

УДК 631.452:621.926:001.4

Кушнарьов А., д-р техн. наук, проф. Кравчук В., д-р техн. наук, проф., Бобровний Е., інженер (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора "Стернифаг"

У статті наведено результати використання біодеструктора стерні з різним її подрібненням і закладенням у ґрунт.

Ключові слова: родючість ґрунту, рослинні залишки, подрібнення, глибина закладення, біопрепарат.

Суть проблеми. Як відомо, ґрунти втрачають біологічну активність. Учені Ставропольського агроуніверситету встановили зниження біологічної активності чорноземів у 4-8 разів. У результаті в ґрунті виявляють солому дво- і трирічної давності закладення. У статті «Влияние длительного применения соломы и минеральных удобрений на плодородие почвы» [1] відзначено, що за півроку розкладається лише 20-25% соломи пшениці, а за півтора року – всього 50%.

Це явище цікавить не стільки у зв'язку з проблемами зниження врожайності, скільки з тим, що заорані рослинні залишки стають серйозною перешкодою для посівних агрегатів. Крім того, на розкладених пожнивних залишках зберігається до 75% патогенів рослин, нагромадження яких створює несприятливу патогенну обстановку, у тому числі сприяє поширенню кореневих гнилей [2-4].

Таким чином, проблема прискорення розкладання рослинних залишків стає не тільки технологічним завданням, але й проблемою боротьби із джерелами низки хвороб. Сьогодні можна виділити дві стратегії використання мікроорганізмів у підвищенні родючості ґрунтів і продуктивності рослин: екстенсивний та інтенсивний.

Екстенсивні методи засновані на стимулюванні діяльності аборигенних мікроорганізмів, що чинять на ґрунт і рослини відповідно позитивний або негативний вплив. Індуктором, що запускає в ґрунті цілеспрямовану мікробну активність, є головним чином різноманітні органічні добрива – гній, солома, компости, відходи переробки рослинної сировини та ін.

Інтенсивні методи засновані на внесенні високо-ефективних форм мікроорганізмів з поліфункціональними властивостями в ґрунтове середовище у вигляді суспензії вільних або іммобілізованих на спеціальних носіях клітин. Використання біопрепаратів мікроорганізмів забезпечує поліпшення кореневого живлення рослин, стимулювання їхнього росту, захист від хвороб і шкідників. Сьогодні розроблені технології виробництва й застосування біопрепаратів на основі симбіотичних й асоціативних азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, а також мікроорганізмів, що

продукують фітогормони, вітаміни, органічні кислоти, антибіотики й інші біологічно активні речовини.

Один з більш перспективних способів збільшення швидкості розкладання рослинних залишків пов'язаний із внесенням біодеструкторів стерні. На ринку України вони з'явилися порівняно недавно, й на сьогодні близько десяти офіційних представників фірм активно поширюють біопрепарати. Аналіз вимог для внесення біопрепаратів показав, що вони зовсім різні для різних препаратів. Деструктори можна умовно розділити на живі й неживі. До неживих відносяться ферментні препарати, отримані мікробіологічним шляхом, до живих – живі препарати мікробної природи, моноштамні (однокомпонентні) і поліштамні (багатокомпонентні). Ферментні препарати можуть розкласти рослинні залишки за короткий час і частково компенсувати розірвані трофічні зв'язки. З погляду відновлення родючості ґрунту ферментні препарати – це короткострокова, а не довгострокова перспектива [5].

Рослинні залишки мають такий склад: целюлоза – 45-55%, лігнін – 35-45%, решта – геміцелюлоза, пектин, білки та інші органічні речовини. Отже, більшість препаратів повинні складатися із целюлозолітиків, які розкладають близько половини біомаси пожнивних залишків. Целюлоза розкладається шляхом молочнокислого зброджування за допомогою: ферментів грибів, ферментів мікробів роду Целюлозоамонас і ферментів грибів роду Триходерма. Якість препарату визначають за такими критеріями, як біологічна активність штамів, кількість мікроорганізмів в одиниці об'єму, строки зберігання, технологічність внесення, стійкість препарату до хімічних елементів.

