

УДК 631.5: 631.8: 631.58: 631.6 (477.72)

ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ І ГЛИБИНИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ТА УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР У СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ

КНЯЗЄВ О.В. – кандидат технічних наук, науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-1234-9563

РЕЗНІЧЕНКО Н.Д. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-5741-6379

ЛОПАТА Н.П. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0001-8887-9563

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Серед причин, що впливають на зниження врожаю сільськогосподарських культур і погіршення його якості, значне місце займають бур'яни. Вони використовують вологу та поживні речовини, які знаходяться у ґрунті і тим самим погіршують умови росту та розвитку рослин. На сьогодні боротьба з бур'янами у посівах ведеться в основному хімічними методами. Але звертаючи увагу на екологічну ситуацію, необхідно відроджувати і застосовувати заходи, які були б екологічно безпечними. Постала необхідність впровадження якісно нових технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку землеробства одним зі способів захисту посівів від бур'янів є своєчасне проведення комплексу агротехнічних заходів. Обробіток ґрунту є найдієвішим заходом контролю забур'яненості посівів. З метою відтворення родючості ґрунту, економії паливно-мастильних матеріалів науковцями рекомендовано проведення мінімального обробітку ґрунту та сівба культур у попередньо необроблений ґрунт [1; 2; 3]. Водночас на думку багатьох дослідників це може призвести до підвищення забур'яненості посівів [4].

Аналіз основних досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми, свідчить, що тепер з відродженням органічного землеробства знову актуального значення набувають сидерати. Сидерація є важливою складовою енерго- і ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Як свідчать результати попередніх досліджень, заробка зеленої маси рослин у ґрунт поліпшує його структуру, зменшує щільність складення та підвищує

пористість орного шару ґрунту. Це надзвичайно важливо, оскільки у цьому випадку нівелюються негативні наслідки ущільнення орного шару ґрунту важкою сільськогосподарською технікою та поливною водою. З відродженням органічного землеробства зелені добрива виконують також важливу фітосанітарну функцію, зменшують забур'яненість посівів і сприяють очищенню ґрунту від шкідників та хвороб [5].

Тому актуальним є питання наукового обґрунтування можливості застосування сидератів та післяжнивних решток попередника, як фактора відтворення родючості ґрунту, покращення фітосанітарного стану посівів та підвищення урожайності сільськогосподарських культур.

Мета. Метою роботи було дослідити вплив сидеральних добрив за різних способів основного обробітку ґрунту та «прямої сівби» на забур'яненість посівів і урожайність сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводились у стаціонарному досліді, закладеному у 2007 році на зрошуваних землях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН (табл. 1).

Протягом 2016-2017 років у двофакторних польових дослідях чотирипольної сівозміни (пшениця озима з післяжнивним посівом бобово-злакової сумішки на сидерат, кукурудза, ячмінь озимий з післяжнивним посівом бобово-злакової сумішки на сидерат, соя) вивчали вплив сидерату на забур'яненість посівів та продуктивність сільськогосподарських культур сівозміни.

Таблиця 1 – Схема стаціонарного досліді з вивчення способів, глибини та систем основного обробітку ґрунту у коротко-ротаційній зерно-просапній сівозміні на зрошенні

Система основного обробітку ґрунту		Глибина (см) і спосіб основного обробітку ґрунту			
		пшениця озима	кукурудза	ячмінь озимий	соя
I	диференційована	28-30 (о)	12-14 (д)	28-30 (о)	12-14 (д)
II	безполицева мілка	12-14 (ч)	12-14 (д)	12-14 (ч)	12-14 (д)
III	безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	23-25 (ч)	28-30 (ч)	23-25 (ч)
IV	No-till	No-till	No-till	No-till	No-till

Примітка: No-till – сівба культур у попередньо необроблений ґрунт; ч – чизельний обробіток; д – дисковий обробіток; о – оранка.

