

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЕСТРУКТОРІВ НА РОСЛИННИХ РЕШТКАХ У ПРОЦЕСІ ЇХ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ПІСЛЯ ЗБИРАННЯ

ГАДЗАЛО Я.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-5028-2048

Національна академія аграрних наук України

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ЛІКАР Я.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1241-8634

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Кліматичні зміни на фоні підвищення населення світу вимагають від аграрної науки розробки й удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур для задоволення потреб в продуктах харчування, кормах, сировини для промисловості та забезпечення сталого розвитку сільськогосподарства [1–3]. Тому виробничники спрямовані на збільшення сільськогосподарського виробництва разом із питаннями, пов'язаними зі зміною клімату, а вчені аграрної науки повинні розробляти інноваційні продукти та технології, що здатні підвищити врожайність та якість сільськогосподарських культур, одночасно зменшуючи антропогенний тиск на довкілля [4–6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним завданням землеробства є збереження підвищення родючості ґрунтів як основи довгострокової їх продуктивності. Родючість ґрунту тісно пов'язана з наявністю у ньому необхідних і доступних для рослин елементів живлення, причому ці аспекти мають як екологічне, так і біоекономічне значення для продуктивності агроecosystem [7]. В сучасному землеробстві перевагу мають стратегії цілісних агровиробничих систем, що базуються на використанні всіх видів органічної речовини, відходів для покращення родючості ґрунту [8–10]. Перспективним в цьому напрямі є застосування різких за мікробіологічною природою препаратів біопрепаратів, зокрема деструкторів [11–14].

Основним завданням у землеробстві є підтримання вмісту всіх поживних елементів на рівні, необхідному для формування рослинами максимально можливого рівня врожайності. В різних країнах світу в останні роки спостерігається поступове зниження родючості ґрунтів, що пов'язано з нераціональним застосуванням мінеральних добрив та порушенням технологій вирощування [15–17]. Одним із заходів покращення живлення рослин в умовах землеробства може бути застосування мікробних препаратів, які сприяють пришвидшенню перетворення недоступних сполук післяживних решток рослин у доступні. В останні роки з'явилися препарати мікробного походження, які пришвидшують розкладання рослинних решток і тим самим покращують поживний режим ґрунту [19, 20].

Результати аналізу літературних джерел [21, 22] показали, що існує необхідність встановлення ефективності використання біопрепаратів мікробіологічного походження для покращення родючості ґрунту, підвищення врожайності та якості продукції, вирішення питань екологічної безпеки та зниження антропогенного тиску на навколишнє середовище.

Мета: оцінка ефективності застосування біодеструкторів у взаємодії з різними способами основного обробітку ґрунту з їх адаптуванням до посушливих природно-кліматичних умов Півдня України з метою широкого впровадження розробки у виробництво.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2016–2020 років на дослідному полі Інституту зрощуваного землеробства НААН та у ДП ДГ «Піонер» ІЗЗ НААН.

Двохфакторний дослід (фактор А – культура ланки сівозміни, В – препарат) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова.

Культура ланки сівозміни (фактор А): пшениця озима (осінь 2016 р. під урожай 2017 р.), сорго (осінь 2017 р. під урожай 2018 р., ячмінь ярий (осінь 2018 р. під урожай 2019 р.), соняшник (осінь 2019 р. під урожай 2020 р.).

Препарати деструктори: Біодеструктор стерні, Екостерн, Органік – баланс, Біонорм, Деструктор целюлози.

Біодеструктор стерні. До складу препарату входять мікроскопічні бактерії та гриби, які володіють комплексом корисних в агрономічному аспекті властивостей. Мікроміцети *Trichoderma harzianum* та *Trichoderma lignorum* – це активні целюлозоруйніві біоагенти, які володіють здатністю до розкладання рослинних решток. Мікроміцети виділяють комплекс целюлозолітичних ферментів, які починають розкладання стерні одразу після внесення препарату та протягом всього періоду існування грибів у ґрунті. Істотною перевагою мікроміцетів роду *Trichoderma* є їх фунгіцидна активність, що забезпечує знезараження рослинних решток. Бактеріальна складова препарату представлена бактеріями *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Paenibacillus polymyxa*. Ці мікроорганізми є активаторами корисної мікрофлори ґрунту за рахунок

синтезу значної кількості біологічно-активних сполук, таких як ферменти, фітогормони, вітаміни та речовини антибіотичної природи, які пригнічують розвиток фітопатогенів.

Екостерн. *Bacillus subtilis* Бактерії, здатні продукувати ферменти для деструкції складних органічних сполук ґрунту; фіксувати молекулярний азот; мобілізувати фосфор важкорозчинних сполук. Це бактерії-антагоністи патогенних для рослин грибів та бактерій. Синтезують антимікробні речовини — антибіотики полієнового ряду. *Enterobacter* Бактерії, здатні продукувати ферменти для деструкції органічних сполук ґрунту, зв'язувати атмосферний азот, поліпшувати фосфорне живлення рослин, продукувати фітогормони, біополімери. *Enterococcus* Молочнокислі бактерії, працюють як в аеробних умовах, так і за дефіциту повітря, пригнічують розвиток патогенів, продукують велику кількість біологічно активних речовин: амінокислоти, вітаміни, гормони росту, ферменти. *Azotobacter* Вільноживучі бактерії, які здатні фіксувати азот атмосфери в ґрунті в доступній для рослини формі, є індикатором родючості ґрунту. *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride* Гриби, які мають виражену фунгіцидну дію за рахунок виділення антибіотичних речовин; активно заселяються та сприяють швидкому розкладанню рослинних решток, а також продукують біологічно активні речовини.

Органік – баланс. Концентрована суміш життєздатних та інактивованих мікроорганізмів та їх активних метаболітів, а саме: Живі бактерії: азотфіксуючі – забезпечують рослини біологічним азотом; фосфор- та калій-мобілізуючі, що перетворюють важкорозчинні сполуки на доступні для рослин форми: фосфор, калій, інші; бактерії з фунгіцидними властивостями, що захища-

ють рослини від бактеріальних та грибкових хвороб. Біологічно-активні продукти життєдіяльності бактерій: фітогормони, вітаміни, антибіотики, фунгіциди, ферменти, амінокислоти, а також компоненти поживного середовища (макро-, мікроелементи та органічні джерела живлення).

