

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**Гамаюнова Валентина**

доктор с.-г. н, професор

Хоненко Любов

кандидат с.-г. н., доцент

Коваленко Олег

доктор с.-г. н, професор

Миколаївський національний аграрний університет

Бакланова Тетяна

кандидат с.-г. н., доцент

Сидякіна Олена

кандидат с.-г. н., доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**РЕСУРСООЩАДНІ ЗАХОДИ ПОЛПШЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ТА
ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ШЛЯХОМ
ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ**

Згідно зональної особливості, Південний Степ України вважають найбільш сприятливим для сталого і ефективного розвитку землеробської галузі. Таким він залишався упродовж довгих років. Україна була відомою в світі житницею продовольчої продукції. Проте в останні десятиріччя цей постулат дещо змінився. На більшості території землекористування регіону значно погіршився стан показників родючості основних типів ґрунтів, вони втратили і надалі збіднюються на вміст гумусу, доступних для рослин макро- і мікроелементів, втрачають показники структури, водовбирну й водоутримуючу здатність. До цього призводять відхилення від чергування культур у сівозмінах, недовнесення добрив, особливо органічних, істотні зміни клімату в бік посушливості, наростання температур і нерівномірного випадання опадів тощо. Цілий ряд

негативу ґрунтам на наступний період привнесуть військові дії, шкідливі викиди і забруднення, значно зменшенні площі зрошуваних земель внаслідок підриву окупантами Каховської ГЕС.

Зазначене та інші фактори, зміни і можливості землекористувачів, зобов'язують науковців розробляти нові підходи до господарювання у тому числі й впроваджувати відомі раніше результати досліджень і заходів та поєднувати їх з новітніми досягненнями у технології вирощування сільськогосподарських культур, які б відповідали змінам клімату, умовам господарювання тощо.

Економічна спроможність господарств у даний період залишається послабленою. Проте не зважаючи на наведений вище стан, валу виробництва зернових та інших сільськогосподарських культур необхідно досягати і навіть перевищувати. За такої ситуації пропонуємо використовувати ресурсощадні технології, які б за істотної економії ресурсів дозволяли не залежно від несприятливих чинників нарощувати сталу продуктивність культур за одночасного поліпшення ґрунтової родючості й збереження екологічного стану.

Від здобутків України залежить продовольча безпека багатьох держав світу та безпосередньо стабільність її економіки.

Основним фундаментом і засобом виробництва, на якому ґрунтується економіка землеробської галузі, був і залишається ґрунт. Від його родючості безпосередньо залежить її успішність та рівні сформованої врожайності абсолютно всіх сільськогосподарських культур. Ґрунти України за своїм генетичним потенціалом вважають одними з найкращих у світі. Разом з тим в останні роки основні складові, які визначають родючість ґрунту, на жаль, знизилися. Це проявляється у зменшенні вмісту гумусу, органічної речовини,

основних макро- і мікроелементів, погіршенні його структурного стану, водно-фізичних властивостей тощо^{1/2/3}.

Поступова втрата основних ознак родючості ґрунтів, тобто їх деградаційні процеси, як визначено багатьма дослідженнями і нашими зокрема, дуже тісно пов'язана з відхиленнями більшості сучасних технологічних підходів до вирощування рослин від дотримання чітко окреслених і відомих основних законів землеробства. До цього вже призвело і у подальшому буде призводити перш за все до порушення науково-рекомендованого чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах, зокрема невиправданого збільшення площ під соняшником за одночасного зменшення в структурі посівів бобових культур і тим більше багаторічних трав^{4/5}.

Пов'язано таке становище й з намаганням стабільного нарощування об'ємів виробництва продукції, інтенсифікацією аграрного сектора за період незалежності нашої держави, значними змінами, яких зазнала структура посівів, кліматичні умови, стан родючості ґрунтів. На найближчу перспективу, як у воєнний так і повоєнний періоди знову ж передбачається зростання обсягів виробництва продукції рослинництва. На жаль, практично ніхто не аналізує і не пов'язує нарощування виробництва щодо його впливу на стан родючості ґрунтів та антропогенне на них навантаження. Основним важелем залишається

¹ Balyuk S. A., Medvedev V. V., Vorotintseva L. I., Shimel V. V. Modern problems of soil degradation and measures to achieve its neutral level. Bulletin of Agrarian Science. No. 8. 2017. P. 5–11.

² Medvedev V. V., Plesko I. V., Nakiski S. G., Titenko G. V. 2018. The degradation of soils in the world, the experience of its prevention and overcoming. Kharkiv, a kind of Stylish typography. 168 с.

³ Скрильник Є. В., Гетманенко В. А., Кутова А. М. Розрахункові моделі балансу гумусу як показника агроекологічної стабільності організації землекористування, Науковий журнал «Наукові горизонти», №7-8 (70). 2018. С. 139–144.

⁴ Гамаюнова, В. В., Хоненко, Л. Г., Коваленко, О. А., Бакланова, Т. В. Залучення соргових й інших адаптованих до зони півдня України посухостійких рослин та основні засади підвищення їх продуктивності. Монографія. Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті. 2021. С. 1–29. DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-1>

⁵ Веремеєнко С. І., Семенко Л. О. Сучасні проблеми деградації ґрунтів – трофічний аспект. Науковий журнал «Наукові горизонти». №1 (74). 2019. С. 69–75.

економічний інтерес і прибуток. До того ж об'єми виробленої продукції не завжди передбачають, забезпечують і компенсують винос елементів живлення застосуванням (поверненням у ґрунт) відповідної кількості добрив і особливо органічних^{6/7/8}.

Так, за даними Держслужби статистики України у 1990 році на 1 га вносили 141 кг мінеральних добрив (у т. ч. азотних 59, фосфорних 43, а калійних – 39 кг/га), у 2018 році їх кількість склала відповідно: 112 (79; 16 і 17 кг/га). Звісно ж такі дози основних елементів живлення призводять до негативного (від'ємного) балансу, в подальшому до погіршення родючості ґрунтів та наступного поступового збіднення їх на вміст НРК замість нарощування. Ще гіршою і сумнішою постає статистика із застосуванням органічних добрив. Якщо у 1990 році на 1 га їх вносили по 8,6 т/га, то вже у 2018 році ця норма зменшилася до 0,5 т/га, або ж у 17 разів! Найвищими рівні врожаїв сільськогосподарських культур формуються саме по фоні оптимального застосування органо-мінеральної системи живлення⁹. За незбалансованого їх внесення з порушенням співвідношення в умовах інтенсивного землеробства постає загроза деградації ґрунтів. В умовах високої розораності земель та їх інтенсивного використання за недотримання засад збалансованого господарювання має і матиме прояви

⁶ Gamayunova V. Sydiakina O. The problem of nitrogen in modern agriculture. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science Vol. 27, No. 3. 2023. P. 46-61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.46

⁷ Василенко М. Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. Вісник аграрної науки, №2. 2017. С. 11–18. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>.

