Original researches

Productivity of Spring Wheat Depending on Methods of the Basic Soil Tillage and Fertilizer Systems in the Precarpathian Conditions

Received: 15 January 2019
Revised: 18 January 2019
Accepted: 21 January 2019

Precarpathian national University
of Vasyl Stefanyk, Shevchenko Str., 57,
Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine

Tel.: +38-098-949-45-13
E-mail: svjatoslav.igorovich@gmail.com

Cite this article: Grynyk, S. I. (2019).
Productivity of spring wheat depending
on methods of the basic soil tillage and fertilizer
systems in the Precarpathian conditions.
Agrology, 2(1), 41–46.
doi: 10.32819/2617-6106.2018.14016

S. I. Grynyk

Precarpathian national university of Vasyl Stefanyk, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Abstract. The research results of the influence of the basic soil tillage and fertilizer system on the fertility of soddy-podzolic soils and the yielding capacity of spring wheat in short-term rotation in the conditions of the Precarpathian region are presented. The research was carried out in 2016–2018 on the fields of the farm “Fortuna” in the village Negivtsi of Kalush district of Ivano-Frankivsk region. The soil of the experimental plot is soddy-podzolic. It was established that the application of organic fertilizers obtained at the outlet of biogas plants at organic and organomineral fertilizer systems and methods of basic soil tillage positively influenced on the structurization of soddy-podzolic soils in the technology of spring wheat growing. The most agronomically valuable aggregates (0.25–10.00 mm) were in the variant of surface soil tillage for the organomineral fertilizer system at sowing time – 62.4%, or by 3.7% more compared with the control and before harvesting of the crop – 61.6%, or by 3.8% more in comparison with control. In the same variant, the coefficient of soil structural properties was the highest – 1.66 at sowing time and 1.60 – before harvesting, or, respectively, by 0.24 and by 0.22 exceeded the index in the control. According to the organomineral system of fertilizer in the variant of surface soil tillage (discing at the depth of 8–10 cm), the soil density at the sowing time of the spring wheat in a layer of 0–10 cm was 1.16 g/cm³, in a layer 10–20 cm – 1.18 g/cm³, which is by 0.05–0.06 g/cm³ less than in the control. The total porosity of the soil layer of 0–10 cm at the organic system of fertilizer in the variant of the surface soil tillage (8–10 cm) at the sowing time of spring wheat was 53.4%, for organomineral system – 54.2%, which is, respectively, by 4.4% and by 5.2% more control. In the layer of soil 10–20 cm, it was 52.8% and 53.1% and 4.1 and 4.4% respectively. Before harvesting the crop at the organomineral system of fertilizer, the total porosity in the layer of soil 0–10 cm was 53.7%, 10–20 cm – 52.6%, which, respectively, by 5.9% and by 4.6% exceeded control indexes; for the organic fertilizer system they were, respectively, 52.3% and 51.8% and 4.5% and 3.8% respectively. The application of organomineral fertilizers obtained at the outlet of the biogas plant resulted in an increase in yields compared with control, on the average over the years of research by 1.41–2.43 t/ha. The best yielding capacity indexes were achieved on the variant with surface soil tillage (discing at the depth of 8–10 cm), according to the organomineral fertilizer system, the yielding capacity of spring wheat was 5.28 t/ha, or by 85.2% more relative to the control. To improve fertility of soddy-podzolic soils of Precarpathian and increase the yielding capacity of spring wheat in the short-term rotation, resource-saving fertilizer systems with application of organic fertilizers (pig manure obtained at the outlet of biogas plants) and minimum doses of mineral fertilizers for optimal soil tillage systems should be used.

Keywords: fertility; agrophysical properties of soil; organic fertilizers; yielding capacity.