Біонорм. Діюча речовина: комплекс грибів *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lignorum* та бактерій *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Paenibacillus polymyxa*. Вміст діючого чинника: 1•10⁹ КУО/мл препарату.

Деструктор целюлози. Основна діюча речовина (-и): *Paenibacillus polymyxa*, *Azotobacter vinelandii*, *Trichoderma Harsianum*, Мікроорганізми.

Концентрація діючої речовини: бактерії штаму *Paenibacillus polymyxa* 6M – 30%, бактерії штаму *Azotobacter vinelandii* 87S – 30%, гриби штаму *Trichoderma harsianum* 15S – 40%; титр клітин мікроорганізмів – 6,0 × 10⁹ КУО/ г препарату [23].

Використовували методичні рекомендації з проведення польових дослідів [24, 25].

Результати досліджень. Слід зауважити, що в наших дослідженнях погодні умови в роки з різним рівнем природного вологозабезпечення (табл. 1) також мали суттєвий вплив на формування продуктивності досліджуваних культур, а також інтенсивності розкладання органічної речовини післяживних решток мікроорганізмами, які знаходились у складі препаратів-деструкторів.

Найінтенсивнішим прояв посухи на врожайність культур дослідної сівозміни проявився на початку вегетації у гостропосушливому 2018 р., коли температури повітря зросли, відповідно, у квітні до 14,5; у травні – до

Таблиця 1

Динаміка температури повітря (оС) та кількість опадів (мм) за вегетаційний період досліджуваних культур у період досліджень 2016–2020 рр.

Рік	Місяць					
	Температура повітря, °С					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень
2016	12,6	16,2	22,1	24,4	24,7	18,0
2017	9,3	16,3	22,0	23,4	25,4	19,9
2018	14,1	19,5	22,9	24,2	25,5	18,7
2019	10,5	18,0	23,8	23,2	23,4	18,1
2020	9,8	14,7	22,7	24,5	23,8	20,8
середнє	11,3	16,9	22,7	23,9	24,6	19,1
Кліматична норма	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4
Рік	Місяць					
	Опади, мм					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень
2016	56,8	71,7	43,0	46,3	26,7	33,2
2017	87,9	25,6	10,3	39,8	4,8	0,7
2018	1,6	35,7	23,1	90,8	0,0	42,8
2019	56,0	72,8	92,6	48,7	22,1	12,1
2020	2,8	29,3	45,1	20,8	25,3	25,0
середнє	40,8	47,0	42,8	49,3	15,8	22,8
Кліматична норма	33,0	42,0	45,0	49,0	38,0	40,0

19,5; у червні – до 22,9 °С, що на 41,0; 21,9; 15,1% вище за середньобогаторічні показники. При цьому кількість атмосферних опадів, навпаки, мала мінімальні значення – 1,6; 35,7; 23,1 мм, що складало 1962,5; 17,6; 94,8% від середньобогаторічної величини.

У сприятливі за погодними умовами 2016 та 2019 рр. за сумарної кількості опадів за період «квітень – вересень» на рівні 277,7 та 304,3 мм на фоні помірного температурного режиму відбулося зафіксовано стале зростання інтенсивності продукційного процесу у досліджуваних культур сівозміни та покращення розкладання органічної речовини при застосуванні препаратів-деструкторів.

На території досліджуваної сівозміни після збирання товарної частини врожаю на полі залишається подрібнена біомаса стебел та стерні. Дослідження з заробки та розкладання рослинних залишків культур проводились у сівозмінній ланці: пшениця озима – сорго – ячмінь ярий – соняшник – чорний пар. Найбільшу біомасу після збирання залишає на полі пшениця озима – 4,66–5,24 т/га (табл. 2).

Найменша кількість її залишається після ячменю ярого – 2,35–2,50 т/га. У продовж всієї ротації сівозмінної ланки найбільше після збирання врожаю на полі залишилось не товарної рослинної біомаси за умов проведення оранки – 15,88 т/га. На варіантах безполіцевих обробітків ґрунту їх було менше – на 7,6% за глибокого і на 13,4% за мілкого.

Зароблена у ґрунт біомаса має різний хімічний склад і з нею заробляється різна кількість поживних речовин, що має безпосередній вплив на родючість ґрунту,

зокрема на вміст гумусу. Найбільша кількість азоту (23,3–27,9 кг/га) і фосфору (12,3–147,8 кг/га) потрапляє у ґрунт після збирання товарної частини врожаю з біомасою сорго, а найменша – з біомасою ячменю ярого (12,2–13,0 кг/га) та (6,8–7,2 кг/га).

В цілому впродовж ротації сівозмінної ланки з рослинними залишками побічної продукції у ґрунт надійшло 80,9–94,5 кг/га азоту, 39,0–45,5 фосфору й 226,1–269,1 кг/га калію. Кількість цих елементів був найбільшим за умов оранки, а найменшим – за проведення безполіцевого мілкого обробітку.

Швидкість мінералізації залишених на полі рослинних решток залежала від їх хімічного складу та погодних умов післязбирального періоду. При цьому найбільше вона залежала від умов зволоження у цей період. Так, найповільніше відбувалась деструкція рослинних решток сорго у посушливий осінній період і при знижених температурах у 2017 р. – 16,1–20,2% без обробки препаратами деструкторами. Навіть застосування деструкторів мало пришвидшило мінералізацію листостеблової маси сорго – лише на 1,9–17,3%, що значно менше, ніж у більш волого роки.

Залежно від способу й глибини основного обробітку ґрунту зароблення біомаси рослин, яка залишилась після збирання, проводилась на різну глибину, що в значній мірі визначає різну швидкість її мінералізації. Швидше за все мінералізація рослинних решток всіх досліджуваних культур відбувається за умов проведення оранки, що пов'язано з кращим подрібненням, зволоженням, перемішуванням біомаси з ґрунтом у всьому його шарі (табл. 3).