⁸ Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Стасіневич О. Ю., Бойко В. П. Продуктивність польової сівозміни за різних доз і співвідношень добрив регіону. Scientific Horizons, 3 (76). 2019. С. 80–86. doi: 10.33249/2663-2144-2019-76-3-80-86

⁹ Veremeenko S. I., Furmants O. A. Changes in the Agrochemical Properties of Dark Gray soil in the Western Ukrainian Forest-Steppe under the effect of Long-Term Agricultural Use. Eurasian Soil Science. V. 47(5). 2014. P. 483–490

подальша деградація ґрунтів. Вона є головною проблемою земель сільськогосподарського призначення не лише в Україні, а й у світі^{10/11/12}.

Ці питання ми піднімали і раніше, проте більш гостро вони стосувалися змін родючості зрошуваних земель.

За нинішніх умов господарювання, не дивлячись на істотне зменшення сучасних площ зрошення, ситуація із балансом елементів живлення внаслідок нарощування об'ємів виробництва рослинницької продукції, що не буде компенсуватися відповідною кількістю застосування добрив, загроза деградації всіх типів ґрунтів надалі буде лише посилюватись. Стан, який вже відбувся зі зміною родючості ґрунтів слід терміново виправляти, адже деградаційні процеси можуть набути незворотного характеру. Це особливо важливим буде для покращення властивостей ґрунтів сільськогосподарського призначення у повоєнний період. Адже ґрунтові відміни у зоні бойових дій зазнали забруднення залишками ракет, снарядів, ущільнення проходами важкої техніки, шкідливих викидів тощо. На жаль, економічний потенціал більшості господарств, виробників сільськогосподарської продукції є також не зовсім сталим.

За нестачі напівперепрілого гною через істотне зменшення поголів'я тварин, здорожчання мінеральних добрив, послаблення економічної спроможності господарств турбота про збереження і відтворення родючості ґрунтів має бути найпріоритетнішою, проте базуватись на ресурсощадних підходах. Для цього необхідно дотримуватись наступних заходів. По-перше, повернутися до обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах. Звісно ж вони вже не будуть 9-10 пільними як раніше, але навіть у короткоротаційних сівозмінах до добору слід включати бобові культури, їх

¹⁰ Medvedev V. V., Plesko I. V., Nakiski S. G., Titenko G. V. 2018. The degradation of soils in the world, the experience of its prevention and overcoming. Kharkiv, a kind of Stylish typography. 168 с.

¹¹ Gamayunova V. Sydiakina O. The problem of nitrogen in modern agriculture. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science Vol. 27, No. 3. 2023. P. 46-61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.46

¹² Морозов О. В., Гамаюнова В. В., Сидоренко О. І., Пічура В. І. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель: Моделювання і прогнозування. Монографія. Херсон: ЛТ-Офіс. 2010.162 с.

сумішки, якщо немає можливості вирощувати люцерну. По-друге, обов'язково збагачувати ґрунти органічною речовиною в оптимальних рекомендованих кількостях. Для цього використовувати післяжнивнино-кореневі залишки всіх сільськогосподарських рослин, за можливості висівати сидеральні культури з бобовими компонентами і травами які збагачують ґрунти і свіжою органікою, і біологічним азотом^{13/14/15/16/17/18/19}.

Найбільш дешевим заходом поповнення ґрунту органікою є заробка соломи. Її ефективність як органічного добрива визначена досить давно: для поліпшення структури, водно-фізичних властивостей ґрунту, підвищення рівнів урожаю сільськогосподарських культур і особливо наступних – у роки післядії після її розкладання²⁰. Багатьма дослідженнями встановлено, що удобрення

¹³ Gamajunova V. Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation. In Dent D. & Dmytruk Yu. (Eds.). *Soil Science Working for a Living: Applications of soil science to present-day problems* (pp. 159–166). 2017. Switzerland: Springer International Publishing. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45417-7>

¹⁴ Петриченко В.Ф., Гетьман Н.Я. Фактори підвищення продуктивності агрофітоценозів багаторічних бобових трав в умовах Правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. №84. 2017. С. 3–10.

¹⁵ Котяш У. О., Панахид Г. Я., Бугрин Л. М., Дідух Г. М. Вплив поверхневого поліпшення на продуктивність та накопичення кореневої маси різновікових фітоценозів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. № 64. С. 111–119. 2018. doi: 10.32636/01308521.

¹⁶ Оліфірович В. О., Осадчук В. Д., Чинчик О. С., Кравченко В. С. Нагромадження кореневої маси бобово-злакового травостою залежно від складу травосумішки та удобрення. *Вісник аграрної науки*. №11, 2018. С. 201–208. doi: 10.31395/2415-8240-2018-93-1-201-208.

¹⁷ Панахид Г. Я., Коник Г. С., Котяш У. О. Формування новостворених бобово-злакових лучних травостоїв залежно від різних видів удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 114–124. doi: 10.32636/01308521.2019-(65)-10.

¹⁸ Гамаюнова В. В., Єрмолаєв В. М., Бакланова Т. В. Окремі фенологічні показники та врожайність гороху посівного за впливу обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2024. Випуск 104. Частина 1. С331–342. DOI 10.32782/2415-8240-2024-104-1-331-342

¹⁹ Карбівська У. М. Накопичення кореневої маси та симбіотичного азоту бобово-злаковими травосумішками. *Наукові горизонти*, № 05 (90). 2020. С. 30–35.

²⁰ Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

соломою збільшує вміст гумусу, органічної речовини, водотривких агрегатів тощо^{21/22/23}.

Проблеми стосовно збереження й відтворення родючості ґрунтів та загалом стійкості агроландшафтів слід вирішувати комплексно. Цього досягають добором культур у сівозміні, які здатні поповнювати ґрунти екологічно безпечними органічними добривами, свіжою органічною речовиною, мікробіотою, збагачувати їх на гумус, елементи живлення, захищати від проявів ерозії, деградації, тощо.