Продуктивність пшениці ярої залежно від обробітку ґрунту та системи удобрення в умовах Передкарпаття

С. І. Гриник

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація. Представлено результати дослідження впливу основного обробітку та системи удобрення на родючість дерново-підзолистих ґрунтів та врожайність пшениці ярої в короткоротаційній сівоzmіні в умовах Передкарпаття. Дослідження виконано у 2016–2018 рр. на полях ФГ “Фортуна” у с. Негівці Калуського району Івано-Франківської області. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий. Встановлено, що застосування органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за органічної і органо-мінеральної систем удобрення та способів основного обробітку ґрунту позитивно впливало на оструктурування дерново-підзолистого ґрунту в технології вирощування пшениці ярої. Найбільше агрономічно цінних агрегатів (0,25–10,00 мм) було у варіанті поверхневого обробітку ґрунту за органо-мінеральної системи удобрення на час сівби – 62,4%, або на 3,7% більше та перед збиранням врожаю культури – 61,6%, або на 3,8% більше відносно контролю.

У цьому ж варіанті коефіцієнт структурності ґрунту був найвищий – 1,66 на час сівби і 1,60 – перед збиранням урожаю, або, відповідно, на 0,24 і 0,22 перевищував показник у контролі. За органо-мінеральної системи удобрення у варіанті поверхневого обробітку ґрунту (дискування на глибину 8–10 см) щільність ґрунту на час сівби пшениці ярої у шарі 0–10 см становила 1,16 г/см³, у шарі 10–20 см – 1,18 г/см³, що на 0,05–0,06 г/см³ менше, ніж у контролі. Загальна шпаруватість шару ґрунту 0–10 см за органо-мінеральної системи удобрення у варіанті поверхневого (8–10 см) обробітку ґрунту на час сівби пшениці ярої становила 53,4%, за органо-мінеральної – 54,2%, що, відповідно, на 4,4% і 5,2% більше контролю; у шарі ґрунту 10–20 см вона становила відповідно 52,8% і 53,1% та 4,1 і 4,4%. Перед збиранням врожаю культури за органо-мінеральної системи удобрення загальна шпаруватість у шарі ґрунту 0–10 см становила 53,7%, 10–20 см – 52,6%, що, відповідно, на 5,9% і 4,6% перевищило контрольні показники; за органо-мінеральної системи удобрення вони становили, відповідно – 52,3% і 51,8% та 4,5% і 3,8%. Внесення мінеральних і органічних добрив, отриманих на виході біогазової установки, забезпечило підвищення врожайності порівняно з контролем у середньому за роки досліджень на 1,41–2,43 т/га. Найкращі показники врожайності досягнуті на варіанті з поверхневим обробітком ґрунту (дискування на глибину 8–10 см), за органо-мінеральної системи удобрення, урожайність пшениці ярої становила 5,28 т/га, або на 85,2% більше відносно контролю. Для поліпшення родючості, дерново-підзолистих ґрунтів Передкарпаття та підвищення врожайності пшениці ярої в короткотривалій сівозміні слід використовувати ресурсозберігаючі системи удобрення із застосуванням органічних добрив (гній свинячий, отриманий на виході біогазових установок) та мінімальних доз мінеральних добрив за оптимальних систем обробітку.

Ключові слова: родючість; агрофізичні властивості ґрунту; органічні добрива; урожайність.

Вступ

Провідною зерновою культурою в Україні безумовно є пшениця озима, яка становить основу формування державного хлібного балансу. Пшеницю яру вирощують як цінну продовольчу культуру, зерно якої містить більше білка, ніж пшениця озима. Пшениця яра – цінна страхова культура для підсіву і пересіву слабких посівів пшениці озимої. Вирощування пшениці ярої визнано економічно вигідним, оскільки виключає необхідність імпорту зерна, тому для стабілізації виробництва продовольчого зерна і забезпечення сировиною збільшення її експорту пшениця яра повинна займати належне місце серед зернових культур (Melnyk et al., 2006; Usov, & Manko, 2015).

Враховуючи важливе значення пшениці ярої, вчені НААН рекомендують посівні площі цієї культури збільшити до 1 млн га. Однак за останні роки її площі посіву значно зменшилися (Holik, 2003). Однією з причин скорочення посівних площ є низька врожайність (3,0–3,5 т/га), наприклад, у посушливому 2018 році. Того ж часу нові сорти пшениці ярої зарубіжної і вітчизняної селекції, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, мають високий потенціал урожайності і можуть в умовах виробництва забезпечити врожайність 5–8 т/га (Demydov et al., 2017).