Таблиця 2

Біомаса рослин після збирання культур сівозміни та розрахунковий уміст у ній елементів живлення залежно від обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту	Біомаса рослинних решток, т/га	Накопичення, кг/га			
		N азот	P ₂ O ₅ фосфор	K ₂ O калій	вуглець вуглець
Пшениця озима (2016 р.)					
Оранка	5,2	26,7	13,1	39,8	1964
Безполіцевий глибокий	4,8	24,7	12,1	36,8	1814
Безполіцевий мілкий	4,7	23,8	11,6	35,4	1747
Сорго (2017 р.)					
Оранка	4,1	27,9	14,8	45,9	1573
Безполіцевий глибокий	3,8	25,6	13,6	42,2	1485
Безполіцевий мілкий	3,4	23,3	12,3	38,3	1432
Ячмінь ярий (2018 р.)					
Оранка	2,5	13,0	7,2	38,5	1272
Безполіцевий глибокий	2,5	12,9	7,2	38,2	1268
Безполіцевий мілкий	2,4	12,2	6,8	36,2	1198
Соняшник (2019 р.)					
Оранка	4,1	26,9	10,4	144,9	1355
Безполіцевий глибокий	3,6	23,3	9,0	125,6	1309
Безполіцевий мілкий	3,3	21,6	8,3	116,2	1270
Всього по ланці сівозміни					
Оранка	15,9	94,5	45,5	269,1	6164
Безполіцевий глибокий	14,7	86,5	41,9	242,8	5876
Безполіцевий мілкий	13,8	80,9	39,0	226,1	5647

Таблиця 3

Ступінь деструкції заробленої біомаси рослин сівозмінної ланки після їх збирання за 90 діб залежно від застосування препаратів деструкторів і основного обробітку ґрунту у сівозмінній ланці, %

Культура ланки сівозмінної (А)	Препарат (В)	Обробіток ґрунту (С)		
		оранка	безполицевий	
			глибокий	мілкий
Пшениця озима (осінь 2016 р. під урожай 2017 р.)	Контроль	23,0	21,9	18,7
	Біодеструктор стерні	55,8	48,1	40,8
	Екостерн	63,6	53,9	45,9
	Органік – баланс	59,7	49,4	41,6
	Біонорм	56,1	47,6	40,0
	Деструктор целюлози	52,2	46,5	39,0
Сорго (осінь 2017 р. під урожай 2018 р.)	Контроль	20,2	19,1	16,1
	Біодеструктор стерні	21,7	20,8	16,4
	Екостерн	22,3	21,7	19,6
	Органік – баланс	23,7	22,9	20,1
	Біонорм	22,9	22,1	19,1
	Деструктор целюлози	24,1	21,1	18,6
Ячмінь ярий (осінь 2018 р. під урожай 2019 р.)	Контроль	31,5	29,0	24,7
	Біодеструктор стерні	52,0	49,0	44,2
	Екостерн	55,0	50,1	47,3
	Органік – баланс	55,3	51,9	47,6
	Біонорм	53,9	49,7	46,7
	Деструктор целюлози	52,3	47,9	45,0
Соняшник (осінь 2019 р. під урожай 2020 р.)	Контроль	25,4	24,0	20,4
	Біодеструктор стерні	36,4	35,0	30,2
	Екостерн	38,7	35,3	33,2
	Органік – баланс	39,5	37,1	33,4
	Біонорм	37,1	37,3	31,3
	Деструктор целюлози	37,1	34,5	31,3
НІР ₀₅ , %: А – 2,5; В – 2,3; С – 1,9				

За мілкового безполицевого обробітку подрібнена біомаса заробляється у верхній шар ґрунту, який часто швидко висушується, що погіршує умови її мінералізації. Тому, за такої системи обробітку ґрунту мінералізація рослинних решток проходить значно повільніше, ніж за глибоких обробітків.

Восени 2016 р. погодні умови і стан ґрунту на перших етапах були сприятливими для ефективної діяльності мікробних препаратів деструкторів стерні. За їх застосування ступінь деструкції соломи і післяжнивних решток пшениці озимої істотно підвищилась порівняно з варіантом без їх застосування.

Найбільше підвищував ступінь розкладання соломи за 90 днів після її обробки Екостерн – 45,9–63,6%, що на 31,4% перевищувало контрольний варіант без обробки. Також досить ефективно діяв і Органік-баланс, за умов застосування якого розклатось 41,6–59,7% соломи пшениці. Найповільніше розкладали солону в умовах 2016 р. препарати Біодеструктор стерні і Деструктор целюлози, які спричинили її деструкцію на 39,0–55,8%.

На процес деструкції соломи також істотний вплив мав і спосіб та глибина обробітку ґрунту, що пов'язано з глибиною загортання післяжнивних решток за якої складавались різні умови зволоження у шарі розташування соломи. Так, на контрольному варіанті без

обробки деструкторами заміна оранки на безполицевий обробіток на таку ж глибину зменшувала ступінь деструкції на 3,4 відсотних відсотків, а перехід на мілкий безполицевий обробіток – на 7,6%. В середньому по фактору обробіток ґрунту глибокий безполицевий зменшував ступінь деструкції на 9,4%, а перехід на мілкий обробіток – на 18,1%.

Застосування системи No-till в досліді ДП ДГ «Піонер» ІЗЗ НААН в децю кращих умовах зволоження, ніж на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН сприяло покращенню процесу деструкції соломи. Так за мілкового безполицевого обробітку ступінь деструкції соломи становив 52,6–56,8%. (табл. 4). Обробка незароблених рослинних решток пшениці озимої за системи No-till знижувала інтенсивність розкладання соломи до 42,6–46,7%. Дія препаратів була аналогічною, як і у досліді безпосередньо на дослідному полі Інституту.

Початок осені у 2017 р. відзначався дуже складними агрометеорологічними умовами. Більше 100 днів тривала жорстка повітряна і ґрунтова посуха. Тому, на час збирання сорго в орному шарі не було продуктивної вологи – вологість була нижче вологості в'янення.

