁₀
Картопля		-	45	50	60	с+з+м+ NPK+ N ₁₀	30т	с+з+м+30т+ NPK+N ₁₀
На 1га площі: N Р К с з м гній	сівозмінної	-	25	32	35	45 32 35 2т 6,66т	10т	45 32 35 2т 6,66т 10т

Примітка: зм – зелена маса (сидеральна культура); * – мінеральні добрива (за нормами, що наведені у варіанті 4); ** – солома (культури попередника); *** – зелена маса (сидеральна культура); 1 – с + N₁₀ а – солома з компенсацією N₁₀ на 1 т; 30–40 т – норми органічних добрив (підстилковий гній).

Урожайність сільськогосподарських культур визначали згідно з загальноприйнятими методиками [3]. Накопичення пожнивно-кореневих залишків у ґрунті – за допомогою коефіцієнтів [8, 9]. Вміст органічного вуглецю у надземній та підземній фітомасі сільськогосподарських рослин розраховували за [1]. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали з використанням програми MS Excel.

Результати досліджень

У сівозміні з насиченням зернових культур 60% найвища урожайність конюшини на зелену масу (табл. 2) та льону-довгунця на насіння спостерігалась при застосуванні мінеральних добрив (фон 1), яка перевищувала контроль на 33,3 та 38,4% відповідно; озимій пшениці та льону-довгунця (соломи) при використанні побічної продукції + сидерати + мінеральні добрива (фон 2), що на 55,9 та 35,7% більше щодо контролю; озимого жита та вівса – побічної продукції + сидерати + гній + мінеральні добрива (фон 4), де перевищення урожайності стосовно контролю сягає 39,5 і 34,8% відповідно. У сівозміні з насиченням зернових культур 50% урожайність конюшини на зелену масу та картоплі була максимальною при застосуванні фону 4, що забезпечило перевищення контролю на 41,7 та 64,0% відповідно. Найбільша урожайність озимого жита спостерігалась при використанні фону 2, яка збільшилася стосовно контролю на 47%, а урожайність вівса, перевищуючи контроль на 44,5%, була максимальною

внаслідок застосування лише мінеральних добрив. Продуктивність пелюшко-вівса в сівозміні з насиченням зернових культур 66% була найвищою при застосуванні мінеральних добрив, яка перевищувала контроль на 44,3%, а урожайність озимого жита та картоплі була найбільшою при фоні 4 і на 47,9 та 60,2% відповідно перевищувала контроль.

У сівозмінах з різним насиченням зернових і кількістю полів не дуже проявлялась певна залежність продуктивності сільськогосподарських культур від систем удобрення, окрім озимого жита, урожайність якого була найвищою при застосуванні фону 4 в 5- та 4-пільній сівозмінах і картоплі, продуктивність якої була максимальною при використанні також фону 4 у 3- та 4-пільній сівозмінах. Це свідчить про значний вплив попередника та кількості полів у сівозміні на продуктивність сільськогосподарських культур.

Дослідженнями встановлено, що збільшення урожайності основної продукції сільськогосподарських культур (табл. 2) супроводжується зростанням кількості післяжнивних та корневих решток, які залишаються в агроценозі, збагачуючи ґрунт органічною речовиною.

Кількість органічного вуглецю, що виноситься з поля та залишається в агроценозі (табл. 3) залежить від сільськогосподарської культури та її продуктивності. Отримані дані свідчать, що у варіантах удобрення, у яких продуктивність сільськогосподарських культур була максимальною, кількість органічного вуглецю, що виносилася та залишалася в агроценозі була також максимальною. Застосування додаткової енергії у вигляді удобрення, а також 5-пільна система сівозміни забезпечили максимальне накопичення органічного вуглецю у сівозміні з 60% насиченням зернових культур. Кількість накопиченого вуглецю у загальній біомасі сільськогосподарських культур була найвищою при застосуванні фону 4 та перевищувала контроль на 35,4%, у тому числі кількість вуглецю в основній продукції перевищує контроль на 38,3, а у післяжнивних та корневих рештках – на 29,4%. Мінімальну кількість органічного вуглецю, що виноситься за межі агроценозу в якості основної продукції та яка залишається у ньому з післяжнивними та корневими рештками забезпечило використання гною (фон 3), показники якого перевищували контроль лише на 2,2 та 1,9%. Застосування мінеральних добрив та фону 2 спричинило перевищення контролю щодо накопичення вуглецю у загальній біомасі на 34,5 та 34,6%, в основній продукції – на 37,8 та 36,6%, в післяжнивних та корневих рештках – 27,8 та 29,3% відповідно.