Потужним засобом підвищення врожайності зернових культур є органічні і мінеральні добрива, внесені за ресурсозберігаючих систем обробітку ґрунту. Проте, враховуючи різке зменшення виробництва і внесення традиційних органічних добрив, високу вартість мінеральних добрив, доречно постає питання пошуку альтернативних джерел поповнення органічних речовин, зокрема сидератів, нетоварної частини врожаю (соломи), органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, і удосконалення способів обробітку ґрунту.

У своїх працях дослідники відзначають, що системи обробітку ґрунту були і залишаються серед головних ланок у землеробстві (Shuvar et al., 2011; Tanchuk et al., 2015; Maliienko et al., 2017).

3-поміж найважливіших ресурсів поліпшення родючості ґрунтів та підвищення врожайності сільськогосподарських культур учені вважають органічні добрива, завдяки яким задовольняється від 30 до 50% потреб рослин у живленні. Однак за останні 20–25 років, унаслідок катастрофічного скорочення поголів'я тваринництва в Україні, внесення органіки зменшилося від 9,6 т/га в 1990 році до 0,5–1,0 т/га в 2015–2017 рр. (Shuvar et al., 2015).

Сьогодні особлива увага приділяється застосуванню мінімальних способів обробітку ґрунту та альтернативних джерел удобрення (Maliienko et al., 2017). У Данії, Прибалтиці, Біло-

русі, Росії впроваджуються біогазові технології (Klochkov & Katser, 2011; Lapa et al., 2014). В основі процесу виробництва біогазу з органічних відходів лежить анаеробне (метанове) бродіння, тобто перетворення органічних відходів у біогаз з допомогою мікроорганізмів. Унаслідок біохімічних перетворень зі збродженого субстрата утворюється біогаз і переброджена гноєва маса. Склад органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, залежить від агрохімічного складу вихідного гною та іншої сировини, яка завантажується в метантенк (Samosiuk et al., 2011).

Зазначимо, що загальноприйнятої єдиної назви у збродженого осаду немає. У вітчизняній і зарубіжній літературі використовують і різні терміни: еффлюент (Balasubramanian & Kasturi, 1996), біодобриво, дігестат (Macadi et al., 2012), біогазовий осад (Arthurson, 2009; Abubaker, 2012), біошлам (Tiwari et al., 2000). Органічні добрива, отримані на виході біогазових установок (Lapa et al., 2014), являють собою органічну масу вологістю 68–87% і pH 7,3–9,0 (Arthurson, 2009; Macadi et al., 2012; Shuvar et al., 2015), поліпшеного складу і практично позбавлену неприємного запаху. Цінність такої маси полягає в тому, що азот у ній зберігається в амонійній і органічній формах. Фосфор знаходиться в основному у формі фосфатів і нуклеопро-теїдів, а калій – у вигляді засвоюваних солей, що забезпечує їх кращу засвоюваність рослинами. У процесі ферментації вміст фосфору і калію практично не змінюється, а кількість засвоюваного фосфору подвоюється. Крім того, зброджений осад містить мікроелементи, низькі концентрації важких металів, а також амінокислоти, ферменти гідролізу, нуклеїнові, гумінові й органічні кислоти (фульвокислоти), моносахариди, фітогормони (гіберлін, ауксин, цитокеніни), вітаміни групи B, деякі антибіотики та інші біологічно активні речовини. Таким чином, біогазовий осад є джерелом легкозасвоюваних для рослин поживних речовин.

За оцінками білоруських дослідників, органічні добрива, отримані на виході біогазових установок, здатні підвищити врожайність сільськогосподарських культур порівняно з традиційним гноєм на 10–30%, а в деяких випадках навіть до 100% (Klochkov & Katser, 2011). Так, у дослідях зі збродженим осадом, проведених Інститутом енергетики АПК НАН Білорусі, встановлено підвищення врожайності картоплі на 30%, злакових газонних трав – у 3 рази, розсади капусти і томатів – на 12–15%, біомаси в цілому – на 30–50%. Про аналогічне підвищення врожайності кукурудзи, бульб картоплі на 18%, злакових газонних трав в 1,3 рази, а розсади капусти і томатів на 12–15% повідомляють інші вчені (Tarasov, 2010).