Досліджували чотири системи основного обробітку ґрунту (фактор А). За контроль прийнята система диференційованого основного обробітку ґрунту, де протягом ротації сівозміни чергуються полицеві та безполицеві способи глибокого, мілкого та поверхневого обробітку. У другому варіанті застосовувалася мілка одноглибинна безполицева система основного обробітку. У третьому варіанті вивчався різноглибинний чизельний обробіток з глибиною розпушування від 23-25 до 28-30 см. У четвертому варіанті досліджувалась можливість переходу на сівбу у попередньо необроблений ґрунт.

Дослідження проводились на трьох фонах мінерального живлення (фактор В) – застосування на добриво сидеральних культур, що висівалися після збирання озимої пшениці та ячменю із внесенням на один гектар сівозмінної площі трьох доз азотного добрива і 40 кг д.р. фосфорного та фон без сидератів із застосуванням рекомендованих доз мінеральних добрив під культури сівозміни – контроль.

Добрива під озимі зернові вносили у два строки: восени під основний обробіток ґрунту та навесні по мерзлоталому ґрунту (згідно зі схемою дослідів), під кукурудзу та сою – під передпосівну культивування.

Бобово-злакову сумішку на сидерат висівали сівалкою для прямої сіви після скошування озимих зернових культур і лущення стерні попередника дисковими боронами (крім варіантів, де досліджували ефективність системи No-till). За період вегетації отримували 17-33 т/га сирової сидеральної маси, яку після скошування заробляли у ґрунт згідно зі схемою дослідів.

Агротехніка та режими зрошення у дослідях загально визнані для зрошуваних умов Півдня України, за винятком факторів, що були поставлені на вивчення. Поливи здійснювалися дощувальною машиною «Zimmatik». Обробка посівів сільськогосподарських культур від хвороб, шкідників і бур'янів хімічними препаратами, дозволеними до використання, проводилась за допомогою самохідного оприскувача.

У ґрунтово-кліматичному відношенні Асканійська ДСДС розташована у Сухо-степовій ґрунто-екологічній підзоні на Каховському зрошувальному масиві. Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий слабо-солонцюватий середньо-суглинковий, який містить в орному шарі 2,28% гумусу, валових форм азоту, фосфору та калію 0,18; 0,16; 2,7% відповідно, рН водної витяжки 7,0-7,2. Найменша вологомісткість шару ґрунту 0-100см – 21,3%, вологість в'янення – 9,5%, вміст водостійких агрегатів – 34,1%, рівноважна щільність складення – 1,39 г/см³, пористість – 49,2%, водопроникність – 1,25 мм/хв.

Дослід супроводжувався комплексом польових досліджень, підрахунків та вимірювань [6; 7; 8; 9].

Результати досліджень. Зрошення не тільки покращує умови росту і розвитку сільськогосподарських культур сівозміни, але й стимулює підвищення забур'яненості посівів. Серед заходів боротьби з бур'янами значна роль належить способам і глибині основного обробітку ґрунту. У досліді характеристико забур'яненості посівів був прийнятий найбільш інформативний показник – наземна маса бур'янів.

У результаті проведення передпосівного обробітку ґрунту та знищення бур'янів гербіцидом у варіантах, де сівбу проводили у попередньо необроблений ґрунт у фазу сходів загальна кількість бур'янів була незначною, тому вони суттєво не впливали на ріст і розвиток рослин. У період весняного куціння озимих зернових культур на варіантах без застосування сидерації за проведення чизельного обробітку ґрунту, порівняно з контролем, спостерігалась менша кількість бур'янів з нижчою вегетативною масою, що складала для пшениці 4,2 г/м² та ячменю озимого 17,6 г/м². При заміні глибокого безполицевого обробітку ґрунту мілким безполицевим, особливо при тривалому беззмінному його застосуванні у сівозміні, було встановлено збільшення кількості бур'янів у 1,9-2,4 раза, а наземна маса їх зросла до 38,8 г/м² та 97,6 г/м² (табл. 2).

Таблиця 2 – Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту та сидерації у сівозміні на зрошенні, середнє за 2016-2017 рр.

