УДК 633.854.54:631.871
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.14

ЦЕЛЮЛОЗОРУЙНІВНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ-ДЕСТРУКТОРІВ СТЕРНІ ЗА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ПОСІВІ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОСТЕПОВОЇ ЗОНИ

Жуйков О.Г. *– д.с.-г.н.,*
професор кафедри землеробства,
Державний вищий навчальний заклад
«Херсонський державний аграрно-економічний університет»
Аверчев О.В. *– д.с.-г.н., професор,*
завідувач кафедри землеробства,
Державний вищий навчальний заклад
«Херсонський державний аграрно-економічний університет»

В статті наведено результати дворічних наукових досліджень щодо вивчення впливу деструкторів рослинних решток і післязбирального мульчування стерні льону олійного на інтенсивність розкладання рослинної біомаси, поживний режим і мікробіологічну активність темно-каштанового середньо-суглинкового ґрунту в незрошуваних умовах зони Південного Степу. Зроблений висновок, що застосування сучасних мікробіологічних препаратів з целюлозоруйнівними властивостями в комплексі із застосуванням післязбирального мульчування стерні льону олійного забезпечує істотно вищий ступінь розкладання органічної біомаси культури (на 130-300% в порівнянні з контрольним варіантом без застосування біодеструктора та мульчування), збільшує вміст в орному шарі ґрунту дослідної ділянки лабільної форми азоту на 62,2-78,9%, водночас із активізацією мікробіологічної діяльності амоніфікуючої групи ґрунтомешкаючих мікроорганізмів на 32,0-58,9%. Незначне, проте математично достовірне, збільшення окремих досліджуваних показників у варіанті фонового обробітку стерні культури чистою водою мало місце через активізацією мікробіологічної діяльності аеробних видів целюлозоруйнівних мікроорганізмів з причини тимчасового збільшення відносної вологості повітря та вологості рослинних решток на фоні високих середньодобових температур повітря на період проведення польового обприскування поверхні ґрунту. Доведено, що комплексне застосування післязбирального мульчування стерні попередника з подальшим внесенням біодеструкторів дозволяє збільшити врожай зерна наступної культури сівозміни – пшениці озимої на 4,1-9,8%, а найбільш ефективним препаратом з-поміж тих, що досліджувалися, є Плантоніт Деструктор. Зроблений висновок, що розроблені агроприйоми є дієвим важелем не лише покращення бонітету ґрунту, а й збільшення економічної ефективності використання орного гектару.

Ключові слова: *деструктори стерні, мульчування ґрунту, родючість, мінералізація рослинних решток, мікробіологічна активність, врожайність.*

Zhuikov O.H., Averchev O.V. Cellulose-destroying effectiveness of stubble-destroying biological preparations during post-harvest application in the sowing of linseed in the conditions of the Southern Steppe zone

The article presents the results of a two-year scientific research on the impact of plant residue destructors and post-harvest mulching of flaxseed stubble on the intensity of plant biomass decomposition, nutrient regime and microbiological activity of dark chestnut medium-loamy soil in non-irrigated conditions of the Southern Steppe zone. It was concluded that the use of modern microbiological preparations with cellulose-destructive properties in combination with the use of post-harvest mulching of oilseed flax stubble provides a significantly higher degree of decomposition of organic biomass of the crop (by 130-300% compared to the control option without the use of a biodestructor and mulching), increases the content of labile forms of nitrogen in the arable soil layer of the experimental plot by 62.2-78.9%, simultaneously with the activation

of the microbiological activity of the ammonifying group of soil-dwelling microorganisms by 32.0-58.9%. A slight, but mathematically significant, increase in individual studied indicators in the variant of background cultivation of crop stubble with clean water occurred due to the activation of microbiological activity of aerobic species of cellulose-destructive microorganisms due to a temporary increase in relative air humidity and plant residue humidity against the background of high average daily air temperatures during the period of field spraying of the soil surface. It has been proven that the complex application of post-harvest mulching of the predecessor's stubble with the subsequent introduction of biodestructors allows to increase the grain yield of the next crop of the crop rotation – winter wheat – by 4.1-9.8%, and the most effective preparation among those studied is Plantonit Destructor. It is concluded that the developed agricultural techniques are an effective lever not only for improving soil quality, but also for increasing the economic efficiency of using arable hectare.