За таких умов розкладання рослинних залишків стебел сорго проходило дуже повільно. Якщо у більш вологих умовах осені 2015 та 2016 рр. у контроль-

Таблиця 4

Ступінь деструкції заробленої біомаси рослин після збирання за 90 діб залежно від обробітку ґрунту у сівозмінній ланці, %

Культура ланки сівозміни (А)	Препарат (В)	Обробіток ґрунту (С)	
		безполицевий мілкий обробіток	No-till
Пшениця озима (осінь 2016 р. під урожай 2017 р.)	Контроль	30,9	28,7
	Біодеструктор стерні	52,6	42,6
	Екостерн	56,1	46,1
	Органік – баланс	56,8	46,7
	Біонорм	54,7	45,4
	Деструктор целюлози	53,1	43,2
Сорго (осінь 2017 р. під урожай 2018 р.)	Контроль	18,2	15,2
	Біодеструктор стерні	19,0	15,8
	Екостерн	21,5	16,1
	Органік – баланс	23,8	16,0
	Біонорм	21,3	15,7
	Деструктор целюлози	20,9	15,9
Ячмінь ярий (осінь 2018 р. під урожай 2019 р.)	Контроль	25,5	21,2
	Біодеструктор стерні	45,1	38,7
	Екостерн	48,2	39,1
	Органік – баланс	49,7	39,1
	Біонорм	48,1	38,6
	Деструктор целюлози	45,6	38,4
Соняшник осінь 2019 р. під урожай 2020 р.)	Контроль	21,3	20,7
	Біодеструктор стерні	31,7	28,7
	Екостерн	32,4	29,1
	Органік – баланс	33,1	29,3
	Біонорм	31,7	28,4
	Деструктор целюлози	31,2	28,3
НІР ₀₅ , %: А – 1,6; В – 1,4; С – 1,1			

ному варіанті розкладання соломи за 90 днів становило 18,7–23,0% залежно від обробітку ґрунту, то у 2017 р. – 16,1–20,2%. При цьому застосування препаратів-деструкторів підвищувало ступінь розкладання соломи у минулі роки у 2,1–2,6 рази порівняно з контрольним варіантом, а в 2017 р. – лише на 5,9–20,0%.

За таких умов більш ефективно діяв препарат Органік-баланс. Підвищення інтенсивності деструкції стебел сорго за його застосуванням склало в середньому 3,7 відсотних відсотки. Практично не вплинуло на темпи мінералізації стебел препарат Біодеструктор стерні. Майже у всіх варіантах обробітку ґрунту також кращим виявився препарат Органік-баланс. Хоча слід відмітити, що за умов оранки найбільший ступінь деструкції спостерігався за умов застосування препарату Деструктор целюлози.

Глибина загортання рослинних решток сорго, яка залежала від способу і глибини обробітку ґрунту, також в деякій мірі вплинула на швидкість їх мінералізації. Найбільшою за 90 днів вона була за умов оранки – 22,5%, що значно вище, ніж за безполицевого мілкого обробітку ґрунту.

У дослідях, які проводилися у дослідному господарстві «Піонер» ступінь деструкції рослинних решток сорго

була на 2,1–3,7 відсотних відсотки вищою порівняно з дослідним полем Інституту зрошуваного землеробства НААН, що пов'язано з дещо більшим зволоженням ґрунту в осінній період. Обробка препаратами-деструкторами решток сорго, які залишились на поверхні ґрунту за системи No-till, практично не вплинуло на їх деструкцію порівняно з контролем.

Після сорго у сівозмінній ланці висівався ячмінь ярий. Після збирання ячменю ярого і заробки його соломи в ґрунт упродовж трьох місяців випало 132,6 мм опадів, з яких 90,8 мм випало зразу ж після заробки соломи у липні за сприятливої середньомісячної температури повітря – 24,2 °С. Тому, після його збирання за 90 днів літньо-осіннього періоду 2018 р. у контрольному варіанті розклаталось 24,7–31,5% заробленої в ґрунт соломи. При цьому найбільш інтенсивно вона розклаталась за умов глибокої її заробки плугом – 31,5%, а найбільш повільно – при мілкій її заробленні у шарі 12–14 см, у якому вона періодично висушувалась.

Застосування деструкторів істотно прискорило мінералізацію соломи – на 65,1–92,7%, а залежність інтенсивності її розкладання по варіантах обробітку ґрунту залишилась такою ж, як і на контролі. При цьому дія препаратів-деструкторів по різному впли-

нула на пришвидшення процесу розкладання соломи ячменю ярого.

Найбільше підвищилась швидкість деструкції соломи ячменю при застосуванні Органік-баланс – на 80,1% порівняно з контролем у середньому по фактору. Практично так же діяли і препарати Екостерн і Біонорм, хоча інтенсивність розкладання за їх застосування була на 0,8–1,5 абсолютних відсотки нижчою порівняно з варіантом застосування Органік-баланс.

Самою низькою була інтенсивність деструкції соломи ячменю порівняно з препаратом Органік-баланс при застосуванні Біодеструктора стерні й Деструктора целюлози – 48,4 і 48,6%, відповідно. Але це було на 70,4% вище порівняно з контролем і всього на 6,2% нижче порівняно з варіантом, де застосовувався препарат Органік-баланс.

У цілому найбільш висока швидкість розкладання соломи була за умов проведення оранки при глибокій її заробленні й інтенсивним перемішуванням з ґрунтом – 50,0%, у середньому за фактором. Значно повільнішими темпами відбувалась деструкція соломи за умов проведення безполицевого мілкого обробітку ґрунту – 42,7% за 90 днів. Ефективність дії препаратів за всіма варіантами обробітку ґрунту змінювалась практично однаково.

У дослідях встановлено, що на південному чорноземі ДП ДГ «Піонер» за практично такої ж кількості опадів, як і на дослідному полі Інституту ступінь деструкції соломи за безполицевого мілкого обробітку ґрунту була на 3,2–4,4% вищою порівняно з дослідним полем на темно-каштановому ґрунту. Проте, дія препаратів-деструкторів була такою ж, як і на дослідному полі Інституту, хоча різниця між ними була значно меншою. За сівби у попередньо не оброблений ґрунт (No-till), коли солома після збирання залишається на поверхні ґрунту, дія препаратів-деструкторів у пришвидшенні інтенсивності мінералізації соломи значно нижча порівняно з варіантами заробки соломи у ґрунт і різниці між препаратами практично не спостерігається.