Глибина і спосіб основного обробітку ґрунту (ф. А)	Доза добрив* (ф. в)							
	1		2		3		4	
	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²
пшениця озима								
12-14 (д)	10	28,6	15	14,6	9	10,8	15	19,7
12-14 (д)	21	9,4	52	10,7	34	7,1	34	38,8
23-25 (ч)	19	3,3	38	5,2	18	3,0	18	4,2
No-till	21	25,6	36	17,8	31	9,7	46	10,3
кукурудза								
28-30 (о)	7	16,5	10	35	17	47,8	21	53,6
12-14 (ч)	11	37,0	16	49	22	59	30	62,9
28-30 (ч)	9	28,6	9	32,2	10	29,5	10	37,2
No-till	18	180	23	290,0	23	277,2	34	448,1

Продовження таблиці 2

Глибина і спосіб основного обробітку ґрунту (ф. А)	Доза добрив* (ф. в)							
	1		2		3		4	
	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²
ячмінь озимий								
12-14 (д)	8	2,4	14	6,6	20	9,6	33	18,7
12-14 (д)	3	25,7	31	32,3	25	13,0	51	97,6
23-25 (ч)	8	2,5	22	8,1	27	10,4	21	17,6
No-till	29	132,6	39	79,5	35	60,4	66	137,9
соя								
28-30 (о)	6	40,7	8	45,5	5	43,2	6	50,2
12-14 (ч)	7	37,2	10	57	7	58,2	10	62,7
28-30 (ч)	5	25,4	6	30	2	23	4	21,6
No-till	13	58,3	16	85,2	11	93	15	96,1

Примітка:

* – для ячменю – $N_{120}P_{40}$ на фоні післядії сидерату та: 1 – $N_{120}P_{40}$; 2 – $N_{150}P_{40}$; 3 – $N_{180}P_{40}$ під попередник* – для пшениці – $N_{90}P_{40}$ на фоні післядії сидерату та: 1 – $N_{30}P_{40}$; 2 – $N_{60}P_{40}$; 3 – $N_{90}P_{40}$ під попередник* – для кукурудзи: 1 – сидерати + $N_{120}P_{40}$, 2 – сидерати + $N_{150}P_{40}$, 3 – сидерати + $N_{180}P_{40}$, 4 – $N_{180}P_{40}$ (контроль)* – для сої: 1 – сидерати + $N_{30}P_{40}$, 2 – сидерати + $N_{60}P_{40}$, 3 – сидерати + $N_{90}P_{40}$, 4 – $N_{90}P_{40}$ (контроль)

Найбільш поширеними були озимі зимуючі: грицики звичайні, кучерявець Софії, кропива глуха стеблообгортна, горобейник польовий. Найбільшу кількість бур'янів відзначено за сівби культуру у попередньо необроблений ґрунт. Порівняно з контролем, на посівах ячменю озимого бур'янів було більше у 2 рази і на пшениці – у 3 рази. До вище перерахованих однорічних додаються багаторічні види бур'янів: берізка польова та осот польовий.

Така ж ситуація складалась на посівах ярих культур сівозміни. Найменше бур'янів у варіантах без застосування сидерації спостерігалось за глибокого чизельного обробітку ґрунту: на посівах сої – 4 шт/м², на посівах кукурудзи – 10 шт/м² з масою, відповідно, 21,6 г/м² та 37,2 г/м². У варіантах із мілким чизельним обробітком бур'янів було більше у посівах сої у 2,5 рази, кукурудзи у 3 рази, вегетативна маса яких становила 62,7 г/м² та 62,9 г/м² відповідно. Найвищою забур'яненість була за сівби культур у системі No-till. Збільшилась не тільки кількість бур'янів, а й значно розширився їх видовий склад. Найбільш поширені – лобода біла, щиріця, підмаренник чіпкий, гірчак березковидний, осот польовий, берізка польова. Вегетативна маса бур'янів за сівби культур у необроблений ґрунт була найбільшою: на посівах сої – 96,1 г/м², на посівах кукурудзи – 448 г/м².