Key words: *stubble decomposers, soil mulching, fertility, mineralization of plant residues, microbiological activity, yield.*

Постановка проблеми. Негативне явище прогресуючої втрати рівня родючості ґрунтів вітчизняних агроценозів і, як наслідок, істотне зменшення їх бонітету, вже давно перейшло з категорії такого, що викликало занепокоєння лише вузького кола фахівців, і впритул наблизилося до масштабів загальнонаціонального лиха [1, с. 60; 4, с. 130]. В цьому аспекті найбільшу стурбованість викликають темпи втрати орним шаром органічної речовини, адже на фоні сучасних як надінтенсивних, так і екстенсивних технологій вирощування с.-г. культур традиційні резерви забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтовому профілі є відверто недостатніми [2, с. 118; 3, с. 74]. Відтак, враховуючи вкрай незначні масштаби застосування органічних добрив тваринного походження та сидеральних культур, максимально повне залучення до формування балансу органічної речовини саме поживних решток основної культури (як надземних, так і кореневих) вбачається нами як найбільш дієвий і, відверто кажучи, безальтернативний на сьогодні важіль його оптимізації [5, с. 171].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стабільне надходження рослинних решток до орного шару ґрунту важко переоцінити, оскільки саме вони є основним джерелом формування ґрунтових запасів органічного вуглецю, котрий, в свою чергу, напряму зумовлює такі принципові характеристики ґрунту, як щільність складення, водо та повітропроникність, питомий опір робочим органам ґрунтообробної техніки, мікробна активність, врешті-решт формуючи загальний рівень ґрунтового бонітету [6, с. 25; 8, с. 19]. За умови, що заселеність орного шару ґрунтомешкаючою мікробіотою на належному рівні, процес розкладання органічної маси проходить інтенсивно, і основна кількість азоту зосереджується саме в мікроорганізмах, а рослинні рештки в такому разі слід розглядати саме як найважливішу ланку в біологічному кругообігу поживних речовин [7, с. 28; 9, с. 11; 11, с. 125]. В разі ж, якщо біологічна активність ґрунту знаходиться в пригніченому стані, а в мікробіологічній заселеності простежується певний дисбаланс за основними групами бактерій, перспективним і дієвим методом у сучасному землеробстві є застосування біологічних препаратів, котрі містять певні штами і раси мікроорганізмів, здатних виконувати целюлозоруйнівну функцію, а також проводити мінералізацію органічних сполук прискореними темпами [10, с. 106; 12, с. 64; 15, с. 519]. Особливої актуальності зазначений спосіб набуває за вирощування льону олійного, пожнивні рештки якого через високий вміст лігніну вкрай повільно розкладаються природним шляхом, особливо на фоні дефіциту активної ґрунтової вологи і низької природної мікробіологічної активності ґрунту [13, с. 95]. Також слід приймати до уваги ту обставину, що мікроорганізми, котрі

входять до складу сучасних біопрепаратів-деструкторів, як правило багатофункціональні, то ж вони не лише сприяють пришвидшеному розкладанню рослинних решток, а й оптимізують мінеральне живлення наступної культури в сівозміні, покращуючи азотне живлення, збільшуючи вміст доступних форм фосфору і калію, характеризуються фунгіцидними властивостями, мають рістрегуляторну функцію [14, с. 12; 16, с. 3799].

Постановка завдання. Завдання наукового дослідження полягало у вивченні ефективності застосування сучасних мікробіологічних препаратів-деструкторів рослинних решток за їх післязбирального застосування в посіві льону олійного і післядії зазначеного агроприйому на наступну культуру сівозміни – пшеницю озиму через призму основних фенологічних, біометричних, мікробіологічних показників, а також комплексу кількісно-якісних оціночних критеріїв продуктивності культури.

Методика досліджень. Реалізація наукового завдання відбувалася шляхом закладання двохфакторного польового досліду на дослідному полі ДП ДГ «Піонер» НААН (Бериславський район Херсонської області), в якому фактор А був представлений номенклатурою сучасних біопрепаратів-деструкторів, фактор В – способом їх застосування (без мульчування і з мульчуванням). Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньосуглинковий, в орному шарі якого вміст гумусу складав 2,3%. Розмір посівної ділянки першого порядку 500 м^2, облікової – 100 м^2 за їх систематичного розміщення і 4-разової повторності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Польовий дослід закладався на полі одразу після збирання льону олійного сорту Водограй, врожайність рослинних решток якого в 2023 році склала 4,93 т/га, в 2024 році – 5,36 т/га. Листостеблова маса лишалася у стані, який вона мала по факту після збирання льону олійного самохідним зернозбиральним комбайном і розсівання поверхнею поля. Мікробіологічні деструктори застосовувалися нормами внесення згідно рекомендацій компаній-виробників способом польового обприскування безпосередньо на поверхню рослинних решток льону олійного, або ж, згідно схеми польового досліду, після проведення мульчування поверхні ґрунту агрегатом Amako BEDNAR MULCHER (рис. 1).