Залежно від тривалості вегетації сільськогосподарських рослин і терміну сівби наступної культури, запроваджують післяжнивні та проміжні посіви на зелене добриво (сидерат), які є потужним джерелом поповнення і збагачення ґрунту свіжою органічною речовиною, звісно ж гумусом, NPK та мікроелементами. Використовувати для цього можна будь-які рослини, які за незначний період вегетації здатні накопичувати потужну як надземну, так і кореневу біомасу. Найбільш ефективно вирощувати сумішки з бобовим компонентом, тоді ґрунт буде поповнюватись ще й безкоштовним біологічним азотом²⁴. Така органічна речовина здатна швидко розкладатись, адже вона є достатньо вологою, містить сполуки азоту, не потребує зволоження для набухання та додаткового застосування азотного добрива. Сидерати доцільно заробляти сумісно з соломомою. За такого поєднання проявляється комплексна дія

²¹ Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

²² Ткачук О. П., Овчарук В. В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. Сільське господарство та лісівництво, 2020. № 18. С. 161–171.

²³ Овчарук В. В. Побічна продукція рослинництва – альтернатива поповнення органічної речовини ґрунту. Dynamics of the development of world science. Vancouver, Canada. 2020. № 9. P. 781–788.

²⁴ Ovcharuk V. Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. The scientific heritage. 2020. № 49. P. 4–7.

щодо покращення агрофізичних, агрохімічних, біологічних та інших позитивних впливів на родючість ґрунту^{25/26/27}.

Кожна тонна внесеної органічної речовини після розкладання поповнює вміст гумусу в ґрунтах. Кількість новоутвореного гумусу та його якість залежить від виду і маси заробленої в ґрунт органіки. Так, згідно наших досліджень 1 т підстилкового гною ВРХ забезпечує приріст гумусу в 33,2 кг/га, твердої фракції безпідстилкового свинячого гною – 27,6, а надлишкового мулу – 57,6 кг/га. Значно більше нагромаджується гумусу в ґрунті за сумісного застосування органічних і мінеральних добрив – додатково від 7,6 до 24,5 кг/га²⁸.

Значно більше гумусу утворюється від заробки в ґрунт соломи. Адже солома містить понад 80% сухої органічної целюлозовмісної речовини і в ній практично відсутня волога. Кожна тонна соломи за масовою часткою в ній органіки здатна замінити 4-5 тонн напівперепрілого гною, вона позитивно впливає на кількість і якість утвореного гумусу. Адже щойно утворені гумусові речовини характеризуються клейкою здатністю. Вони найбільше впливають на створення агрономічно цінної, зв'язаної, водотривкої структури. Без участі гумусових речовин структура ґрунту не буде відзначатись водостійкістю, оскільки цю ознаку надають органічні колоїди, перш за все гумати кальцію.

Окрім органічних речовин в соломі міститься до 0,35% азоту, 0,15% фосфору, 1,7% калію та всі необхідні рослинам мікроелементи. В умовах зрошення та за достатньої зволоженості ґрунту солома швидко розкладається – впродовж року²⁹.

²⁵ Ovcharuk V. Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. The scientific heritage. 2020. № 49. P. 4–7.

²⁶ Альтернативні заходи відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах господарювання. URL: <https://khoda.gov.ua/alternativn%D1%96-zahodi-v%D1%96dtvorennja-rodjuchost%D1%96-grunt%D1%96v--v-suchasnih-umovah-gospodarjuvannja> (дата звернення: 2.01.2022).

²⁷ Сендецький В. М. Урожайність та якісні показники зерна кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів. Таврійський науковий вісник. №105. 2019. С. 147–154.

²⁸ Патица В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д., Гамаюнова В. В., Андрусенко І. І. 1993. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ: Урожай. 176 с.

²⁹ Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

Спалювання соломи є неприпустимим заходом. При цьому згорає не лише свіжа органічна речовина, а й гумус верхнього шару ґрунту, який утворювався роками. До того ж попіл, який залишиться замість соломи, не забезпечує оструктурування ґрунту та приросту гумусу, навпаки, якість гумусу при спалюванні соломи погіршується – у його складі збільшується вміст фульвокислот, а гумінових – знижується. Так, згідно даних трирічних досліджень на зрошуваному темно-каштановому ґрунті в орному шарі контрольного варіанту без добрив відношення $C_{гк} : C_{фк}$ склало 1,3, за застосування 60 т/га гною – 1,8; соломи, 6 т/га – 1,6; соломи, 6 т/га + $N_{150}P_{90}$ – 1,5, а соломи, 6 т/га (спалювання) + $N_{150}P_{90}$ по фоні попелу – лише 1,1. Кількість гуматів у зазначених варіантах досліді становила відповідно: 0,670; 0,680; 0,645; 0,700 та 0,620 абсолютних відсотків. Також встановлено, що за заробки соломи й особливо сумісно з мінеральними добривами, в ґрунті збільшується вміст водорозчинного гумусу, легкогідролізованого азоту, значно поліпшуються його водно-фізичні та біологічні властивості.

Покажемо позитиви соломи на збільшення вмісту гумусу в темно-каштановому зрошуваному ґрунті за даними досліджень 1978-1982 рр., проведеними у ланці сівозміни: 1) пшениця озима + післяжнивна вико-вівсяна сумішка; 2) кукурудза МВС; 3) пшениця озима³⁰.

Так, при заробці соломи пшениці озимої у кількості 6 т/га з наступною сівбою післяжнивною вико-вівсяною сумішки в орному шарі ґрунту містилося 2,10% гумусу. Вже у наступні роки за вирощування кукурудзи на зелену масу на період збирання її (у фазі молочно-воскової стиглості) кількість гумусу в ґрунті неудобреного контролю склала 2,07%, по фоні післядії гною (60 т/га) – 2,17%; соломи (6 т/га) – 2,16%, мінерального добрива $N_{150}P_{90}$ – 2,09%; соломи 6т/га + $N_{150}P_{90}$ – 2,18%, а соломи 6 т/га + N_{60} додатково для розкладання + $N_{150}P_{90}$ – 2,21%. У варіанті спалювання такої ж маси 6 т/га соломи вміст гумусу склав лише

³⁰ Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

2,08% (НІР₀₅ – 0,02-0,03%). При збиранні наступної після кукурудзи культури ланки сівозміни пшениці озимої вміст гумусу відносно наведених варіантів визначений відповідно: 2,06; 2,14; 2,14; 2,04; 2,17; 2,23 та 2,02% (НІР₀₅ – 0,03-0,05%). Тобто солома, внесена разом з мінеральним добривом і особливо з додаванням 10 кг діючої речовини азоту на 1 т соломи для пришвидшення розкладання її, не поступається напівперепрілому гною. Зазначимо, що з гном в ґрунт поступає більше азоту (з 60 т/га біля 300 кг/га, якщо його правильно збурігали і вносили в ґрунт).