Застосування сидерації за різних систем і способів основного обробітку ґрунту забезпечило зниження кількості бур'янів на всіх варіантах. За однакових доз внесення мінеральних добрив, на сидеральному фоні у посівах кукурудзи бур'янів було менше на 4-11 шт/м², у посівах сої – на 1-4 шт/м², у посівах ячменю озимого – на 13-31 шт/м², у посівах пшениці озимої – на 4-15 шт/м², ніж на відповідних варіантах без застосування сидератів. Найменшою наземна біомаса бур'янів формувалась при проведенні під посів

культур глибокого чизельного обробітку ґрунту, тоді як при сівбі у необроблений ґрунт наземна маса бур'янів значно зростала, що у свою чергу призводило до пригнічення посівів і, відповідно, до недобору урожаю.

Запорукою отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур є накопичення у ґрунті достатньої кількості вологи. Найбільш дієвими факторами впливу на формування водного режиму ґрунту є щільність складення, пористість, водопроникність та наявність свіжої органічної речовини, як субстрату для діяльності ґрунтових мікроорганізмів.

У посівах усіх культур сівозміни щільність складення ґрунту була найменшою при проведенні глибокого обробітку і найбільш ущільненим ґрунт був за системи No-till. Відзначено також зменшення щільності складення ґрунту на фоні загорання сидерату. На сидеральному фоні за оранки на 28-30 см та чизельного розпушування на таку ж глибину у посівах кукурудзи щільність складення була меншою на 0,03-0,16 г/см³, а у посівах сої – на 0,01-0,09 г/см³. Зміна показників щільності складення ґрунту супроводжувалась зміною його пористості. Істотному збільшенню пористості до 55,9% сприяло проведення глибокого (28-30 см) полицевого обробітку ґрунту, а при сівбі у необроблений ґрунт пористість ґрунту була найменшою.

Усі способи основного обробітку ґрунту із загоранням сидеральної маси забезпечили зростання загальної пористості ґрунту на 0,4-3,3% у посівах сої та на 1,3-6,3% у посівах кукурудзи. Причому, більш відчутні зміни були за глибокого чизельного обробітку ґрунту.

Таким чином найкращі умови для формування врожаю кукурудзи і сої склалися за проведення глибокого обробітку ґрунту (табл. 3). Так, порівняно з контролем (оранкою), приріст урожаю кукурудзи був лише за проведення чизельного обробітку на

глибину 28-30 см і становив, залежно від дози внесених добрив, 0,36-0,63 т/га. Заміна глибокого обробітку мілким безполицевим призвела до зни-

ження рівня врожаю на 0,27-0,50 т/га, а сівба культури за технологією No-till – до недобору 2,05-3,04 т/га врожаю при НІР₀₅ 0,43 т/га.

Таблиця 3 – Урожайність культур та продуктивність короткоротаційної сівозміни на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту, сидерації та доз мінеральних добрив, т/га, середнє за 2016-2017 рр.

Система обробітку ґрунту	Доза добрив*	Культура				Середнє по сівозміні	
		пшениця озима	ячмінь озимий	кукурудза	соя	кормові одиниці (к. о.)	зернові одиниці (з. о.)
I	1	4,94	5,46	9,86	3,73	7,40	6,50
	2	5,3	5,8	10,64	3,86	7,90	6,94
	3	5,62	6,32	11,15	4,13	8,39	7,37
	4	5,45	5,34	10,69	3,9	7,84	6,88
II	1	4,85	5,56	9,52	3,86	7,34	6,44
	2	5,4	5,81	10,14	4,16	7,86	6,91
	3	5,57	6,29	10,88	4,32	8,34	7,33
	4	5,15	6,05	10,21	3,84	7,78	6,83
III	1	5,03	5,85	10,22	4,11	7,79	6,83
	2	5,42	5,86	11,12	4,33	8,27	7,26
	3	6,01	6,47	11,78	4,4	8,84	7,76
	4	5,74	5,34	11,32	3,95	8,15	7,15
IV	1	4,76	4,59	7,81	3,07	6,20	5,46
	2	5,02	4,74	8,06	3,43	6,52	5,74
	3	5,12	4,74	8,42	3,53	6,70	5,90
	4	4,99	4,36	7,65	3,19	6,19	5,45
НІР₀₅ (А)		0,38	0,32	0,43	0,52		
НІР₀₅ (В)		0,23	0,31	0,35	0,21		