При внесенні біодеструкторів на рослинні залишки виникає запитання: як впливає ступінь подрібнення соломи (довжина різання соломи) і глибина її закладення на інтенсивність розкладання. Аналіз способу закладення соломи в ґрунт викликає дискусію – чи варто витрачати енергоресурси на глибоке закладення, коли можна зробити поверхневий обробіток або залишити солому на поверхні стерні у вигляді мульчі (табл. 1).

Дослідження [6] показують, що закладення соломи в ґрунт дає істотні переваги в порівнянні із залишен-

Таблиця 1
Вплив закладеної й незакладеної в ґрунт соломи на мобілізацію поживних речовин [6]

6 тонн соломи містять N30P12K80	
Солома на поверхні ґрунту	Солома закладена в ґрунт
Мінералізація призведе до зменшення NPK у ґрунті (N10P10K70)	Мінералізація збагатить ґрунтове середовище (N30P13K80)
У ґрунтовому середовищі не відбувається мобілізації живильних речовин, а біологічна енергія витрачається на захист від водної й вітрової ерозії	Мікробіологічні процеси за рахунок біологічної енергії збільшать NPK у ґрунті (N60P12K40)
Усього ґрунтове середовище містить N15P10K70	Усього ґрунтове середовище містить N90P25K120
Закладення соломи забезпечить додаткову мобілізацію в 75 кг N, 15 кг P, 50 кг K	

ням її на поверхні поля. За попередніми підрахунками академіка Максимчука Г.А., мінералізація соломи в ґрунтовому середовищі в порівнянні з поверхневою мінералізацією забезпечує надходження поживних речовин на суму близько 1120 грн/га.

Глибиною закладення рослинних залишків у ґрунт можна в деякій мірі регулювати умови розвитку мікроорганізмів, тому що солома має властивості, які підвищують температуру взимку в ґрунті, а влітку її знижують. При цьому більш глибоке закладення соломи хоча й створює краще вологозабезпечення, але зменшує забезпечення киснем бактерій. А закладення на глибину більше 15 см взагалі сповільнює кругообіг речовин у ґрунті й призводить до зброджування рослинних залишків з виділенням токсинів [7]. У своїх дослідженнях А. Дранишников [8] встановив, що швидкість розкладання рослинних залишків залежить від ступеня подрібнення (табл. 2).

Під час досліджень розкладання рослинних залишків з використанням біопрепаратів спостерігається ефект пресованої, дуже подрібненої соломи; активна життєдіяльність мікроорганізмів відбувається лише в зовнішньому шарі, а всередині утвореної грудки або в шарі соломи практично відсутня активна життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів. Можливо, через недостатнє повітропостачання вони сповільнюють (або припиняють) свою життєдіяльність.

Таблиця 2
Швидкість розкладання 50% соломи залежно від ступеня подрібнення за температури 20 °С

Довжина подрібненої соломи, мм	Час, доба
50	54
20	47
10	30
5	29
Менше 1 мм	14



Рис. 1 – Мішки з нарізаною соломою



Рис. 2 – Багатофакторний експеримент реалізований методом фіксованих площадок



Рис. 3 – Відбір зразків

Але факт залишається: надмірне подрібнення не дає бажаного ефекту, а витрати на здрібнювання не виправдовуються.

Програмою досліджень передбачено проведення двофакторного експерименту (фактори: глибина закладення, довжина різання рослинних залишків). За результатами досліджень запропоновано варіювання: глибини закладення – в межах 5-9 см (x_1), ступеня подрібнення – в межах 5-15 см (x_2).

Для проведення експериментів було заготовлено матеріал для закладання багатофакторного експерименту; вручну було нарізано солому пшениці довжиною 5 см, 10 см й 15 см (рис. 1) згідно з [9]. Машинне різання має неприпустимі похибки і не дає такої точної довжини, якої вимагає факторний експеримент.