Відносно спалювання соломи, то цей захід не збільшує вмісту гумусу та не покращує якості його, як і структуру та інші важливі складові родючості.

Отож солома є найдешевшим органічним добривом, її не треба вивозити з поля, а одразу заробляти в ґрунт. Вона здатна замінити нестачу або відсутність гною. До того ж в останні роки в наявності є біодеструктори та біопрепарати, які пришвидшують її розкладання^{31/32/33/34/35}.

Аналогічні результати щодо збільшення вмісту органічної речовини, гумусу та поліпшення його фракційного складу отримано за органо-мінеральної

³¹ Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., Sydiakina O. 2021. Better Management of Soil Fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland. Soils Under Stress. P. 163-171. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_16.

³² Попов С., Авраменко С., Манько К. Немає гною – візьміть солому! Agroexpert. URL: [https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp\(6\)14.pdf](https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp(6)14.pdf) (дата звернення: 2.01.2022).

³³ Пришвидження мінералізації соломи та пожнивних решток. URL: https://zeolit.com.ua/attach/ceovit_259.pdf (дата звернення: 2.01.2022).

³⁴ Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. Scientific Progress & Innovations, (3), 2019. С. 18–25. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02>

³⁵ Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 119. С. 123–129.

системи удобрення сільськогосподарських культур сівозміни на темно-сірому опідзоленому ґрунті^{36/37}.

Також дослідженнями на зрошуваному темно-каштановому ґрунті³⁸ обґрунтовано, що солома як у впливі на основні властивості ґрунтової родючості, так і рівні врожаю сільськогосподарських культур у рік дії й особливо у післядії не поступається напівперепрілому гною (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив післядії добрив на врожайність кукурудзи та пшениці озимої, т/га

Варіант	*)	2-ий рік кукурудза, з/м	3-ій рік (пшениця озима), зерно	
			чиста післядія	внесення N ₁₅₀ P ₉₀
Без добрив (контроль)	1	39,1	2,57	5,07
	2	100,0	100,0	100,0
Гній напівперепрілий, 60 т/га	1	42,3	2,75	5,38
	2	108,2	107,0	106,1
Солома, 6 т/га	1	42,1	2,81	5,33
	2	107,7	109,3	105,1
N ₁₅₀ P ₉₀	1	49,6	2,90	5,40
	2	126,8	112,8	106,5
Солома, 6 т/га + N ₁₅₀ P ₉₀	1	51,5	3,16	5,66
	2	131,7	123,0	111,6
Солома, 6 т/га + N ₁₀ /т соломи (N ₆₀) + N ₁₅₀ P ₉₀	1	56,0	3,69	5,89
	2	143,1	143,6	113,9

Примітки *) 1 – урожайність культур, т/га

2 – у % до контролю.

Солома більше, ніж інші органічні добрива, містить органічної речовини, зокрема, целюлози, геміцелюлози та лігніну, які є вуглеводними енергетичними субстратами для ґрунтових мікроорганізмів. За усередненими даними з однією тонною соломи залежно від виду культури в ґрунт повертається від 2,5 до 4,2 кг азоту, 1,7 кг фосфору, 8,3 кг калію, 4,2 кг кальцію, 0,7 кг магнію і значна кількість

³⁶ Lopushniak V. Influence of fertilizing schemes in the crop rotation system on the organic matter and nitrogen content in the dark-grey podzolized soil in the western forest-steppe of the Ukraine. Polish Journal of Soil Science. Vol. 44. No.1. 2011.P.19–24.

³⁷ Лопушняк В. І. Динаміка фракційно-групового складу гумусу темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2012. Вип. 54(2). С. 58–64.

³⁸ Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

мікроелементів, яких у соломі накопичується більше, ніж у зерні. Окрім того, удобрення соломою підвищує доступність для рослин фосфору і калію з ґрунту, внаслідок розчинення речовин кислої природи, які утворюються при її розкладанні. Це особливо важливо за дефіциту мінеральних добрив, що має місце в багатьох господарствах країни. За показниками впливу на родючість ґрунту внесення 1 т соломи може замінити від 3-3,5 до 4-4 т/га напівперепрілого гною. Тобто заробка в ґрунт соломи фактично задовольняє більшу половину від рекомендованої норми органічних добрив³⁹.

Поряд із цим внесення соломи в ґрунт може погіршувати фітосанітарний стан поля. Збережені у ньому патогени і шкідники можуть знизити врожай наступної злакової культури⁴⁰. Тому необхідно дотримуватись чергування культур у сівозміні в разі заробки післяжнивних решток і соломи як органічного добрива в ґрунт⁴¹.

Для оптимальних процесів розкладання соломи співвідношення С : N повинне бути як 20-30 : 1. За фактично більш широкого співвідношення С : N у соломі (70-80 : 1) целюлозорозкладаючі мікроорганізми відчувають потребу в азоті, що без додаткового внесення азотного добрива буде зумовлювати його використання (імобілізацію) з ґрунтових запасів. Тому ефективність удобрення соломою помітно зростає за поєднання її заробки з одночасним внесенням додаткової дози азоту. Залежно від культури, яка була попередником, доза мінерального азоту може коливатися від 3 до 11 кг д.р./т, а у більшості випадків вносять по 7 – 10 кг N/т соломи⁴².

³⁹ Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 119. С. 123–129.

⁴⁰ Кирилюк В. П. 2018. Вплив тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту на формування бур'янового компонента посівів пшениці озимої. Науковий журнал «Наукові горизонти» №1 (64). С. 49–55.

⁴¹ Gamajunova, V. V., Khonenko, L. G., Girlja, L. M., Kovalenko, O. A., Baklanova, T. V. (2020). Using micronutrient in climate change. Innovative Solutions In Modern Science. no 6(42), New York. pp.124-148. DOI:10.26886/2414-634X.6(42)2020.8

⁴² Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

Урожайність усіх сільськогосподарських культур максимальних рівнів досягає за сумісного застосування органічних і мінеральних добрив. За таких умов навіть підвищені дози азотного удобрення не будуть негативно впливати на якість продукції, адже певна частина азоту тимчасово закріпиться мікроорганізмами, які розкладають свіжу органічну речовину. Засвоєний мікробіотою азот упродовж певного періоду буде фіксований ними та не буде «шкідливим». Він, навпаки, набуває властивостей біологічного азоту, не втрачається і не вимивається із ґрунту, а стане доступним для рослин лише після відмирання мікроорганізмів^{43/44/45}. Отож мікробіота ґрунту буде виступати важливою ознакою у впливі на збереження та оздоровлення як азотного балансу, так і очищення ґрунтів від різних забруднювачів. Що особливої актуальності набуде у повоєнний період.