Після збирання сояшника восени 2019 р. склались доволі сприятливі погодні умови для мінералізації залишених на полі рослинних решток. За 90 днів на контрольному варіанті їх розклалось 20,4–25,4% від заробленої кількості залежно від способу та глибини обробітку ґрунту. Обробка рослинних решток сояшника препаратами деструкторами пришвидшила на 48,0–55,5% їх мінералізацію. Як і на рослинних рештках попередніх культур, так і на сояшнику краще діяв препарат Органік баланс ступінь деструкції за якого становила 33,4–39,5%. Близьким до цього показника за його дією виявився і препарат Екостерн.

Розкладання рослинних решток сояшника після їх збирання на дослідному полі ДП ДГ «Піонер» відбувалось також дещо повільніше, ніж попередньої культури ячменю ярого, що пов'язано з гіршим вологозабезпеченням, проте вплив препаратів деструкторів на цей процес залишився таким же, як і інших культур.

Пришвидження процесів мінералізації рослинних решток та побічної продукції культур ланки сівозмін, а також підвищення біологічної активності ґрунту в умовах застосування препаратів деструкторів зменшило втрати елементів живлення та вуглецю. Це сприяло накопиченню вмісту гумусу в орному шарі ґрунту за період ротації (рис. 1).

Проте, за обробки рослинних решток лише за умов глибокої їх заробки незалежно від способу обробітку ґрунту відбулось достовірне підвищення вмісту гумусу при застосуванні препаратів Екостерн і Органік баланс на 0,06–0,07 відносних відсотків. На фоні застосування інших препаратів на цих варіантах обробітку ґрунту істотного підвищення не відбулось. За умов безполицевого мілкого обробітку ґрунту дія препаратів деструкторів виявилась меншою порівняно з глибокими обробітками. На цьому фоні лише препарат Органік баланс забезпечив достовірне підвищення гумусу.

Застосування оранки сумісно з біодеструктором забезпечило отримання максимального вмісту гумусу –

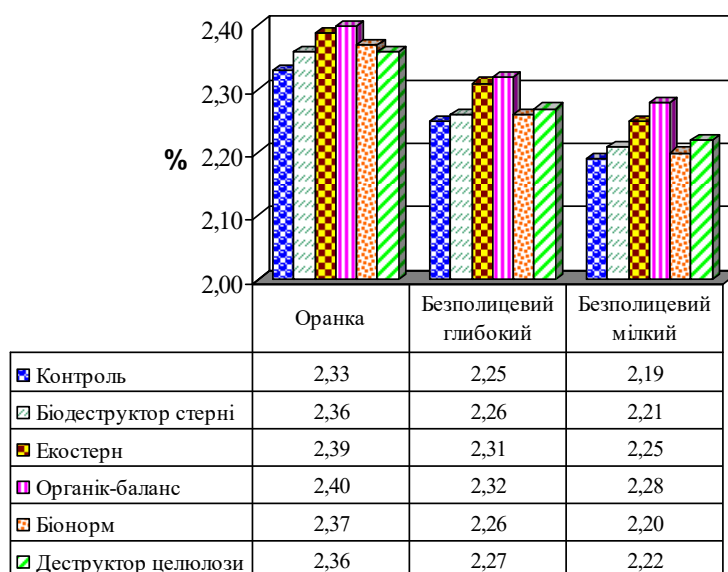


Рис. 1. Уміст гумусу в шарі ґрунту 0–30 см за умов застосування препаратів деструкторів на рослинних рештках, %

2,40%, що пов'язано з покращенням діяльності мікроорганізмів за рахунок кращого розподілу по орному шару, поліпшення водного й поживного режиму ґрунту та наявності більш великої кількості органічної речовини.

Висновки. Визначено, що рослинні рештки трансформуються у доступні для рослин біохімічні з'єднання протягом декількох років, причому цей процес залежить від впливу абіотичних і біотичних чинників, у першу чергу вологості ґрунту та температурного режиму. Застування біодеструкторів прискорює процеси розкладання органічної речовини в ґрунті, попереджає їх непродуктивні втрати від діяльності фітопатогенної мікрофлори, сприяє підвищенню родючості ґрунту, підвищує врожайність та якість рослинницької продукції.

Упродовж ротації сівозміної ланки з рослинними залишками побічної продукції у ґрунт надійшло 80,9–94,5 кг/га азоту, 39,0–45,5 фосфору й 226,1–269,1 кг/га калію. Кількість цих елементів був найбільшим за умов оранки, а найменшим – за проведення безполицевого мілкого обробітку.

Найбільш висока швидкість розкладання соломи була за умов проведення оранки при глибокій її зароблення й інтенсивним перемішуванням з ґрунтом – 50,0%, у середньому за фактором. Значно повільнішими темпами відбувалась деструкція соломи за умов проведення безполицевого мілкого обробітку ґрунту – 42,7% за 90 днів. Ефективність дії препаратів за всіма варіантами обробітку ґрунту змінювалась практично однаково.

Найбільше підвищилась швидкість деструкції соломи ячменю при застосуванні Органік-баланс – на 80,1% порівняно з контролем у середньому по фактору.

Застосування деструкторів істотно прискорило мінералізацію соломи – на 65,1–92,7%.