У процесі досліджень встановлено чітку залежність накопичення органічного вуглецю сільськогосподарськими культурами в різних сівозмінах від систем їх удобрення. Максимальне накопичення вуглецю

при застосуванні фону 4 у сівозміні з насиченням зернових 60% спостерігається також у сівозмінах з насиченням зернових культур 50 та 66%, а мінімальна його кількість прослідковується при використанні гною.

Застосування фону 4 у 4-пільній сівозміні призвело до збільшення вмісту вуглецю у загальній біомасі на 45,1, в основній продукції – 52,4, у післяжнивних і кореневих рештках – на 32,5% у порівнянні з контролем. Використання цього ж варіанту удобрення у 3-пільній сівозміні забезпечило збільшення кількості органічного вуглецю, у порівнянні з контролем, у загальній біомасі на 44,9, в основній продукції – 50,3, у післяжнивних і кореневих рештках – на 37,2%. У 4-пільній сівозміні при внесенні гною кількість накопиченого вуглецю у загальній біомасі перевищувала контроль лише на 28,0, у основній продукції – 36,5, у післяжнивних і кореневих рештках – на 14,2%. Таку ж залежність виявлено і у 3-пільній сівозміні, де кількість накопиченого вуглецю в загальній біомасі перевищувала контроль лише на 27,5, в основній продукції – 33,6, у післяжнивних і кореневих рештках – на 18,9%.

Різниця між виносом органічного вуглецю з агроценозу та надходженням з післяжнивними та кореневими рештками в сівозмінах з насиченням зернових культур 60, 50 та 66% у залежності від варіанту удобрення знаходиться у межах від 2,25 (контроль) до 4,27 (побічна продукція + сидерати + гній + мінеральні добрива), від 0,39 (контроль) до 1,98 (побічна продукція + сидерати + гній + мінеральні добрива) та від 0,26 (контроль) до 1,24 т/га (побічна продукція + сидерати + гній + мінеральні добрива) відповідно. Значні обсяги виносу вуглецю за межі агроценозу свідчать про масове збіднення ґрунтів на органічну речовину та їх деградацію. Постає необхідність розроблення конкретних заходів щодо покращення балансу вуглецю та поповнення органічної речовини ґрунту за рахунок використання додаткової енергії в агроценозі в якості внесення органо-мінеральних добрив.

Таблиця 2. Продуктивність надземної та підземної маси сільськогосподарських культур

Культура	№ варіантів досліджень	Урожайність основної продукції по роках, т/га					Урожайність пожнивних та корених решток, т/га	
		2003	2004	2005	середня	± до контролю	середня за 2003 - 2005 рр.	± до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сівозміна 1								
1. Конюшина на зелену масу (на 1 укіс)	1	9,7	18,6	16,8	15,0	—	4,66	—
	4	15,6	21,8	30,2	22,5	7,50	6,53	1,87
	6	15,1	20,3	30,5	22,0	6,98	6,37	1,71
	7	11,5	18,2	16,7	15,5	0,46	4,80	0,14
	9	11,4	22,5	30,6	21,5	6,48	6,24	1,58
	НІР _{0,5}	6,45	7,84	11,64	-	-	-	-
2. Озима пшениця	1	1,29	2,27	1,49	1,68	—	2,52	—
	4	2,29	4,33	3,85	3,49	1,81	3,84	1,32
	6	1,98	5,00	4,44	3,81	2,13	4,19	1,67
	7	1,66	2,22	1,56	1,81	0,13	2,72	0,20
	9	1,41	4,58	4,29	3,43	1,75	3,77	1,25
	НІР _{0,5}	1,87	1,57	1,30	-	-	-	-
3. Льон-довгунець	1	<u>2,80*</u> 0,68**	<u>2,70</u> 0,42	<u>2,92</u> 0,51	<u>2,81</u> 0,53	—	<u>0,90</u> 0,17	—
	4	<u>4,50</u> 0,86	<u>3,52</u> 0,62	<u>4,93</u> 1,09	<u>4,32</u> 0,86	<u>1,51</u> 0,33	<u>1,38</u> 0,28	<u>0,48</u> 0,11
	6	<u>4,80</u> 0,98	<u>3,64</u> 0,62	<u>4,68</u> 9,0	<u>4,37</u> 0,83	<u>1,56</u> 0,30	<u>1,40</u> 0,27	<u>0,50</u> 0,10
	7	<u>3,10</u> 0,72	<u>2,83</u> 0,51	<u>2,82</u> 0,53	<u>2,92</u> 0,59	<u>0,11</u> 0,06	<u>0,93</u> 0,19	<u>0,03</u> 0,02
	9	<u>4,20</u> 0,84	<u>3,72</u> 0,65	<u>5,15</u> 1,04	<u>4,36</u> 0,84	<u>1,55</u> 0,31	<u>1,40</u> 0,27	<u>0,50</u> 0,10
	НІР _{0,5}	<u>2,95</u> 0,33	<u>2,39</u> 0,37	<u>1,77</u> 1,43	-	-	-	-