Рис. 1. Мульчування ґрунту в досліді

Ефективність мікробіологічних препаратів за різних способів застосування оцінювалася нами за ступенем розкладання рослинних решток льону олійного за 90-добової експозиції (табл. 1).

Таблиця 1

Целюлозоруйнівна ефективність препаратів-деструкторів стерні за використання на листостебловій пожнивній масі льону олійного (середнє за 2023-2024 рр.)

Препарат (фактор А)	Поверхневий обробіток ґрунту (фактор В)	Ступінь розкладання рослинних решток через 90 діб, %
Без обробітку – контроль	без мульчування	20,9
	мульчування	24,7
Обробіток водою – фон	без мульчування	21,5
	мульчування	25,5
Біонорм	без мульчування	42,2
	мульчування	48,4
Екостерн Лайт	без мульчування	50,0
	мульчування	53,8
Компоназа	без мульчування	51,7
	мульчування	56,0
Органік Баланс	без мульчування	51,2
	мульчування	56,2
Плантоніт Деструктор	без мульчування	55,9
	мульчування	60,6
$НІР_{05}$, %	А	2,29
	В	3,07
	АВ	3,88

За роки проведення досліджень такий агроприйом, як попереднє мульчування поверхні ґрунту, продемонстрував високу ефективність щодо активізації ступеня розкладання пожнивних решток льону олійного як на контрольному варіанті, так і на варіантах фонового внесення чистої води і різних біологічних деструкторів стерні. Даний факт ми пояснюємо значно полегшеним проникненням як природної ґрунтової целюлозолітичної мікрофлори, так і мікроорганізмів, що містяться у дослідних препаратах, через механічно пошкоджену робочими органами мульчувача лігнінову оболонку стебла культури, і пришвидшеними темпами целюлозоруйнівної дії. Так, на контрольному варіанті без застосування мікробіологічного деструктора, ступінь розкладання рослинних решток льону олійного на 90-ту добу дослідження на фоні проведення поверхневого мульчування ґрунту на 3,8% перевищувала аналогічний показник без попереднього механічного обробітку стерні, на фоновому варіанті – на 4,0%, на варіанті застосування препарату Біонорм – на 6,2%, Екостерн Лайт – 3,8%, Компоназа – 4,3%, Органік Баланс – 5,0%, Плантоніт Дестуктор – 4,7% відповідно. В середньому за фактором А, проведення механізованого поверхневого мульчування ґрунту зумовило збільшення розкладання рослинних решток льону олійного на 4,5%.

Значно більш істотним був вплив на показник, що досліджувався, фактору А – мікробного препарату. За показника ступеня розкладення рослинних решток культури в контрольному варіанті в середньому за фактором В на рівні 22,8%, застосування в якості деструктора препарату Біонорм склало 45,3% (+22,5%), Екостерн

Лайт – 51,9% (+29,1%), Компоназа – 53,9% (+31,1%), Органік Баланс – 53,7% (+30,9%) і препарату Плантоніт Деструктор 58,3% або +35,5% до контрольного варіанту. Незначне, проте математично достовірне, збільшення показника ступеня розкладання рослинних решток льону олійного у варіанті фонового обробітку стерні культури чистою водою (в середньому, 23,5% або +0,7% до контролю) ми пояснюємо активізацією мікробіологічної діяльності аеробних видів целюлозоруйнівних мікроорганізмів через тимчасове збільшення відносної вологості повітря та вологості рослинних решток на фоні високих середньодобових температур повітря на період проведення польового обприскування поверхні ґрунту.

Значно більш істотним був вплив біодеструкторів стерні на формування показників ґрунту і продуктивних ознак наступної культури сівозміни – пшениці озимої. Так, перетворення органічної маси післяжнивних решток льону олійного під впливом мікроорганізмів, що містилися в препаратах-деструкторах, в органо-мінеральні та мінеральні форми, зумовила істотне зростання як мікробіологічної активності в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, так і його поживний режим (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив деструкторів стерні на формування поживного та мікробіологічного режимів ґрунту (середнє за 2023-2024 рр.)