Максимальний ефект від використання соломи на добриво може бути отриманий не тільки за внесення необхідної дози азотних добрив, але й за обробки її деструктором стерні. На відміну від традиційної технології (спалювання або заорювання пожнивних рештків) біодеструктор прискорює розкладання рослинних залишків, не знищуючи цінну свіжу органічну речовину, покращує родючість ґрунту, підвищує продуктивність сільськогосподарських культур на 10-30%, попереджає розвиток у ґрунті патогенних мікроорганізмів і шкідників⁴⁶.

При цьому важливо правильно обрати технологію обробітку ґрунту і розрахувати ефективність розподілу пожнивних решток: на глибину заробки та у верхньому шарі ґрунту як поверхневого мульчуючого покриву. У кожному

⁴³ Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня УРСР // Автореф. канд. дис. К., 1983. 22 с. (на правах рукопису).

⁴⁴ Патица В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д., Гамаюнова В. В., Андрусенко І. І. 1993. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ: Урожай. 176 с.

⁴⁵ Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В., Коваленко О.А., Пилипенко Т.В. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. «Наукові горизонти», «Scientific horizons». Житомир, 2020. №2(87). С. 89-101

⁴⁶ Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 119. С. 123–129.

регіоні і на кожному конкретному полі доцільно застосовувати власну технологію.

Методика досліджень. Враховуючи значення, позитивний вплив соломи на основні ознаки родючості ґрунтів та продуктивність рослин, а також наявність біопрепаратів і біодеструкторів стерні, ми провели польові дослідження. Упродовж 2019 – 2021 років після збирання пшениці озимої в ґрунт заробляли солому, а на наступний рік весною висівали сорго.

Дослідження проводили на чорноземі південному в умовах Навчально-науково практичного центру Миколаївського НАУ. Солому зоробляли на різну глибину та за різного розподілу по шарах ґрунту (фактор А). Контролем слугувала традиційна полицева оранка на 25 – 27 см (традиційний обробіток). Як консервуючий обробіток ґрунту в ланці сівозміни прийнято чизельний обробіток ґрунту також на глибину 25 – 27 см, а за мульчувальний – дискування на 12 – 14 см.

Рано навесні виконували боронування у два сліди важкими боронами, а передпосівну культивуацію – на глибину 5 – 6 см.

Заробляли солому (фактор В) наступним чином: А – контроль (без заробки соломи); В – солома + Біокомплекс БТУ-р; С – солома + ЕкоСтерн; Д – солома + БТУ-р + Еко Стерн.

Усі дослідження, спостереження, виміри, агротехнічні заходи проводили згідно зональних методичних рекомендацій, ДСТУ та методики дослідної справи^{47/48}.

У досліді вирощували середньостиглий гібрид сорго цукрового Мамонт. У роки досліджень сівбу проводили в оптимальні строки у добре прогрітій ґрунт (+12...+14°C на глибині 10 см) широкорядним (70 см) способом з нормою висіву 130 тис. насінин на гектар.

⁴⁷ Ушкаренко В. О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. 2014. Методика польового досліду: Навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С. 448 с.

⁴⁸ Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. 2014. За редакцією Р.А. Вожегової, Ю.О. Лавриненко, М.П. Малярчук. Херсон: Грінь Д.С. 285 с.

Площа посівної ділянки 120 м², облікової – 50. Повторність досліду чотирьохразова.

Результати досліджень. У роки досліджень з'явлення сходів сорго цукрового спостерігали на 7-10-й день після сівби (початок третьої декади травня), фаза утворення 4-5 листків наступала через 17-20 днів від повних сходів, фаза кушіння – через 21-23 дні, а вихід у трубку – на початку липня через 35-38 днів залежно від варіанту досліду.

Тривалість вегетаційного періоду рослин сорго більшою мірою змінювалась залежно від варіанту використання у якості органічного добрива соломи та меншою – від прийнятої технології вирощування – способу і глибини обробітку ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2. Тривалість вегетаційного періоду рослин гібриду сорго цукрового залежно від досліджуваних факторів у фазі воскової стиглості зерна, діб (середнє за 2020 – 2022 рр.)

№ п/п	Технологія обробітку ґрунту (фактор А)	Спосіб використання соломи* (фактор В)				Середнє по фактору А
		А	В	С	Д	
1.	Традиційна (контроль)	117	120	122	124	121
2.	Консервуюча	118	120	121	123	121
3.	Мульчувальна	116	118	120	121	119
Середнє по фактору В		117	119	121	123	

* Примітка: А – контроль без соломи; В - солома + Біокомплекс-БТУ-р; С - солома + ЕкоСтерн; Д - солома + Біокомплекс-БТУ-р + ЕкоСтерн

Так, найкоротшим вегетаційний період (116 діб) був визначений у контрольному варіанті досліду без заробки соломи за мульчувальної технології вирощування (дискування на 12-14 см). Тривалішим період вегетації (124 доби) був за традиційної технології вирощування із заробкою в ґрунт соломи за поєднання інокуляції її бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р та біодеструктором стерні ЕкоСтерн. При цьому середня тривалість вегетаційного періоду за традиційної технології (оранка на 25-27 см) склала 121 добу. Застосування консервуючої (чизелювання на 25-27 см) технології не

позначилося на даному показникові, а за мульчувальної технології (дискування на 12-14 см) період вегетації у середньому зменшився на 2 доби.

За всіх досліджуваних технологій вирощування прослідковували тісну залежність між тривалістю вегетаційного періоду рослин сорго цукрового та врожайністю зеленої маси. Коефіцієнт детермінації R^2 змінювався залежно від варіанту в діапазоні від 0,981 до 0,995. Визначення кореляційної залежності між способами заробки соломи та врожайністю зеленої маси також засвідчило доволі тісний зв'язок – коефіцієнт детермінації R^2 для всіх варіантів змінювався в діапазоні від 0,835 до 0,994. Причому більш тісну залежність встановлено в усіх варіантах з використанням соломи.

Досліджувані фактори певним чином вплинули на біометричні показники рослин сорго цукрового зокрема на їх висоту (табл. 3).