Зарубіжні вчені (Kosar, 2008) також відзначають зростання врожайності і якості вирощуваних культур порівняно з тради-

ційними органічними і мінеральними добривами: сої (Macadi et al., 2012), цибулі-порей, кукурудзи (Rivard et al., 1995), зернових, зокрема пшениці, ячменю ярого, вівса (Svensson et al., 2004; Garg et al., 2005). Підвищення врожайності вони пов'язують не тільки з доступністю поживних елементів, але й зі зменшенням щільності ґрунту, зі збільшенням її вологоутримувальної здатності під впливом збродженого осаду.

Досліди італійських дослідників також свідчать про зростання врожайності овочевих культур на 6–20% (Marchain, 1992). Деякі автори (Svensson et al., 2004) рекомендують використовувати ефлюент для удобрення культур з коротким періодом розвитку, коли з ґрунту інтенсивно поглинається азот, що дозволяє звести до мінімуму його втрати.

Учені Vyzla (1990), Montemurro (2008) у цілому погоджуються з рівноцінним впливом на врожайність культур біогазового осаду і еквівалентних за азотом доз мінеральних добрив. Крім поживних речовин, на величину врожаю посередньо впливають властивості ґрунту, передусім його мікробіологічна активність. Оскільки мікробна біомаса є живим елементом, то вона й найбільш чутливо реагує на зміни в ґрунті.

В умовах дерново-підзолистих, дерново-карбонатних, супіщаних і суглинних ґрунтів Центру Росії, Латвії та Естонії встановлено, що дія органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, на фізичні, агрохімічні, біологічні та токсикологічні властивості ґрунту, не відрізняється від впливу нативного гною (Tarasov, 2010). Дослідники не відзначають і негативного впливу на інтенсивність дихання, целюлозоруйнівну і протеазну активність ґрунту. Застосування збродженого осаду стимулює ріст ґрунтових мікроорганізмів та їх метаболічну діяльність (Svensson et al., 2004).

Дослідження щодо впливу анаеробної обробки на наявність життєздатного насіння бур'янів в біогазовому осаді, проведені Інститутом захисту рослин (Білорусь), показали (Tereshchuk, 1997), що зі збродженням у біогазовій установці гноєм на поля надходить до 31% життєздатного насіння бур'янів (для порівняння, за звичайного зберігання гною протягом 6 діб – 57% і 30 діб – 44%).

Дослідженнями НВЦ НАН Білорусі з механізації сільського господарства доведено, що за мезофільного режиму бродіння протягом 50–80 діб цілком гинуть насіння бур'янів. Деякі російські автори також констатують повне знищення насіння в метантенках біогазових установок.

Анаеробне збродження в мезофільних умовах, наголошують учені Данії, ефективно знижує схожість насіння бур'янів і забезпечує їх повну загибель на 11 добу бродіння (Al Seadi & Lukehurst, 2012). У термофільних умовах загибель настає швидше, ніж у мезофільних. Як і російські вчені, датчани не спостерігали негативного впливу цих добрив на ґрунтові процеси.

В Україні біогазові технології протягом останніх 10–15 років впроваджено в Київській, Дніпропетровській, Запорізькій та інших областях. У Калуському районі Івано-Франківської області перший біогазовий завод побудовано на свинокомплексі датської компанії ТзОВ “Даноша” (з 2018 року компанія “Гудвеллі Україна”). На об'єкті щодня переробляють 400 т відходів; заплановано будівництво ще двох біогазових заводів (Shuvar et al., 2015).

Оскільки в Україні біогазові технології впроваджено порівняно недавно, то експериментальних даних щодо впливу органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, на агрохімічні, агрофізичні, біологічні та токсикологічні властивості ґрунтів і на врожайність польових культур за різних способів обробітку в ґрунтово-кліматичних умовах країни, досить мало. Тому враховуючи агрохімічну цінність органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, для аграрного виробництва, а також зростаючий інтерес до таких добрив, виконання дослідження з вивчення їх впливу на родючість ґрунту та врожайність пшениці ярої за різних способів обробітку ґрунту є актуальним.