Багатофакторний експеримент реалізували на ділянках розміром 1x1 м. Відповідно до матриці експериментів закладено 9 варіантів експериментів у трикратній повторності (27 ділянок площею 1 м²). У кожно-

му варіанті реалізували закладення 700 гр/м² соломи відповідної довжини нарізання на задану глибину масою, обробленою біодеструктором "Стернифаг" (рис. 2).

З періодичністю тридцять днів на кожній ділянці в трикратній повторності вирізним циліндром діаметром 100 мм на глибину 15 см виймали зразок ґрунту й описували зовнішній стан рослинних залишків (рис. 3).

Витягнутий із циліндрів ґрунт з рослинними залишками складали в мішки й етикетували. На етикетці вказували глибину взяття зразка, довжину рослинних залишків і дату.

Всі написи виконували на білому папері простим олівцем й обгортали скотчем з двох боків щоб не ушкодилися написи. Кожну етикетку клали всередину мішечка зі зразком. Етикетовані проби з ґрунтом і рослинними залишками упаковували в ящики й без сильних поштовхів перевозили в лабораторію. Потім пробу поміщали в сито з отворами 0,5 мм і рослинні залишки відмивали від ґрунту (рис. 4).

Сушили зразки в сухому, провітрюваному й захищеному від доступу парів кислот, аміаку й інших газів приміщенні до повітряно-сухого стану. Висушені зразки укладали в пластикову тару й зберігали до проведення наступних зважувань (рис. 5). Для порівняння результатів аналізів рослинних залишків необхідно витримувати однакові умови й техніку взяття проб, транспортування, сушіння й зберігання зразків.

Різниця в масі зразків, взятих у два строки, вказує на кількісну зміну рослинного матеріалу й інтенсивність розкладання його в умовах досліджу. Результати експерименту наведені в табл. 3.

Математична модель розкладання рослинних залишків має вигляд:

$$y_1 = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_2^2 + b_5x_1x_2.$$

На рис. 6 наведено поверхні відгуку математичної моделі розкладання рослинних залишків у ґрунті залежно від ступеня подрібнення (x_1) і глибини закладення (x_2).

Математична модель розкладання рослинних залишків по місяцях:



Рис. 4 – Зразки з ґрунтом

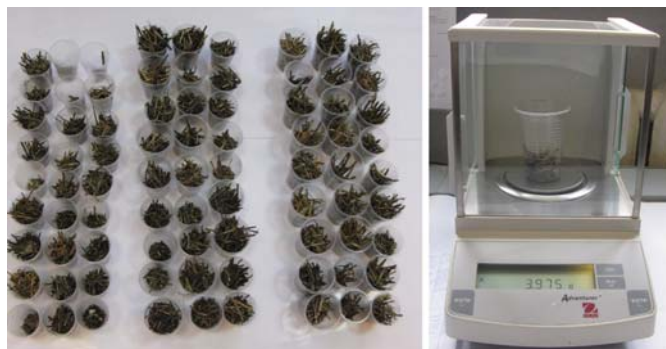


Рис. 5 – Вимірювання зразків маси сухої речовини

вересень: $y_c = 9,37 - 0,75x_1 + 0,909x_2 + 0,087x_1^2 - 1,134x_2^2 - 0,4145x_1x_2$;

жовтень: $y_{ок} = 8,15 - 0,63x_1 + 0,6379x_2 + 0,44x_1^2 - 0,062x_2^2 - 0,314x_1x_2$;

листопад: $y_{но} = 3,75 - 0,809x_1 + 0,59x_2 + 1,37x_1^2 - 1,92x_2^2 - 0,04325x_1x_2$;

грудень: $y_d = 3,716 - 0,835312x_1 - 0,111x_2 + 1,89x_1^2 - 0,55x_2^2 + 0,8595x_1x_2$;

березень: $y_m = 2,97 - 0,294x_1 + 0,268x_2 - 0,617x_1^2 - 0,646x_2^2 - 0,406x_1x_2$.