Таблиця 3. Висота рослин сорго цукрового у фазу молочної стиглості зерна залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2020 – 2022 рр.), см

№ п/п	Технологія обробітку ґрунту (фактор А)	Спосіб використання соломи* (факторВ)				Середнє по фактору А
		А	В	С	Д	
1.	Традиційна (контроль)	231,3	244,2	255,6	265,8	249,2
2.	Консервуюча	227,8	243,7	254,9	263,1	247,4
3.	Мульчувальна	219,9	233,8	243,1	254,0	237,7
Середнє по фактору В		226,3	240,6	251,2	261,0	244,8

* Примітка: А – контроль без соломи; В - солома + Біокомплекс-БТУ-р; С - солома + ЕкоСтерн; Д - солома + Біокомплекс-БТУ-р + ЕкоСтерн

Найбільш високими (265,8 см) рослини формувалися у варіанті сумісної інокуляції соломи бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р та біодеструктором стерні ЕкоСтерн. Найменшою висотою (219,9 см) характеризувались рослини за мульчувальної технології вирощування без заробки соломи. У середньому по досліді запровадження консервуючої та мульчувальної технологій вирощування сприяло формуванню рослин меншої висоти відносно контролю на 1,8 см та 11,5 см відповідно.

Заробка соломи призводила до збільшення висоти рослин сорго цукрового. Інокуляція соломи біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р збільшила її на 14,3 см порівняно з контролем, біодеструктором ЕкоСтерн – на 24,9 см, а поєднання для обробки Біокомплексу -БТУ-р та ЕкоСтерну – на 34,7 см.

Незалежно від прийнятої технології вирощування сорго цукрового прослідковували тісну залежність між показниками висоти рослин та врожайністю зеленої маси: коефіцієнт детермінації визначено в межах від 0,985 до 0,997 (сильний ступінь зв'язку).

Посіви, площа асиміляційної поверхні рослин у яких швидко досягає 40-50 тис. м²/га, і листки довше зберігаються в зеленому стані, вважаються найбільш продуктивними. Максимального значення (54,1 тис. м²/га) площа листкової поверхні сорго цукрового залежно від досліджуваних факторів визначена в фазу молочно-воскової стиглості зерна у варіанті оранки за обробки соломи сумісно препаратом Біокомплекс -БТУ-р та деструктором стерні ЕкоСтерн (табл. 4).

Таблиця 4. Площа листкової поверхні посіву рослин сорго цукрового у фазу молочно-воскової стиглості зерна залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га (середнє за 2020 – 2022 рр.)

№ п/п	Технологія обробітку ґрунту (фактор А)	Спосіб використання соломи* (фактор В)				Середнє по фактору А
		А	В	С	Д	
1.	Традиційна (контроль)	37,5	43,9	48,8	54,1	46,1
2.	Консервуюча	36,7	43,7	48,1	53,5	45,5
3.	Мульчувальна	34,5	39,9	45,4	49,6	42,4
Середнє по фактору В		36,2	42,5	47,4	52,4	44,6

* Примітка: А – контроль без соломи; В - солома + Біокомплекс-БТУ-р; С - солома + ЕкоСтерн; Д - солома + ЕкоСтерн + Біокомплекс-БТУ-р

Мінімальною за роки досліджень площа листків (34,5 тис. м²/га) була сформована за мульчувального (поверхневого на 12-14 см обробітку ґрунту) без заробки соломи. У середньому по досліді консервуюча та мульчувальна технології вирощування сорго цукрового забезпечували певне зменшення

асиміляційної поверхні рослин на 0,6 та на 3,7 тис. м²/га відповідно, порівняно з оранкою.

Вирощування гібриду сорго цукрового Мамонт з використанням соломи призводило до збільшення площі листкової поверхні посіву. Так, у контрольному варіанті у середньому по досліді без заробки соломи вона склала 36,2 тис. м²/га. Обробка соломи Біокомплексом-БТУ-р збільшила її на 6,3 тис. м²/га, ЕкоСтерном – на 11,2 тис. м²/га, а за поєднання обох препаратів на 15,2 тис. м²/га.

За всіх технологій вирощування прослідковували тісну залежність між площею листків у фазу молочно-воскової стиглості зерна і врожайністю зеленої маси сорго. Коефіцієнт детермінації (R^2) становить 0,987–0,998, що за шкалою Чеддока характеризує такий статистичний зв'язок як дуже тісний.

Також сильний ступінь статистичних зв'язків між площею листкової поверхні і врожайністю зеленої маси визначено за різних способів заробки в ґрунт соломи. Коефіцієнт детермінації коливається в межах від 0,958 (у контролі) до 0,989-0,995 (за інокуляції соломи).

Дослідженнями з посухостійкою культурою сорго цукрового визначена важливість сформованої рослинами площі листкової поверхні у здатності їх значно ефективніше використовувати вологу безпосередньо на створення врожаю за зменшення при цьому витрат на випаровування, тобто попередження непродуктивних втрат вологи⁴⁹. Це виключно важливо для умов Південного Степу України, де саме запаси вологи виступають обмежувальним чинником у формуванні рівнів урожаю сільсько-господарських культур.

Із застосуванням соломи та інших органічних добрив водоутримуюча здатність ґрунту, як ми вже зазначили, покращується. Нами встановлено, що врожайність зеленої біомаси сорго цукрового у фазі молочно-воскової стиглості істотно змінювалась залежно від досліджуваних факторів та року вирощування (рис. 1).

⁴⁹ Гамаюнова В. В., Єрмолаєв В. М. Сумарне водоспоживання гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. Аграрні інновації, №25. 2024. С. 7–14. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.1>