Мета дослідження – вивчення впливу основного обробітку та системи удобрення на родючість дерново-підзолистого ґрунту та продуктивність пшениці ярої сорту Кларіса в умовах Передкарпаття.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконували протягом 2016–2018 рр. на полях ФГ “Фортуна” у с. Негівці Калуського району Івано-Франківської області. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий, орний шар (0–30 см) характеризується такими агрохімічними показниками: уміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,86–3,02%, кислотність рН_{сол} – 5,2–5,4 (ДСТУ ISO 10390-2007), уміст лужногидролізованого азоту (метод Корнфільда) – 92–98 мг/кг, обмінного калію (метод Кірсанова) – 70–83 мг/кг, рухомого фосфору (метод Кірсанова) – 86–93 мг/кг.

Досліди закладено за певною схемою.

Фактор А – система обробітку ґрунту:

- полицева (оранка на глибину 20–22 см);
- полицева (оранка на глибину 14–16 см);
- поверхневий обробіток (дискування на глибину 8–10 см).

Фактор В – система удобрення:

- без добрив (контроль);
- мінеральна (N₈₀P₆₀K₈₀);
- органічна (гній свиней після біогазової установки – 40 т/га);
- органо-мінеральна (гній свиней після біогазової установки – 20 т/га + N₄₀P₃₀K₄₀).

Органічні добрива отримували на виході біогазової установки, мінеральні добрива вносили щорічно відповідно до схеми дослідів. Площа посівної ділянки – 70, облікової – 60 м². Повторення варіантів – триразове. Розміщення систематичне. Сорт пшениці ярої – Кларіса, попередник – соя. Погодні умови за роки досліджень відрізнялися між собою, що дало можливість оцінити вплив досліджуваних факторів на продуктивність пшениці ярої. Польові і лабораторні дослідження та економічний аналіз виконано відповідно до існуючих методик (Dospekhov, 1985).

Результати

Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування високих урожаїв різних сільськогосподарських культур та виробництва продуктів харчування на альтернативній біологічній основі. Головне при цьому – дотримання високої культури землеробства та науково обґрунтованих сівозмін, що сприяє збільшенню продуктивності ріллі, отриманню продукції високої якості та зменшенню негативного впливу на довкілля.

Застосування в наших дослідках органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за органічної і органо-мінеральної систем удобрення та способів основного обробітку ґрунту позитивно впливало на оструктурування дерново-підзолистого ґрунту в технології вирощування пшениці ярої.

Найбільше агрономічно цінних агрегатів (0,25–10 мм) було у варіанті поверхневого обробітку ґрунту за органо-мінеральної системи удобрення на час сівби – 62,4%, та перед збиранням врожаю культури – 61,6%. У цьому ж варіанті коефіцієнт структурності ґрунту був найвищий – 1,66 на час сівби і 1,60 перед збиранням врожаю, або, відповідно, на 0,24 і 0,22 перевищував показник у контролі.

За органо-мінеральної системи удобрення у варіанті поверхневого обробітку ґрунту (дискування на глибину 8–10 см) щільність ґрунту на час сівби пшениці ярої у шарі 0–10 см становила 1,16 г/см³, у шарі 10–20 см – 1,18 г/см³, що на 0,05–0,06 г/см³ менше, ніж у контролі. Перед збиранням врожаю пшениці ярої щільність у шарах ґрунту 0–10 см становила 1,21 г/см³, 10–20 см – 1,23 г/см³, що, відповідно, менше контрольних даних на 0,03 і 0,02 г/см³.

Встановлено, що застосування гною свиней після біогазової установки має вагомий вплив на загальну шпаруватість орного шару дерново-підзолистого ґрунту. Так, за органічної і орґано-мінеральної систем удобрення змінювалася загальна шпаруватість орного шару в агроценозі пшениці ярої за полицевого (14–16 см) і поверхневого (8–10 см) способів основного обробітку ґрунту (табл. 1).