Примітка:

* – для сої: 1– сидерати + N₃₀P₄₀, 2– сидерати + N₆₀P₄₀, 3– сидерати + N₉₀P₄₀, 4 – N₉₀P₄₀ (контроль)

* – для кукурудзи: 1– сидерати + N₁₂₀P₄₀, 2– сидерати + N₁₅₀P₄₀, 3– сидерати + N₁₈₀P₄₀, 4 – N₁₈₀P₄₀ (контроль)

* – для пшениці – N₉₀P₄₀ на фоні післядії сидерату та: 1 – N₃₀P₄₀; 2 – N₆₀P₄₀; 3 – N₉₀P₄₀ під попередник

* – для ячменю – N₁₂₀P₄₀ на фоні післядії сидерату та: 1 – N₁₂₀P₄₀; 2 – N₁₅₀P₄₀; 3 – N₁₈₀P₄₀ під попередник

У варіантах з глибоким чизельним обробітком ґрунту урожайність сої була дещо вищою за всіх систем удобрення. Водночас за сівби у попередньо необроблений ґрунт недобір урожаю сої становив 0,43-0,71 т/га при НІР₀₅ 0,52 т/га.

Застосування післяживних сидератів забезпечувало кращі умови для розвитку рослин та формування врожайності культур. Приріст урожаю кукурудзи при застосуванні сидератів і рекомендованої дози добрив за глибокого полицевого та безполицевого обробітків ґрунту становив 0,46 т/га, за мілкого безполицевого – 0,67 т/га, за сівби у необроблений ґрунт – 0,77 т/га при НІР₀₅ 0,35 т/га. Урожайність сої за таких умов була більшою на 0,23, 0,45, 0,48 та 0,35 т/га відповідно (НІР₀₅ 0,21 т/га).

На рівень урожайності озимих культур впливала післядія як сидерату, так і різних доз мінеральних добрив, внесених під попередник. Збільшення дози добрив під попередник (кукурудзу) з N₁₂₀ до N₁₈₀ дозволило додатково отримати 0,15-0,86 т/га ячменю озимого, з більшим приростом за диференційованої системи основного обробітку ґрунту. Приріст урожаю пшениці озимої 0,36-0,98 т/га одержано при збільшенні дози внесення мінеральних добрив під попередник (сою) з N₃₀ до N₉₀. Внаслідок післядії застосування сидерату під попередники озимих культур приріст урожаю пшениці ози-

мої склав 0,13-0,42 т/га, ячменю озимого – 0,24-1,12 т/га, при НІР₀₅ 0,23 та 0,31 т/га, відповідно.

Вплив способів обробітку ґрунту на урожайність пшениці і ячменю озимих був менш дієвим, за виключенням сівби у попередньо необроблений ґрунт, де недобір врожаю ячменю становив 0,87-1,58 т/га, пшениці – 0,19-0,5 т/га, порівняно з контролем, при НІР₀₅ – 0,32 та 0,38 т/га відповідно.

Таким чином найвищу продуктивність забезпечує сівозміна на фоні безполицевої різноглибинної системи основного обробітку з чизельним розпушуванням під усі культури, яка за першої системи удобрення у сівозміні формується на рівні 7,79 т/к.о. та 6,83 т/з.о., що порівняно з контролем більше на 5,3% та 5,1% відповідно.

Застосування мілкого безполицевого розпушування призводить до зниження продуктивності сівозміни на 5,8% к.о. та 5,7% з.о., а за сівби у попередньо необроблений ґрунт продуктивність сівозміни знижується – на 20% к.о. та 20,1% з.о.