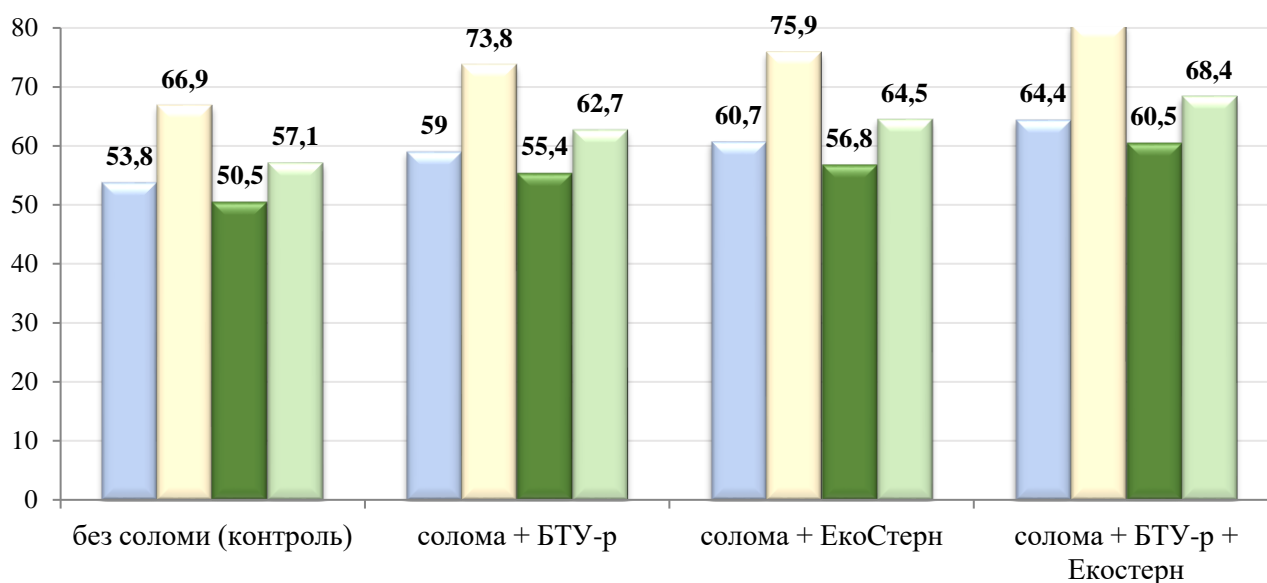


Рис. 1. Урожайність зеленої маси сорго цукрового у фазі молочно-воскової стиглості зерна залежно від досліджуваних факторів у роки вирощування, т/га

■ 2020 р. ■ 2021 р. ■ 2022 р. ■ 2020-2022 рр.

Стосовно способу обробітку ґрунту максимальною продуктивністю (71,4 т/га) гібриду сорго цукрового сформувалась у варіанті традиційної технології вирощування з обробкою соломи Біокомплексом-БТУ-р та деструктором стерні ЕкоСтерн сумісно (рис 2).

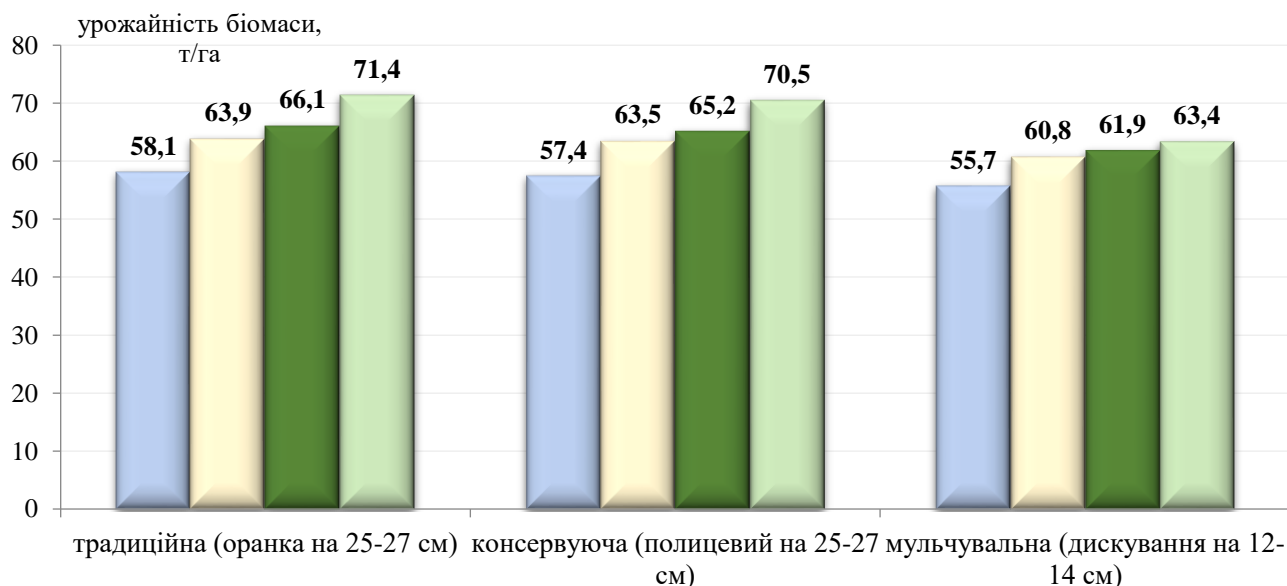


Рис. 2. Урожайність біомаси сорго цукрового залежно від технології (заходу обробітку ґрунту) та використання соломи (середнє за 2020 -2022 рр.), т/га

■ контроль (без соломи) ■ солома + БТУ-р ■ солома + ЕкоСтерн ■ солома + БТУ-р + ЕкоСтерн

Мінімальною врожайність (55,7 т/га) визначена за мульчувальної технології (поверхневого обробітку ґрунту) та вирощування сорго без заробки соломи. У середньому по досліді кількість зеленої біомаси у варіанті без внесення соломи склала 57,1 т/га, що на 5,7 т/га менше, ніж із її заробкою з Біокомплексом-БТУ-р, і на 7,3 т/га – за використання для обробки соломи ЕкоСтерну. Отже заробка в ґрунт соломи як органічного добрива позитивно впливає на рівень урожайності зеленої біомаси сорго цукрового.

Нами визначено і вплив досліджуваних факторів на окремі показники якості сорго. Зокрема встановлено, що вміст цукрів у стеблах залежно від добору технології вирощування неістотно змінювався (табл. 5).

Таблиця 5. Вміст загальних цукрів у стеблах рослин сорго цукрового у фазу молочно-воскової стиглості зерна залежно від досліджуваних факторів, %
(середнє за 2020 – 2022 рр.)

№ п/п	Технологія обробітку ґрунту (фактор А)	Спосіб застосування соломи* (фактор В)				Середнє по фактору А
		А	В	С	Д	
1.	Традиційна (контроль)	16,3	16,6	17,2	17,7	17,0
2.	Консервуюча	16,2	16,9	16,9	17,5	16,8
3.	Мульчувальна	15,9	16,2	16,8	17,2	16,5
Середнє по фактору В		16,1	16,4	17,0	17,5	16,8

* Примітка: А – контроль (без соломи); В - солома + Біокомплекс-БТУ-р; С - солома + ЕкоСтерн; Д - солома + Біокомплекс-БТУ-р + ЕкоСтерн

Так, за традиційної технології вирощування (оранка на 25-27 см) він у середньому по досліді був на рівні 17,0%, за консервуючої технології (безполицевий обробіток) зменшився на 0,2%, а за мульчувальної (дискування) – на 0,5%. Даний показник більшою мірою змінювався за впливу препаратів, використаних для обробки соломи, ніж від способу обробітку ґрунту. Так, за вирощування рослин гібриду сорго на контрольних ділянках без соломи кількість загальних цукрів у стеблах склала 16,1%. Інокуляція соломи біопрепаратом Біокомплекс-БТУ-р збільшила цукристість на 0,3%, від застосування деструктора стерні (ЕкоСтерн) для розкладу соломи вона зросла на 0,9%, а за сумісного використання Біокомплекс-БТУ-р та ЕкоСтерну – на 1,4%.