Загальна шпаруватість шару ґрунту 0–10 см за органічної системи удобрення у варіанті поверхневого (8–10 см) обробітку ґрунту на час сівби пшениці ярої становила на 4,4%, а за орґано-мінеральної – на 5,2% більше, ніж у контролі; у шарі ґрунту 10–20 см вони дорівнювали відповідно 4,1 та 4,4%. Перед збиранням урожаю культури за орґано-мінеральної системи удобрення загальна шпаруватість у шарі ґрунту 0–10 см перевищувала контрольні показники на 5,9%, а у шарі 10–20 см – на 4,6%; за органічної системи удобрення – відповідно, 4,5% і 3,8%. У цих варіантах спостерігалось покращення поживного режиму ґрунту, зокрема збільшення вмісту гумусу на 0,11–0,12%, підвищення кислотності на 0,5–0,8 pH сол.

Визначимо, що основний обробіток ґрунту і застосування досліджуваних органічних добрив, належать до важливих факторів контролю рівня забур'яненості посівів пшениці ярої.

Органічні добрива, отримані на виході біогазових установок (після анаеробного бродіння зі значним зменшенням кількості патогенів і бур'янів), на варіантах органічної та орґано-мінеральної систем удобрення за всіх способів обробітку ґрунту в середньому за 3 роки досліджень не підвищили забур'яненості агроценозів порівняно з мінеральною системою удобрення. На всіх варіантах у фазі куціння пшениці ярої проводили обприскування посівів гербіцидами Пріма 0,4 л/га + Аксіал 0,9 л/га.

Перед збиранням врожаю на варіантах із застосуванням досліджуваних органічних добрив кількість бур'янів була значно меншою порівняно з контрольною. І це зрозуміло, оскільки під покривом добре розвиненої маси рослин пшениці ярої для бур'янів значно погіршуються умови розвитку, помітно менше утворюється генеративних органів, ніж на ділянках без добрив. На удобрених ділянках рослини пшениці ярої формували більшу густоту стояння, на 43–61% більшу листову поверхню, ніж пшениця на неудобрененому фоні, в результаті чого створювалися несприятливі умови для зростання бур'янів, посилювалося пригнічення їх культурними рослинами. Тобто підвищений

рівень забур'яненості на неудобренних варіантах був результатом слабого розвитку рослин пшениці ярої.

Отже, застосування мінеральних і органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, поліпшувало агрофізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту, що сприяло покращенню основних показників фотосинтетичної діяльності рослини пшениці ярої (асиміляційна площа, формування фотосинтетичного потенціалу та ін.). І це звичайно відбилося позитивно на підвищенні зернової продуктивності культури.

Застосування органічних (гній свиней, з-під біогазової установки) та мінеральних добрив забезпечило збільшення врожайності пшениці ярої сорту Кларіса за всіх способів основного обробітку ґрунту (табл. 2).

У дослідженнях внесення мінеральних і органічних добрив забезпечило підвищення врожайності порівняно з контролем у середньому за три роки на 1,41–2,43 т/га. Так, на варіантах полицевої оранки (14–16 см) за органічної системи удобрення в середньому отримано на 1,78 т/га (64,1%), за орґано-мінеральної – на 2,29 т/га (82,4%) більше контрольних показників врожайності. Найвищі дані врожайності пшениці ярої були на варіанті, де проводили поверхневий обробіток ґрунту (дискування на глибину 8–10 см).

Обговорення

Результати наших досліджень підтвердили раніше отримані дані щодо важливості поверхневого обробітку ґрунту в технології вирощування сільськогосподарських культур для поліпшення родючості ґрунтів, зокрема їх агрофізичних властивостей: структури ґрунту, щільності, шпаруватості (Shuvar et al., 2011; Tanchyk et al., 2015; Maliienko et al., 2017).

Під час вивчення впливу обробітку та систем удобрення на родючість ґрунту та продуктивність пшениці ярої визначено, що органічні добрива, отримані на виході біогазових установок, порівняно з внесенням гною, зменшують забур'яненість ґрунту, що обумовлено відсутністю в них насіння схожих бур'янів, як і наголошують зарубіжні вчені (Al Seadi & Lukehurst, 2012).