Збільшення доз внесення азотних добрив забезпечує підвищення урожайності с.-г культур та продуктивності сівозміни, водночас закономірність, що відзначена при застосуванні першої системи удобрення, залишається.

На всіх варіантах основного обробітку ґрунту застосування післяживного сидерата сприяло росту продуктивності сівозміни. Порівняно із без-

сидеральним фоном продуктивність культур сіво-зміни за диференційованої системи була більшою на 0,55 т/га кормових одиниць, за мілкої безполицевої – на 0,56 т/га, за різноглибинної безполицевої – на 0,69 т/га та за системи No-till – на 0,51 т/га.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що використання на добриво сидеральних культур у 4-пільній сівозміні на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту, що проводилися на фоні рекомендованих і розрахованих доз внесення мінеральних добрив забезпечило зменшення кількості бур'янів у посівах усіх культур сівозміни на 19-49%; покращення агрофізичних параметрів темно-каштанового ґрунту: зменшення його щільності та зростання загальної пористості 0,4-6,3%; приросту урожаю кукурудзи у середньому на 5,9%, сої – 10,2%, пшениці озимої – 4,7%, ячменю озимого – 12,9%; підвищення продуктивності сівозміни на 0,51-0,69 т/га кормових одиниць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. К.: ЕКМО, 2007. 44 с.
2. Петриченко В. Ф., Безуглий М. Д., Жук В. М., Іващенко О. О. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні. К.: Аграр. наука, 2012. 48 с.
3. No-till and conservation agriculture in the United States: An example from the David Brandt farm, Carroll, Ohio / R. Islam, R. Reeder // *ScienceDirect*. 2014. P. 31-35.
4. Бомба М. Я. Біологічне землеробство: стан та перспективи розвитку. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вип. 59. Львів – Оброшино, 2016. 266 с.
5. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник. 2-ге видання, перероблене та доповнене. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
6. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: наук.-метод. видання / За ред. Р. А. Вожегової. Херсон: Грін Д. С., 2014. 286 с.
7. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грін Д. С., 2014. 448 с.
8. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., П. В. Костогриз Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2005. 288 с.
9. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методики випробування і застосування пестицидів. К.: Світ, 2001. 448 с.

REFERENCES:

1. Saiko, V.F., & Maliienko, A.M. (2007). *Systemy obrobittu gruntu v Ukraini [Soil cultivation systems in Ukraine]*. Kyiv : EKMO [in Ukrainian].
2. Petrychenko, V.F., Bezuhlyi, M.D., Zhuk, V.M., & Ivashchenko, O.O. (2012). *Nova stratehiia vyrobnytstva zernovykh ta oliinykh kultur v Ukraini [A new strategy for the production of cereals and oilseeds in Ukraine]*. Kyiv : Ahrar. Nauka [in Ukrainian].
3. Islam R., Reeder R. (2014). No-till and conservation agriculture in the United States: An example from the David Brandt farm, Carroll, Ohio *ScienceDirect*. [in English].
4. Bomba, M.Ia. (2016). *Biologichne zemlerobstvo: stan ta perspektyvy rozvytku [Biological agriculture: the state and prospects of development]*. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo: Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*, 59 [in Ukrainian].
5. Hudz, V.P., Lisoval, A.P., Andriienko, V.O., & Rybak, M.F. (2007). *Zemlerobstvo z osnovamy gruntoznastva i ahrokhimii Pidruchnyk [Agriculture with the basics of soil science and agrochemistry]*. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
6. Vozhegova, R. A. (2014). *Metodyka polovyh i laboratornyh doslidzhen na zroshuvanyh zemljah [Methodology of the field and laboratory researches in irrigable earth]*. Herson: Grin D. S. [in Ukrainian].
7. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Field experiment method (irrigated agriculture)]*. Herson: Hrin D. S. [in Ukrainian].
8. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of research in agronomy]*. Kyiv: Diia [in Ukrainian].
9. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., & Ivashchenko, O.O. et al. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]*. Kyiv : Svit [in Ukrainian].