Застосування оранки сумісно з біодеструктором забезпечило отримання максимального вмісту гумусу – 2,40%, що пов'язано з покращенням діяльності мікроорганізмів за рахунок кращого розподілу по орному шару, поліпшення водного й поживного режиму ґрунту та наявності більш великої кількості органічної речовини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мельник М. А., Жука В. В., Сидоренко О. І., Шукайло С. П., Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Коваленко А. М., Коковіхін С. В. Еколого-агрохімічний стан сільськогосподарських земель Херсонської області, проблеми і шляхи їх вирішення: монографія. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2020. 350 с.
2. Dias G. A., Rocha R. H. C., Araújo J. L., De Lima J. F., Guedes W. A. Growth, yield, and postharvest quality in eggplant produced under different foliar fertiliser (*Spirulina platensis*) treatments. *Semin. Cienc. Agrar.* 2016. Vol. 37. P. 3893–3902.
3. Odegard I. Y. R., Van der Voet E. The future of food – Scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. *Ecol. Econ.* 2014. Vol. 97. P. 51–59.
4. Nabti E., Jha B., Hartmann A. Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertiliser. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 2017. Vol. 14. P. 1119–1134.
5. Zhenga B., Zhangb X., Wangc Q., Lic W., Huangd M., Zhoua Q., Caia J., Wangc X., Caoa W., Daia T., Jianga D. Increasing plant density improves grain yield, protein quality and nitrogen agronomic efficiency of soft wheat cultivars with reduced nitrogen rate. *Field Crops Research.* 2021. Vol. 267. P. 108–145.
6. Schadera C., Heidenreicha A., Kadzerea I., Egyirb I., Muriukic A., Bandanaabi J., Clotteyb J., Ndungucd J., Grovermanna C., Lazzarinia G., Blockeela J., Borgemeisterd C., Mullerae A., Kabif F., Fiaboegh K., Adamteya N., Hubera B., Niggli U., Stolzea M. How is organic farming performing agronomically and economically in sub-Saharan Africa? *Global Environmental Change.* 2021. Vol. 70. P. 102.
7. Young M. D., Ros G. H., W. de Vries. Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 2021. Vol. 319. P. 5–16.
8. Bruna J., Jeuffroya M.-H., Pénicaudd C., Cerfc M., Meynardd J.-M. Designing a research agenda for coupled innovation towards sustainable agrifood systems. *Agricultural Systems.* 2018. Vol. 191. P. 103–143.
9. Smetana S. Chances and challenges of the biologization of the economy of rural areas. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry.* 2020. Vol. 23. P. 46–49.
10. Ronga D., Biazz E., Parati K., Carminati D., Carminati E., Tava A. Microalgal Biostimulants and Biofertilisers in Crop Productions. *Agronomy.* 2019. Vol. 9(4). P. 192. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192>.
11. Dudchenko V., Markovska O., Sydiakina O. Soybean Productivity in Rice Crop Rotation Depending on the Impact of Biodestructor on Post-Harvest Rice Residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology.* 2021. Vol. 22(6). P. 114–121. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/141466>.
12. Barciszewska J., Ciemerychb M. A., Twardowskia T. Novel insights and innovations in biotechnology towards improved quality of life. *New Biotechnology.* 2019. Vol. 49. P. 58–65.
13. Schrödera P., Sauvêtre A., Gnädingera F., Pesaresib P., Chmeliková L., Doğand N., Gerle G., GökçefA., Hamelg C., MillanhR., Perssoni T., Ravnskovj S., Rutkowskak B., Schmidh T., Szulck W., Teodosiul C., Terzim V. Discussion paper: Sustainable increase of crop production through improved technical strategies, breeding and adapted management – A European perspective. *Science of The Total Environment.* 2019. Vol. 678. P. 146–161.
14. Rajana S. S. S., Upsdellb M. P. Chapter Four – Environmentally friendly agronomically superior alternatives to chemically processed phosphate fertilizers: Phosphate rock/sulfur/Acidithiobacillus sp. combinations. *Advances in Agronomy.* 2021. Vol. 167. P. 183–245.
15. Wua P., Zhaob G., Liua F., Ahmada S., Shangzhong T. F., Jianjun L., Dangb Z. Y., Wangb L., Wangb S., Chengb W., Caia T. (2021) Agronomic system for stabilizing wheat yields and enhancing the sustainable utilization of soil: A 12-year in-situ rotation study in a semi-arid agro-ecosystem. *Journal of Cleaner Production.* 2021. Vol. 329. P. 129.
16. Yaoabc Z., Zhangac W., Wangd X., Zhangd L., Zhanga W., Liuc D., Chen X. Agronomic, environmental, and ecosystem economic benefits of controlled-release nitrogen fertilizers for maize production in Southwest