Продовження таблиці 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Озиме жито	1	2,27	3,09	2,23	2,53	—	3,29	—
	4	2,80	5,06	3,90	3,92	1,39	4,31	1,02
	6	2,74	5,35	3,72	3,94	1,41	4,33	1,04
	7	2,03	3,13	2,79	2,65	0,12	3,18	- 0,11
	9	2,60	5,96	3,99	4,18	1,65	4,60	1,31
	НІР _{0,5}	1,41	1,14	2,19	-	-	-	-
5. Овес	1	2,09	1,85	1,68	1,87	—	2,24	—
	4	3,15	2,38	2,84	2,79	0,92	2,79	0,55
	6	2,97	2,29	2,83	2,70	0,83	2,70	0,43
	7	2,21	1,84	1,62	1,89	0,02	2,27	0,03
	9	3,05	2,40	3,15	2,87	1,00	2,87	0,63
	НІР _{0,5}	2,50	1,24	1,62	-	-	-	-
Сівозміна 3								
1. Конюшина на зелену масу (на 1 укіс)	1	11,3	18,5	15,5	15,1	—	4,68	—
	4	14,3	26,5	32,4	24,4	9,30	7,08	2,40
	6	14,4	25,0	37,0	25,5	10,40	6,89	2,21
	7	11,2	18,4	26,5	18,7	3,60	5,80	1,12
	9	11,9	26,2	39,6	25,9	10,80	7,00	2,32
	НІР _{0,5}	6,67	18,91	13,89				
2. Озиме жито	1	1,74	3,37	1,75	2,29	—	2,98	—
	4	2,11	6,48	4,04	4,21	1,92	4,63	1,65
	6	2,27	6,54	4,16	4,32	2,03	4,75	1,77
	7	1,63	3,37	2,86	2,62	0,33	3,14	0,16
	9	1,89	6,63	4,17	4,23	1,94	4,65	1,67
	НІР _{0,5}	0,82	1,38	1,42	-	-	-	-
3. Картопля	1	9,2	6,5	6,0	7,2	—	1,01	—
	4	18,7	12,0	17,0	15,9	8,7	1,91	0,90
	6	21,9	12,5	18,3	17,6	10,4	2,11	1,10
	7	23,1	13,2	16,7	17,7	10,5	2,12	1,11
	9	22,5	14,2	23,2	20,0	12,8	2,40	1,39
	НІР _{0,5}	11,28	9,33	7,71	-	-	-	-