Відповідно до вмісту загальних цукрів у стеблах та рівнів сформованого врожаю змінювався й умовний вихід (збір) загальних цукрів з одиниці площі посіву сорго цукрового за скошування його у фазі молочно-воскової стиглості (рис. 3).

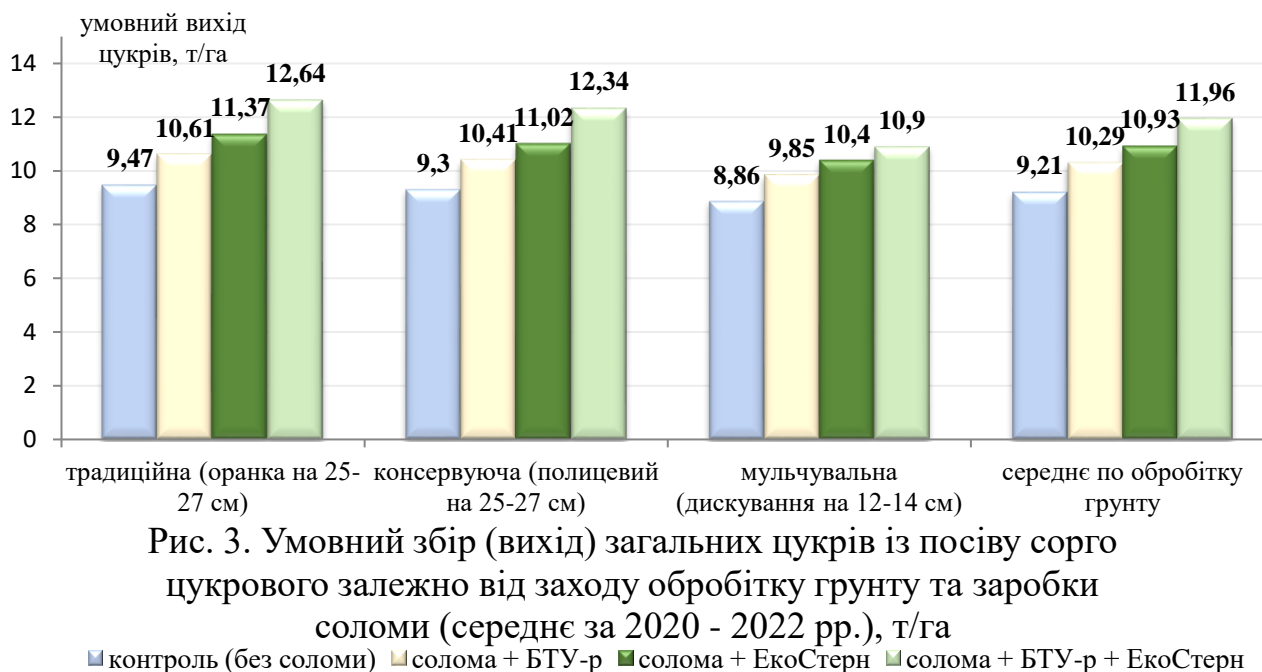


Рис. 3. Умовний збір (вихід) загальних цукрів із посіву сорго цукрового залежно від заходу обробки ґрунту та заробки соломи (середнє за 2020 - 2022 рр.), т/га

■ контроль (без соломи) ■ солома + БТУ-р ■ солома + ЕкоСтерн ■ солома + БТУ-р + ЕкоСтерн

Умовний вихід загальних цукрів з посіву сорго цукрового варіював у середньому по досліді від 8,86 т/га у варіанті без використання соломи за мульчувальної технології до 12,64 т/га за поєднання заробки соломи + Біокомплекс-БТУ-р + ЕкоСтерн за традиційної технології (оранка на 25-27 см). Заміна вирощування гібриду сорго по фоні оранки на чизелювання зменшила даний показник у середньому по досліді на 0,30 т/га, а на мульчувальну (дискування на 12-14 см) – на 1,74 т/га.

Заробка соломи призводила до збільшення умовного виходу загальних цукрів з гектару посіву сорго цукрового порівняно з контролем без соломи (9,21 т/га): інокуляція соломи Біокомплексом-БТУ-р на 1,08 т/га, препаратом ЕкоСтерн на 1,72 т/га, а за поєднання для обробки соломи Біокомплексу-БТУ-р та деструктора стерні ЕкоСтерн – на 2,75 т/га.

Висновки. Проведенням тривалих та різнобічних досліджень з визначення ефективності застосування соломи у якості органічного добрива встановлено, що

вона може успішно замінити гній. За впливом на основні показники родючості ґрунту, а саме: вміст у ньому органічної речовини, кількість утвореного гумусу, його фракційний склад, мікробіологічну активність, водопоглинальну здатність тощо, солома практично не поступається традиційно відомому напівперепрілому гною як у роки дії, й особливо в післядії.

Удобрення соломою позитивно позначається на підвищенні врожайності сільськогосподарських культур упродовж декількох років, особливо за сумісного застосування з мінеральними добривами, що встановлено раніше проведеними дослідженнями в ланці культур зрошуваної сівозміни.

Високу ефективність від удобрення соломою встановлено й у вирощуванні посухостійкої культури сорго цукрового впродовж 2020 – 2022 рр. без поливу за використання її з біопрепаратом та деструктором стерні (й особливо сумісно). Незалежно від заходу та глибини заробки, солома у якості органічного добрива посилює ростові процеси рослин сорго, істотно збільшує врожайність зеленої біомаси, вміст у ній загальних цукрів та їх умовний вихід (збір) з одиниці площі. Урожайність у найбільш оптимальному варіанті дослідів за внесення соломи з використанням для інокуляції Біокомплексу БТУ-р та ЕкоСтерну сумісно по фоні оранки на 25-27 см зростає на 7,3 т/га, а умовний збір цукрів – на 2,75 т/га порівняно з варіантом без заробки соломи. Проте найважливішим призначенням соломи залишається покращення основних показників родючості ґрунту, збагачення його свіжою органічною речовиною, поліпшення водопроникності та водоутримуючої здатності. За рахунок поповнення ґрунту органічною речовиною, активізації мікробіологічних процесів за впливу свіжої органічної біомаси ґрунт буде очищуватись від забруднювачів шкідливих речовин та одночасно відновлювати свої ознаки родючості.