Препарат (фактор А)	Поверхневий обробіток ґрунту (фактор В)	Вміст нітратів в шарі 0-30 см, мг/кг	Кількість амоніфікуючих організмів, млн. шт./1 г
Без обробітку – контроль	без мульчування	32,1	13,18
	мульчування	32,6	13,35
Обробіток водою – фон	без мульчування	32,5	12,89
	мульчування	32,9	14,64
Біонорм	без мульчування	45,8	20,50
	мульчування	49,0	21,17
Екостерн Лайт	без мульчування	44,2	19,62
	мульчування	46,1	20,21
Компоназа	без мульчування	54,5	20,63
	мульчування	58,4	21,88
Органік Баланс	без мульчування	50,0	19,14
	мульчування	53,9	19,67
Плантоніт Деструктор	без мульчування	60,6	22,64
	мульчування	62,3	23,77
$НІР_{05}$, %	А	0,25	0,61
	В	0,94	1,24
	АВ	1,07	1,44

Застосування мікробіологічних препаратів зумовило істотне збільшення вмісту в орному шарі основного елементу мінерального живлення – нітратної форми азоту. За середнього його вмісту на контрольному варіанті 32,3 мг/кг ґрунту, застосування препарату Біонорм підвищило зазначений показник до 47,4 мг/кг (+15,1 мг/кг), Екостерн Лайт – 45,2 мг/кг (+12,9 мг/кг), Компоназа – 56,5 мг/кг

(+24,2 мг/кг), Органік Баланс – 51,9 мг/кг (+19,7 мг/кг) і препарату Плантоніт Деструктор 61,5 мг/кг або +29,1 мг/кг до контрольного варіанту. Реалізація такого агротехнічного заходу, як мульчування стерні, зумовлювало збільшення показника вмісту рухомих нітратів в орному шарі ґрунту, в середньому, на 3,1 мг/кг.

Абсолютно аналогічний характер залежності був відмічений нами і за аналізу залежності мікробіологічної активності орного шару ґрунту від факторів, що досліджувалися: вміст в 1 г ґрунту дослідної ділянки амоніфікуючих бактерій істотно збільшувався у варіантах, де проводилося мульчування ґрунту, за всіма варіантами застосування бактеріальних деструкторів стерні. Як і у попередньому випадку, максимальне значення цього показника зафіксоване нами у варіанті із застосуванням препарату Плантоніт Деструктор (за проведення мульчування в 1 г ґрунту в результаті лабораторних досліджень встановлений вміст 23,77 млн. шт. мікроорганізмів, без мульчування – 22,64 млн. шт., що в середньому на 9,91 млн. шт. більше за відповідний показник на контрольному варіанті без застосування деструктору стерні).

Значно більш сприятливі умови розкладання і мінералізації рослинних решток льону олійного на фоні застосування органічних препаратів целюлозоруйнівного спрямування істотно позначилися на продуктивних ознаках наступної культури сівозміни – пшениці озимої. Істотно вища активність амоніфікуючої групи ґрунтомешкаючих мікроорганізмів, а також зумовлене нею зростання вмісту в орному шарі ґрунту найбільш принципового елементу мінерального живлення – нітратної форми азоту, зумовило значний позитивний ефект від застосування біодеструкторів стерні щодо реалізації генетичного потенціалу зазначеної культури (табл. 3).

Таблиця 3

Врожайність зерна пшениці озимої сорту Кохана за застосування біологічних деструкторів стерні після збирання попередника (середнє за 2023-2024 рр.)

Препарат (фактор А)	Поверхневий обробіток ґрунту (фактор В)	Врожайність, т/га
Без обробітку – контроль	без мульчування	3,12
	мульчування	3,20
Обробіток водою – фон	без мульчування	3,11
	мульчування	3,23
Біонорм	без мульчування	3,29
	мульчування	3,50
Екостерн Лайт	без мульчування	3,38
	мульчування	3,52
Компоназа	без мульчування	3,27
	мульчування	3,60
Органік Баланс	без мульчування	3,20
	мульчування	3,39
Плантоніт Деструктор	без мульчування	3,29
	мульчування	3,66
$НІР_{05}$, %	А	0,05
	В	0,09
	АВ	0,13

В середньому за фактором В, фоновий обробіток стерні льону олійного чистою водою зумовив врожайність наступної культури сівозміни – пшениці озимої на рівні 3,17 т/га, що не мало математично достовірної різниці із відповідним показником на контрольному варіанті (3,16 т/га). Застосування препарату Біонорм збільшувало зазначений показник до 3,39 т/га (+0,23 т/га), Екостерн Лайт – 3,45 т/га (+0,29 т/га), Компоназа – 3,43 т/га (+0,27 т/га), Органік Баланс – 3,29 т/га (+0,13 т/га) і препарату Плантоніт Деструктор 3,47 т/га або +0,31 т/га до контрольного варіанту. Залучення до операційної технології вирощування пшениці озимої такого агроприйому, як мульчування стерні попередника, за всіма варіантами досліду (з контрольним і фоновим варіантами включно) зумовлювало істотне збільшення врожаю культури на 0,10-0,35 т/га.