Дослідники відзначають, що мінімізація обробітку ґрунтів на фоні органічних добрив є основною умовою переходу на бездефіцитний баланс гумусу та забезпечення розширено-

Таблиця 1. Вплив способу основного обробітку ґрунту і системи удобрення в технології вирощування пшениці ярої сорту Кларіса на загальну шпаруватість орного шару (середнє за 2016–2018 рр.), %

Обробіток грунту (А)	Система удобрення (В)	Період спостереження			
		на час сівби		перед збиранням врожаю	
		шар ґрунту, см			
		0–10	10–20	0–10	10–20
Полицева оранка на глибину 20–22 см	Без добрив (контроль)	48,4	47,8	46,7	46,1
	Мінеральна	51,2	49,7	50,4	50,2
	Органічна	52,8	51,2	51,7	50,8
	Органо-мінеральна	53,1	52,6	52,0	51,6
Полицева оранк на глибину 14–16 см	Без добрив (контроль)	48,7	48,1	47,4	47,2
	Мінеральна	51,8	50,1	50,7	50,3
	Органічна	53,2	52,4	52,8	52,0
	Органо-мінеральна	53,8	52,6	53,2	52,9
Поверхневий обробіток (дискування на глибину 8–10 см)	Без добрив (контроль)	49,0	48,7	47,8	48,0
	Мінеральна	52,6	50,3	51,2	50,7
	Органічна	53,4	52,8	52,3	51,8
	Органо-мінеральна	54,2	53,1	53,7	52,6

Таблиця 2. Вплив обробітку та системи удобрення ґрунту на урожайність пшениці ярої сорту Кларіса (2016–2018 рр.), т/га

Обробіток ґрунту (А)	Система удобрення (В)	Рік			Середній показник, т/га	± до контролю	
		2016	2017	2018		т/га	%
Полицева оранка на глибину 20–22 см	Без добрив (контроль)	3,01	2,93	2,16	2,70	-	-
	Мінеральна	5,13	4,98	3,73	4,61	1,91	70,7
	Органічна	4,86	4,67	3,61	4,38	1,68	62,2
	Органо-мінеральна	5,41	5,12	3,97	4,83	2,13	79,0
Полицева оранка на глибину 14–16 см	Без добрив (контроль)	3,06	3,04	2,23	2,78	-	-
	Мінеральна	5,34	5,28	3,81	4,81	2,03	73,0
	Органічна	5,06	4,90	3,72	4,56	1,78	64,1
	Органо-мінеральна	5,59	5,47	4,15	5,07	2,29	82,4
Поверхневий обробіток (дискування на глибин 8–10 см)	Без добрив (контроль)	3,18	3,05	2,32	2,85	-	-
	Мінеральна	5,46	5,37	3,94	4,92	2,07	72,7
	Органічна	5,32	5,13	3,85	4,76	1,91	67,2
	Органо-мінеральна	5,90	5,58	4,36	5,28	2,43	85,2
НІР ₀₅		0,27	0,25	0,20	0,24		

го відтворення їх родючості (Tanchyk et al., 2015; Shuvar et al., 2015). Результати підтвердили цей висновок. Найбільш відчутне покращення агрофізичних властивостей дерново-підзолистого ґрунту Передкарпаття спостерігалось у варіантах оранки на глибину 14–16 см та поверхневого обробітку ґрунту (дискування на глибину 8–10 см) за органічної та органо-мінеральної системи удобрення.

Дані вчених Білорусі, Росії, Прибалтики та інших країн також свідчать про те, що органічні добрива, отримані з-під біогазових установок, підвищують урожайність сільськогосподарських культур відносно традиційних органічних добрив (Lapa et al., 2014).

Застосовування досліджуваних нами органічних добрив за органічної і органо-мінеральної систем удобрення забезпечувало підвищення врожайності пшениці ярої на 67,2–85,2% порівняно з контролем за поверхневого способу обробітку ґрунту.

Висновки

Для поліпшення родючості дерново-підзолистих ґрунтів та підвищення врожайності пшениці ярої потрібно застосовувати органо-мінеральну систему удобрення, яка передбачає внесення під пшеницю яру органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, у дозі 20 т/га із застосуванням невеликих доз мінеральних добрив. Доцільно використовувати з цієї метою й органічну систему удобрення, яка передбачає внесення під пшеницю яру органічних добрив у дозі 40 т/га. Обидві системи удобрення ефективні за полицевої системи обробітку ґрунту (оранка на 14–16 см) та поверхневого способу обробітку (дискування на 8–10 см).