Висновки. За перший місяць після закладення експерименту найбільша біологічна активність (розкладання рослинних залишків) спостерігається на глибині закладення 9 см за довжини нарізання рослинних залишків 5 см. Це пов'язано з тим, що перший місяць експерименту був відносно посушливим, і середня денна вологість складала 50,5%, а вночі – 80,4% за середньомісячної температури 22 °С вдень й 17 °С вночі. Тобто, верхній шар ґрунту перебував у несприятливих умовах для розвитку мікроорганізмів. Отже, більш глибоке закладення й інтенсивне подрібнення за перший місяць є найбільш сприятливим для біологічної активності.

У другий місяць експерименту спостерігається найбільша активність мікроорганізмів на глибині закладення 7-8,5 см, причому інтенсивність подрібнення рештків практично не впливає на процес розкладання. Найменша інтенсивність розкладання залишається на глибині закладення 5 см і великої довжини подрібнення. Середньомісячна денна вологість складала 57,3%, а

Таблиця 3

Фактори в натуральному масштабі, см		Вміст рослинних залишків у пробах з ґрунтом, %				
Н	Л	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Березень
5	5	7,654	7,495	5,596	5,2	2,28
5	10	10,472	8,351	7,48	6,8	4,084
5	15	10,393	9,38	8,716	4,896	3,05
7	5	7,32	6,915	4,93	4,738	4,103
7	10	9,281	7,987	7,62	4,71	4,218
7	15	8,981	8,244	2,42	3,321	1,442
9	5	7,173	6,381	3,75	2,716	2,395
9	10	8,526	7,998	6,470	3,298	1,84
9	15	8,254	7,01	6,697	5,85	3,405

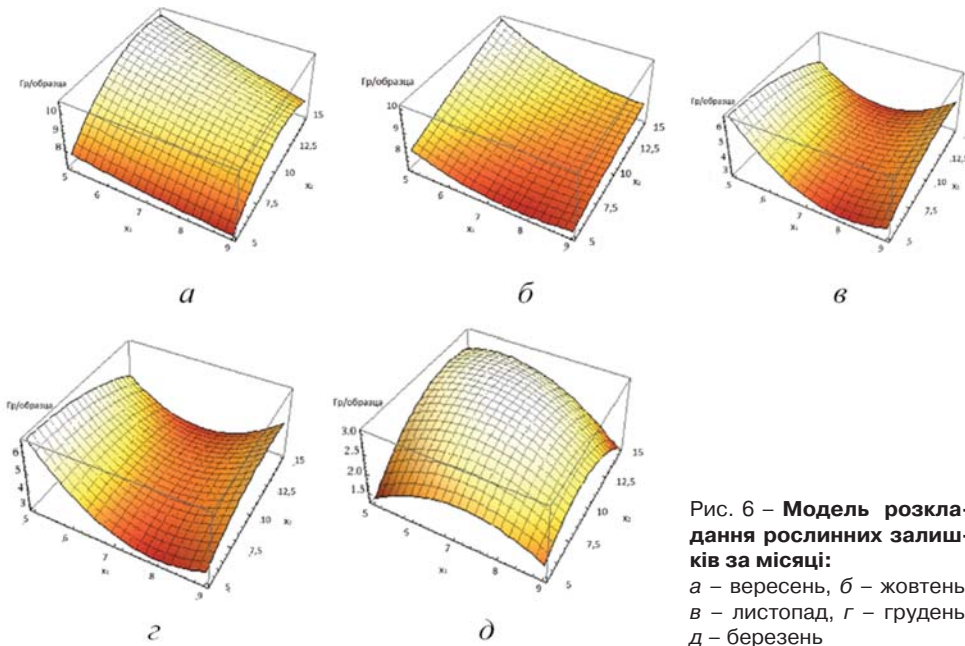


Рис. 6 – Модель розкладання рослинних залишків за місяці:
а – вересень, б – жовтень,
в – листопад, г – грудень,
д – березень

вночі – 80,2% за температури 16,8 °С вдень і 10,4 °С вночі.

За період третього місяця найбільша активність розкладання залишається на глибині закладення 7-8 см за довжини подрібнення 5 см. У ґрунті спостерігається оптимальна вологість для розвитку мікроорганізмів, середня денна вологість склала 66,7%, а вночі – 86,4% за температури 6,1 °С вдень і 1,53 °С вночі.