Продовження таблиці 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Овес	1	2,32	1,76	1,56	1,88	—	2,26	—
	4	4,24	2,97	2,96	3,39	1,51	3,05	0,79
	6	3,65	2,88	3,08	3,20	1,32	2,88	0,62
	7	3,13	2,20	2,05	2,46	0,58	2,71	0,45
	9	3,11	3,20	3,19	3,17	1,29	2,85	0,59
	НІР _{0,5}	1,76	4,43	1,81	-	-	-	-
Сівозміна 4								
1. Пелюшко- овес (зерно)	1	2,09	1,79	1,11	1,66	—	1,99	—
	4	3,70	2,16	3,07	2,98	1,32	2,98	0,99
	6	3,45	2,27	3,01	2,91	1,25	2,91	0,92
	7	3,24	2,06	2,02	2,44	0,78	2,68	0,69
	9	3,19	2,24	3,44	2,96	1,30	2,96	0,97
	НІР _{0,5}	0,90	0,75	1,83	-	-	-	-
2. Озиме жито	1	2,01	3,23	1,77	2,34	—	3,04	—
	4	2,53	6,30	3,84	4,22	1,88	4,64	1,60
	6	2,77	6,68	3,89	4,45	2,11	4,90	1,86
	7	2,09	4,01	2,34	2,81	0,47	3,37	0,33
	9	2,39	6,96	4,12	4,49	2,15	4,94	1,90
	НІР _{0,5}	1,54	1,25	1,72	-	-	-	-
3. Картопля	1	8,5	5,6	5,7	6,6	—	0,92	—
	4	16,6	9,3	16,5	14,1	7,50	1,83	0,91
	6	15,6	12,5	17,3	15,1	8,50	1,81	0,89
	7	13,8	12,8	16,3	14,3	7,70	1,86	0,94
	9	13,8	13,6	22,5	16,6	10,00	1,99	1,07
	НІР _{0,5}	9,42	12,86	8,46	-	-	-	-

Примітка: * – урожайність соломи; ** – урожайність насіння.

Таблиця 3. Вміст органічного вуглецю в біомасі
сільськогосподарських рослин

Культура	№ варіантів досліджень	Вміст органічного вуглецю, т/га		
		загальна біомаса	у тому числі	
			основна продукція	післяживні та кореневі рештки
1	2	3	4	5
Сівозміна 1				
1. Конюшина на зелену масу (на 1 укіс)	1	0,40	0,32	0,08
	4	0,60	0,48	0,12
	6	0,58	0,46	0,12
	7	0,41	0,33	0,08
	9	0,57	0,45	0,11
2. Озима пшениця	1	1,46	0,64	0,82
	4	2,57	1,32	1,25
	6	2,81	1,44	1,37
	7	1,58	0,69	0,89
	9	2,54	1,30	1,24
3. Льон- довгунець	1	3,05	2,69	0,36
	4	4,77	4,21	0,56
	6	4,75	4,19	0,56
	7	3,23	2,85	0,38
	9	4,76	4,20	0,56
4. Озиме жито	1	2,04	0,96	1,08
	4	2,89	1,48	1,41
	6	2,90	1,49	1,41
	7	2,04	1,00	1,04
	9	3,08	1,58	1,50
5. Овес	1	1,44	0,71	0,73
	4	1,97	1,06	0,91
	6	1,69	0,81	0,88
	7	1,31	0,57	0,74
	9	2,03	1,09	0,94
Сівозміна 3				
1. Конюшина на зелену масу (на 1 укіс)	1	0,40	0,32	0,08
	4	0,64	0,51	0,13
	6	0,67	0,54	0,13
	7	0,50	0,40	0,10
	9	0,69	0,55	0,14
2. Озиме жито	1	1,70	0,73	0,97
	4	3,10	1,59	1,51
	6	3,18	1,63	1,55
	7	2,02	0,99	1,03
	9	3,12	1,60	1,52
3. Картопля	1	0,58	0,50	0,08
	4	1,25	1,11	0,14
	6	1,39	1,23	0,16
	7	1,40	1,24	0,16
	9	1,58	1,40	0,18

Продовження таблиці 3.

1	2	3	4	5
4. Овес	1	1,45	0,71	0,74
	4	2,28	1,28	1,00
	6	2,15	1,21	0,94
	7	1,82	0,93	0,89
	9	2,13	1,20	0,93
Сівозміна 4				
1. Пелюшко- овес (зерно)	1	1,28	0,63	0,65
	4	2,10	1,13	0,97
	6	2,05	1,10	0,95
	7	1,80	0,92	0,88
	9	2,09	1,12	0,97
2. Озиме жито	1	1,89	0,89	1,00
	4	3,12	1,60	1,52
	6	3,28	1,68	1,60
	7	2,16	1,06	1,10
	9	3,32	1,70	1,62
3. Картопля	1	0,53	0,46	0,07
	4	1,13	0,99	0,14
	6	1,20	1,06	0,14
	7	1,14	1,00	0,14
	9	1,31	1,16	0,15
Всього по сівозміні 1	1	8,39	5,32	3,07
	4	12,80	8,55	4,25
	6	12,83	8,39	4,34
	7	8,57	5,44	3,13
	9	12,98	8,62	4,35
Всього по сівозміні 3	1	3,13	2,26	1,87
	4	7,27	4,49	2,78
	6	7,39	4,61	2,78
	7	5,74	3,56	2,18
	9	7,52	4,75	2,77
Всього по сівозміні 4	1	3,70	1,98	1,72
	4	6,35	3,72	2,63
	6	6,53	3,84	2,69
	7	5,10	2,98	2,12
	9	6,72	3,98	2,74