Висновки. Зважаючи на істотну кількість післяжнивних решток, льон олійний є істотним резервом збільшення балансу органічної речовини в орному шарі ґрунту, проте через високий вміст лігнінових сполук в листостебловій масі є необхідність в додатковому мульчуванні поверхні поля перед застосуванням препаратів целюлозоруйнівного спектру дії. Проведення мульчування в комплексі із внесенням біологічних деструкторів стерні дозволяє збільшити ступінь розкладання рослинних решток культури до моменту сівби пшениці озимої в 1,3-3,0 рази, підвищити вміст в 0-30 см шарі ґрунту нітратного азоту на 62,2-78,9%, а мікробіологічну активність амоніфікуючої групи ґрунтомешкаючої мікробіоти – на 32,0-58,9%. Комплексне застосування післязбирального мульчування стерні попередника з подальшим внесенням біодеструкторів дозволяє збільшити врожай зерна пшениці озимої на 4,1-9,8%, що, водночас, є дієвим важелем покращення бонітету ґрунту і збільшення економічної ефективності використання орного гектару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Болоховська В., Нагорна О. Біодеструктори на сторожі здоров'я ґрунту. Пропозиція. ТОВ «Юнівест Медіа». 2012. № 5. С. 60.
2. Говоров О. Що робити з соломою? Пропозиція. ТОВ «Юнівест Медіа». 2014. № 5. С. 118.
3. Гуменюк О.В. Вплив біодеструктора на мікробіологічну активність ґрунту та врожайність картоплі столової. Вісник аграрної науки. 2012. № 11. С. 73–75.
4. Гуменюк О.В. Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за використання біодеструктора стерні. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». 2013. № 1. С. 129–134.
5. Куліш О. Вплив біодеструктора стерні на врожайність насіння льону олійного в зоні малого Полісся України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2014. Вип. 18 (2). С. 169–174.
6. Кушнарьов А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора «Стернифаг». Техніка і технології АПК. 2012. № 12. С. 24–27.
7. Маклюк О., Найдьонова О. Біологічно активні ґрунти: як їх сформувати. Пропозиція. ТОВ «Юнівест Медіа». 2014. № 10. С. 68.
8. Нагорна О. Біодеструктор стерні – запорука родючості ґрунтів. Техніка і технології АПК. 2017. № 5. С. 19–20.
9. Нагорна О.І. Керувати родючістю можна. Посібник українського хлібороба. ТОВ «АКАДЕМПРЕС». 2013. Т. 1. С. 11.
10. Сергєєва Ю.О. Вплив деструкторів стерні на розкладання післяжнивних решток пшениці озимої за різних способів заробляння їх у ґрунту в умовах Пів-

денного Степу. Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали II Міжнар. наук.-прак. конф. Дніпро, 2017. С. 106–108.

11. Сидякіна О.В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях (огляд літератури). Таврійський науковий вісник. 2021. № 119 с. 123–129.

12. Скрильник Є. Ефективність використання післяжнивних решток. Пропозиція. ТОВ «Юнівест Медіа». 2013. № 7. С. 64.

13. Центило Л., Сендецький В. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2014. № 2 (1). С. 93–99.

14. Carter D., Findlater P. Erosion potential of phomopsisresistant lupin stubbles. West Australian J. of Agrikulture. 1989. V. 30. P. 11–14.

15. Fowber D., Brydon J. No-till winter wheat production on Canadian prairies: placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. Agronomy J. 1989. V. 81. № 3. P. 518–524. doi: 10.2134/agronj1989. 00021962008100030025x

16. Meta-analysis of environmental contamination by alkylphenols (Review) / A. Bergé, M. Cladière, J. Gasperi,. Coursimault, B. Tassin, R. Moilleron. Envir. Sci. Pollut. Res. 2012. Vol. 19. № 9. P. 3798–3819.