У четвертий місяць після закладення експерименту спостерігалася зниження температури повітря, середньомісячна денна вологість склала 84,2%, а вночі – 74,3% за температури 3 °С вдень і 1,12 °С вночі, що у свою чергу відбилося на розвитку мікроорганізмів у ґрунті. Оптимальна глибина закладення для максимального розвитку мікроорганізмів – 7,5-8,5 см при довжині рослинних залишків 5 см. А найменший розвиток мікроорганізмів спостерігається за глибини закладення 5 см і довжині рослинних залишків 5 см. Причому за глибини закладення 5 см найбільша інтенсивність спостерігається при збільшенні довжини часток рослинного матеріалу.

В наступні місяці (у січні і лютому 2012 р.) проби не відбиралися через наявність снігового покриву на поверхні експериментальних ділянок і перебування ґрунту у мерзломому стані, що перешкоджало відбору проб.

Заключний, сьомий місяць експерименту супроводжувався середньомісячною денною вологістю 62,8%, а вночі вона становила 79,2% за температури 4,54 °С вдень і –1 °С вночі, що призвело до відтавання верхніх шарів ґрунту. Найбільша інтенсивність розкладання спостерігається за глибини закладення рослинних залишків 5 см і довжини подрібнення від 5 до 10 см. На глибині закладення від 10 до 15 см спостерігається одна з найбільш низьких інтенсивностей розкладання. На глибині закладення 9 см спостерігається стабільне розкладання, тому що на більш глибокі шари ґрунту не так інтенсивно впливають перепади температур, внаслідок чого довжина подрібнення практично не впливає на інтенсивність розкладання. Найбільш низька інтенсивність розкладання рослинного мате-

ріалу спостерігалася на глибині закладення 6-8 см за довжини подрібнення 9-12 см.

Аналіз поверхонь відгуку дозволив зробити такі висновки. В результаті двофакторного експерименту отримані моделі швидкості розкладання рослинних залишків по місяцях: в осінній час найбільш інтенсивне розкладання відбувається при закладенні на глибину 7-8 см і довжині різання соломи 5 см. У весняний період найбільш інтенсивне розкладання йде на глибини до 5 см за довжини різання соломи до 5 см.

Рекомендуємо для ранніх культур глибину закладення до 7 см і довжину подрібнення до – 5 см, для пізніх культур – глибину закладення 5 см і довжину подрібнення – до 5 см.

Список літератури

1. www.nivc.news.ru, 23.03.2012.
2. Дерменко О.П. Основні грибні хвороби озимого тритикале та джерела стійкості до них в умовах лісостепу України / О.П. Дерменко. Дис. канд. с.-г. наук 06.01.11. Національний аграрний університет, 2007. – 130 с.
3. Крючкова Л.О. Хвороби озимої пшениці, які спричиняються некротрофними грибними патогенами, та методи їх діагностики. Дис. д-ра біол. наук. – 2007. – 300 с.
4. Кентот Д., Глим'язкий В. Довгострокове прогнозування кореневих гнилей гороху / Пропозиція. – №3. – 2011. – С. 60-65.
5. Бобровний Е.В., Харченко А.Г. Готово ли растениеводство Украины к наступлению новых бактериальных болезней? // Техніка і технології АПК. – № 5(20). – 2011.
6. Максимчук Г.А. Солома – цінне добриво та засіб покращення ґрунтів. – ХАС. – 2011. – С. 18-22.
7. Клишавий Н., Крожников А. Растительные остатки и температура почвы. – Зерно. – № 4 (72). – 2012.
8. Дранишников А. Как увеличить производительность комбайна? / Зерно. – №4. – 2008. – С. 25-29.
9. ГСТУ 46.007-2000 п. 1.2; 7.2. Техніка сільськогосподарська. Машини та обладнання для приготування кормів. Методи функціональних випробувань.

Анотація. В статтю приведені результати використання біодеструктора стерни з різним измельченням і заделкой в почву.

Summary. In statete result of biodestructor stubble with different chopping and incorporation into soil.

Стаття надійшла до редакції 25 жовтня 2012 р.