Висновки

1. Застосування побічної продукції + сидерати + гній + мінеральні добрива призвело до максимального накопичення вуглецю в загальній біомасі сівозмін, кількість якого перевищує контроль на 35,4 (60% зернових культур), 45,1 (50% зернових культур) та 44,9% (66% зернових культур).

культур). Мінімальна кількість його накопичення спостерігається при використанні гною, де у порівнянні з контролем вона зростає лише на 2,2, 28,0 та 27,5% відповідно.

2. Надходження вуглецю в агроценоз з післяжнивними та кореневими рештками на 0,26–4,27 т/га менше у порівнянні з його виносом в основній продукції, що дуже негативно відображається на родючості ґрунту, його екологічній стабільності.

Вважаємо, що подальші дослідження слід зосередити на вивченні перебігу продукційного процесу не тільки сільськогосподарських культур та загальної продуктивності сівозмін, а й продукційного процесу залужених, пасовищних та природних угідь, що необхідно для дослідження колообігу органічного вуглецю та азоту.

Література

1. Биологический круговорот углерода и его изменение под влиянием деятельности человека на территории южной Сибири / А.А. Титлянова, С.Я. Кудряшова, Н.П. Косых и др. // Почвоведение. – 2005. – №10. – С. 1240–1250.
2. Гамалей В.І., Корсун С.Г. Агрохімічні аспекти процесів ґрунтоутворення в умовах інтенсивного землеробства // Вісн. аграр. науки. – 1999. – №10. – С. 25–28.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
4. Запасы лабильного углерода в экосистемах Западной Сибири / А.А. Титлянова, С.Я. Кудряшова, М.В. Якутин и др. // Почвоведение. – 1999. – №3. – С. 332–341.
5. Новак А.В., Запорожець Ж.М. Облік та хімічний склад органічних решток провідних сільськогосподарських культур // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвід. темат. наук. зб.: Спец. випуск до VII з'їзду УТГА (липень 2006 р., м. Київ). – Харків. – 2006. – Кн.3. – С. 100–101.
6. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России / А.З. Швиденко, С. Нильссон, В.С. Столбовой и др. // Экология. – 2000. – №6. – С. 403–410.
7. Тейт Ш.Р. Органическое вещество почвы: Пер. с англ. О.Д. Масловой, Д.С. Орлова. – М.: Мир, 1991. – 399 с.
8. Теория и практика использования органических удобрений / И.Н. Лозановская, Д.С. Орлов, П.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 96 с.
9. Тичина Л.К. Екологічний моніторинг осушених гідроморфних ґрунтів Правобережного Полісся: Дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16. – Житомир. – 2003. – 150 с.

10. *Титлянова А.А.* Поступление органического вещества в почву в естественных фитоценозах и агроценозах // Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – С. 7–18.
 11. *Титлянова А.А., Тихомирова Н.А., Шатохина Н.Г.* Продукционный процесс в агроценозах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние.– 1982. – 184 с.
 12. *Титлянова А.А., Чупрова В.В.* Изменение круговорота углерода в связи с различным использованием земель (на примере Красноярского края) // Почвоведение. – 2003. – №2. – С. 211–219.
 13. *Трофимов С.Я.* Функциональный подход к исследованию почв // Вестник Московского университета. – 1992. – № 3. – Сер.17. – С. 3–11.
 14. *Шарков И.Н., Бреус И.П., Данилова А.А.* Роль легкоминерализуемого органического вещества в стабилизации запасов углерода в пахотных почвах // Сиб. экол. журн. – 1997. – №4. – С. 363–368.
 15. *Шмиголь Ю.В., Калініченко А.В., Горб О.О.* Деякі аспекти сталого розвитку агроландшафтів//Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства: (Доп. учасн. міжнар. конф., 16–18 червня 2005 року). – Житомир.– 2005. – С. 59–63.
-