- China. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 312. P. 127.
17. Das G. G. Food–feed–biofuel trilemma: Biotechnological innovation policy for sustainable development. *Journal of Policy Modelling*. 2017. Vol. 39(3). P. 410–442.
 18. Chen L., Yuan X.-J., Li J.-F., Wang S.-R., Dong Z.-H., Shao T. Effect of lactic acid bacteria and propionic acid on conservation characteristics, aerobic stability and in vitro gas production kinetics and digestibility of whole-crop corn based total mixed ration silage. *Journal of Integrative Agriculture*. 2017. Vol. 16(7). P. 1592–1600.
 19. Carlson R. Estimating the biotech sector's contribution to the US economy. *Nat Biotechnol*. 2016. Vol. 34. P. 247–255.
 20. Jiao X.-Q., Mongol N., Zhang F.-S. The transformation of agriculture in China: Looking back and looking forward. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. Vol. 17(4). P. 755–764.
 21. Lokkoa Y., Heijdeb M., Schebestaa K., Scholtès P., Montagub M. V., Giacca M. Biotechnology and the bioeconomy – Towards inclusive and sustainable industrial development. *New Biotechnology*. 2018. Vol. 40. P. 5–10.
 22. Chandra H., Kumari P., Bisht R., Prasad R., Yadav S. Plant growth promoting *Pseudomonas aeruginosa* from Valeriana wallichii displays antagonistic potential against three phytopathogenic fungi. *Molecular Biology Reports*. 2020. Vol. 47. P. 6015–6026.
 23. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. <https://mep.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukraini/>
 24. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
 25. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідів (зрошуване землеробство). Херсон: Грінв Д.С., 2014. 448 с.
- REFERENCES:**
1. Melnyk, M.A., Zhuzha, V.V., Sydorenko, O.I., Shukaylo, S.P., Vozhehova, R.A., Malyarchuk, M.P., Kovalenko, A.M., & Kokovikhin, S.V. (2020). *Ekoloho-ahrokhimichnyy stan silskohospodarskykh zemel Khersonskoyi oblasti, problemy i shlyakhy yikh vyryshennya [Ecologist–agrochemical condition of agricultural lands of Kherson region, problems and ways to solve them]*. Kherson: OLDI PLYUS, 350 [in Ukrainian].
 2. Dias, G.A., Rocha, R.H.C., Araújo, J.L., De Lima, J.F., & Guedes, W.A. (2016). Growth, yield, and postharvest quality in eggplant produced under different foliar fertilizer (*Spirulina platensis*) treatments. *Semin. Cienc. Agrar.*, 37, 3893–3902 [in English].
 3. Odegard, I.Y.R., & Van der Voet E. (2014). The future of food – Scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. *Ecol. Econ.*, 97, 51–59 [in English].
 4. Nabti, E., Jha, B., & Hartmann, A. (2017). Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertiliser. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 14, 1119–1134 [in English].
 5. Zhenga, B., Zhangb, X., Wangc, Q., Lic, W., Huangd, M., Zhoua, Q., Caia, J., Wangd, X., Caoa, W., Daia, T., & Jianga, D. (2021). Increasing plant density improves grain yield, protein quality and nitrogen agronomic efficiency of soft wheat cultivars with reduced nitrogen rate. *Field Crops Research*, 267, 108–145 [in English].
 6. Schadera, C., Heidenreicha, A., Kadzerea, I., Egyirb, I., Muriukic, A., Bandanaabi, J., Clotteyb, J., Ndungucd, J., Grovermanna, C., Lazzarinia, G., Blockeela, J., Borgemeisterd, C., Mullerae, A., Kabif, F., Fiaboegh, K., Adamteya, N., Hubera, B., Niggli, U., & Stolzea, M. (2021). How is organic farming performing agronomically and economically in sub-Saharan Africa? *Global Environmental Change*, 70, 102 [in English].
 7. Young, M.D., Ro, S.G.H., & W., de Vries. (2021). Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 319, 5–16 [in English].
 8. Bruna, J., Jeuffroya, M.-H., Pénicauca, C., Cerfc, M., & Meynardd, J.-M. (2018). Designing a research agenda for coupled innovation towards sustainable agrifood systems. *Agricultural Systems*, 191, 103–143 [in English].
 9. Smetana, S. (2020). Chances and challenges of the biologization of the economy of rural areas. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 23, 46–49 [in English].
 10. Ronga, D., Biazzia, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). Microalgal Biostimulants and Biofertilisers in Crop Productions. *Agronomy*, 9(4), 192. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192> [in English].
 11. Dudchenko, V., Markovska, O., & Sydiakina, O. (2021). Soybean Productivity in Rice Crop Rotation Depending on the Impact of Biodestructor on Post-Harvest Rice Residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 22(6), 114–121. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/141466> [in English].
 12. Barciszewska, J., Ciemerychb, M.A., & Twardowskia, T. (2019). Novel insights and innovations in biotechnology towards improved quality of life. *New Biotechnology*, 49, 58–65 [in English].
 13. Schrödera, P., Sauvêtre, A., Gnädinger, F., Pesaresib, P., Chmeliková, L., Doğand, N., Gerle, G., Gökçef, A., Hamelg, C., Millanh, R., Perssoni, T., Ravnskovj, S., Rutkowskak, B., Schmidh, T., Szulck, W., Teodosiul, C., & Terzim, V. (2019). Discussion paper: Sustainable increase of crop production through improved technical strategies, breeding and adapted management – A European perspective. *Science of The Total Environment*, 678, 146–161 [in English].
 14. Rajana, S.S.S., & Upsdellb, M. P. (2021). Chapter Four – Environmentally friendly agronomically superior alternatives to chemically processed phosphate fertilizers: Phosphate rock/sulfur/Acidithiobacillus sp. combinations. *Advances in Agronomy*, 167, 183–245 [in English].
 15. Wua, P., Zhaob, G., Liua, F., Ahmada, S., Shangzhong, T.F., Jianjun, L., Dangb, Z.Y., Wangb, L., Wangb, S., Chengb, W., & Caia, T. (2021). Agronomic system for stabilizing wheat yields and enhancing the sustainable utilization of soil: A 12-year in-situ rotation study in a semi-arid agro-ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, 329, 129 [in English].
 16. Yaoabc, Z., Zhangac, W., Wangd, X., Zhangd, L., Zhanga, W., Liuc, D., & Chen, X. (2021). Agronomic,

- environmental, and ecosystem economic benefits of controlled-release nitrogen fertilizers for maize production in Southwest China. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127 [in English].
17. Das, G.G. (2017). Food–feed–biofuel trilemma: Biotechnological innovation policy for sustainable development. *Journal of Policy Modelling*, 39(3), 410–442 [in English].
 18. Chen, L., Yuan, X.-j., Li, J.-f., Wang, S.-r., Dong, Z.-h., & Shao, T. (2017). Effect of lactic acid bacteria and propionic acid on conservation characteristics, aerobic stability and in vitro gas production kinetics and digestibility of whole-crop corn based total mixed ration silage. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(7), 1592–1600 [in English].
 19. Carlson, R. (2016). Estimating the biotech sector's contribution to the US economy. *Nat Biotechnol*, 34, 247–255 [in English].
 20. Jiao, X.-Q., Mongol, N., & Zhang, F.-S. (2018). The transformation of agriculture in China: Looking back and looking forward. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(4), 755–764 [in English].
 21. Lokkoa, Y., Heijdeb, M., Schebestaa, K., Scholtèsa, P., Montagub, M.V., & Giacca, M. (2018). Biotechnology and the bioeconomy – Towards inclusive and sustainable industrial development. *New Biotechnology*, 40, 5–10 [in English].
 22. Chandra, H., Kumari, P., Bisht, R., Prasad, R., & Yadav, S. (2020). Plant growth promoting *Pseudomonas aeruginosa* from *Valeriana wallichii* displays antagonistic potential against three phytopathogenic fungi. *Molecular Biology Reports*, 47, 6015–6026 [in English].
 23. State register of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine. <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/> [in Ukrainian].
 24. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)* [Methods of field research (Irrigated agriculture)]. Kherson: Ailant, 372 [in Ukrainian].
 25. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dyspersiyni i koreliatsi – inyi analiz rezul'tativ polovykh doslidiv* [Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments]. Kherson: Grin D.S., 448 [in Ukrainian].

Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Ефективність застосування мікробних препаратів деструкторів на рослинних рештках у процесі їх мінералізації після збирання

Мета – оцінка ефективності застосування біодеструкторів у взаємодії з різними способами основного обробітку ґрунту з їх адаптуванням до посушливих природно-кліматичних умов Півдня України з метою широкого впровадження розробки у виробництво. **Матеріали і методи.** Дослідження проводили протягом 2016–2020 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН та у ДП ДГ «Піонер» ІЗЗ НААН. Двофакторний дослід (фактор А – культура ланки сівозміни, В – препарат) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова. **Результати.** У сприятливих за погодними умовами 2016 та 2019 рр. за сумарної кількості опадів за період «квітень – вересень» на рівні

277,7 та 304,3 мм на фоні помірного температурного режиму відбулося зафіксовано стале зростання інтенсивності продукційного процесу у досліджуваних культур сівозміни та покращення розкладання органічної речовини при застосуванні препаратів-деструкторів. На території досліджуваної сівозміни після збирання товарної частини врожаю на полі залишається подрібнена біомаса стебел та стерні. Дослідження з заробки та розкладання рослинних залишків культур проводились у сівозміній ланці: пшениця озима – сорго – ячмінь ярий – соняшник – чорний пар. Найбільшу біомасу після збирання залишає на полі пшениця озима – 4,66–5,24 т/га. Найменша кількість її залишається після ячменю ярого – 2,35–2,50 т/га. У продовж всієї ротації сівозміної ланки найбільше після збирання врожаю на полі залишилось не товарної рослинної біомаси за умов проведення оранки – 15,88 т/га. На варіантах безполицевих обробітків ґрунту їх було менше – на 7,6% за глибокого і на 13,4% за мілкого. Зароблена у ґрунт біомаса має різний хімічний склад і з нею заробляється різна кількість поживних речовин, що має безпосередній вплив на родючість ґрунту, зокрема на вміст гумусу. Найбільша кількість азоту (23,3–27,9 кг/га) і фосфору (12,3–147,8 кг/га) потрапляє у ґрунт після збирання товарної частини врожаю з біомасою сорго, а найменша – з біомасою ячменю ярого (12,2–13,0 кг/га) та (6,8–7,2 кг/га). В цілому впродовж ротації сівозміної ланки з рослинними залишками побічної продукції у ґрунт надійшло 80,9–94,5 кг/га азоту, 39,0–45,5 фосфору й 226,1–269,1 кг/га калію. Кількість цих елементів був найбільшим за умов оранки, а найменшим – за проведення безполицевого мілкого обробітку. **Висновки.** Найбільш висока швидкість розкладання соломи була за умов проведення оранки при глибокій її заробленні й інтенсивним перемішуванням з ґрунтом – 50,0%, у середньому за фактором. Значно повільнішими темпами відбувалась деструкція соломи за умов проведення безполицевого мілкого обробітку ґрунту – 42,7% за 90 днів. Найбільше підвищилась швидкість деструкції соломи ячменю при застосуванні Органік-баланс – на 80,1% порівняно з контролем у середньому по фактору. Застосування деструкторів істотно прискорило мінералізацію соломи – на 65,1–92,7%. Застосування оранки сумісно з біодеструктором забезпечило отримання максимального вмісту гумусу – 2,40%, що пов'язано з покращенням діяльності мікроорганізмів за рахунок кращого розподілу по орному шару, поліпшення водного й поживного режиму ґрунту та наявності більш великої кількості органічної речовини.

Ключові слова: біодеструктор, оранка, мінералізація, ґрунт, солома, біомаса, сівозміна, пшениця озима.

Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Likar Ya.O. The effectiveness of the use of microbial preparations of destructors on plant residues on the process of their mineralization after harvesting

Purpose. Is to evaluate the effectiveness of the use of biodegraders in interaction with various methods of basic tillage with their adaptation to the arid natural and climatic conditions of the south of Ukraine with the aim of wide implementation of the development in production. **Research methods.** The research was carried out during 2016–2020 at the research field of the institute of irrigated agriculture of the national academy of sciences and at the se “pioneer” agricultural research institute of the national academy of sciences of the russian academy of sciences. A two-factor

experiment (factor a – culture of the crop rotation link, b – drug) was established by the method of randomized split blocks. The repetition is four times. **Research results.** In the favorable weather conditions of 2016 and 2019, with the total amount of precipitation for the period “april – september” at the level of 277.7 and 304.3 mm against the background of a moderate temperature regime, a steady increase in the intensity of the production process in the studied crops of crop rotation and improvement of decomposition was recorded of organic matter when using destructor drugs. On the territory of the studied crop rotation, after harvesting the marketable part of the crop, chopped biomass of stems and stubble remains on the field. Research on earning and decomposition of plant residues of crops was carried out in the crop rotation chain: winter wheat – sorghum – spring barley – sunflower – black steam. After harvesting, winter wheat leaves the largest biomass in the field – 4.66-5.24 t/ha. The smallest amount remains after spring barley – 2.35–2.50 t/ha. During the entire rotation of the crop rotation link, the most non-marketable plant biomass remained on the field after harvesting under the conditions of plowing – 15.88 t/ha. There were fewer of them in variants of tillage without shelves – by 7.6% for deep and by 13.4% for shallow. Biomass cultivated in the soil has a different chemical composition and different amounts of nutrients are obtained with it, which has a direct impact on soil fertility, in particular, on the content of humus. The largest amount of nitrogen

(23.3–27.9 kg/ha) and phosphorus (12.3–147.8 kg/ha) enters the soil after harvesting the marketable part of the crop with sorghum biomass, and the smallest – with spring barley biomass (12 .2–13.0 kg/ha) and (6.8–7.2 kg/ha). In general, 80.9–94.5 kg/ha of nitrogen, 39.0–45.5 kg/ha of phosphorus, and 226.1–269.1 kg/ha of potassium were added to the soil during the rotation of the crop rotation link with plant residues by-products. The number of these elements was the largest under plowing conditions, and the smallest – under plowless shallow tillage. **Conclusions.** The highest speed of straw decomposition was under the conditions of plowing with deep plowing and intensive mixing with the soil – 50.0%, on average by factor. The destruction of straw took place at a much slower pace under the conditions of plowless shallow tillage – 42.7% in 90 days. The rate of destruction of barley straw increased the most when using organic balance – by 80.1% compared to the control in the average factor. The use of destructors significantly accelerated the mineralization of straw – by 65.1–92.7%. The use of plowing in combination with a biodestructor ensured the maximum content of humus – 2.40%, which is associated with the improvement of the activity of microorganisms due to better distribution over the plowed layer, improvement of the water and nutrient regime of the soil, and the presence of a larger amount of organic matter.

Key words: biodestructor, plowing, mineralization, soil, straw, biomass, crop rotation, winter wheat.