Вивчення дії і післядії внесених органічних добрив, отриманих на виході біогазової установки, на родючість ґрунту і продуктивність сільськогосподарських культур буде напрямом подальших досліджень.

References

- Abubaker, J. (2012). Biogas residues as fertilisers – effects on wheat growth and soil microbial activities. *Applied Energy*, 99, 126–134. doi: [10.1016/j.apenergy.2012.04.050](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.04.050)
- Al Seadi, T., & Lukehurst C. T. (2012). Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer. *IEA Bioenergy*.
- Arthurson, V. (2009). Closing the global energy and nutrient cycles through application of biogas residue to agricultural land – potential benefits and drawbacks. *Energies*, 2(2), 226–242. doi: [10.3390/en20200226](https://doi.org/10.3390/en20200226)
- Balasubramanian, P. R., & Kasturi Bai, R. (1996). Biogas plant-effluent as an organic fertilizer in monosex, monoculture of fish (*Oreochromis mossambicus*). *Bioresource technology*, 55(2), 119–124. doi: [10.1016/0960-8524\(95\)00185-9](https://doi.org/10.1016/0960-8524(95)00185-9)
- Demydov, O., Kavunets, V., Siroshant, A., Hudzenko, V., & Khomenko, S. (2017). Pshenycja m'jaka jara potrebuje uvery [Wheat spring need respect]. *Offer*, 1, 76–80.
- Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Field experience]. Ahropromydat, Moscow (in Russian).
- Garg, R. N., Pathak, H., Das, D. K., & Tomar, R. K. (2005). Use of flyash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of soil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 107, 1–9. doi: [10.1007/s10661-005-2021-x](https://doi.org/10.1007/s10661-005-2021-x)
- Holik, V. S. (2003). Rezultaty doslidzhen' z vyroshhuvannja zerna jaroj' pshenyci i perspektyvy rozshyrennja posiviv cijei' kul'tury v Ukraїni: Dopovid' na bjuro Prezdydii' UAAN [Results of research on the cultivation of spring wheat grain and prospects for the expansion of this crop in Ukraine: Report to the Bureau of the Presidium of UAAS]. Kyiv (in Ukrainian).
- Klochkov, A. V., & Katser, D. V. (2011). Ewropejskij opyt proiswodctwa i icpol'sowanija biogasa [European experience in the production and use of biogas]. *Our agriculture*, 1, 71–76 (in Russian).
- Kocar, G. (2008). Anaerobic digesters: from waste to energy crops as an alternative energy source. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 30(7), 660–669. doi: [10.1080/00908310600628404](https://doi.org/10.1080/00908310600628404)
- Lapa, V. V., Seraia, T. M., Bohatyreva, E. N., & Biryukova, O.M. (2014). Rekomendazii po primeneniju organitschekich udobrenij, polutschaemych na vychode dejctwujushich biogasowych uctanowok [Recommendations on the use of organic fertilizers obtained at the output of existing biogas plants]. Institute for Soil Science and Agrochemistry, Mynsk (in Russian).
- Macadi, M., Tomócsik, A. & Orosz, V. (2012). Digestate: A New Nutrient Source – Review. In S. Kumar (Ed.), *Biogas* (pp. 295–310). InTech, Croatia. doi: [10.5772/31355](https://doi.org/10.5772/31355)
- Marchain, U. (1992). Biogas process for sustainable development. *FAO Agricultural Service Bulletin* 9–5. Food and Agricultural Organization, Rome.
- Maliienko, A. M., Havryliuk, N. M., & Brykhal, F. P. (2017). Metodichni rekomendacii i programa doslidzhennja z obrobittku

- gruntu [Methodical recommendations and a study program on soil cultivation]. Agrarna nauka, Kyiv (in Ukrainian).
- Montemurro, F. (2008). Anaerobic digestates application on fodder crops: effects on plant and soil. *Agrochimica*, 52, 297–312.
- Melnyk, S. I., Sytnyk, V. P., Lazar, T. I., Voitov, I. M., & Kozatskyi, D. V. (2006). Rekomendacii' po vyroshhuvannju jaroj' psheny-ci v Lisostepu Ukrai'ny [Recommendations on the cultivation of spring wheat in the forest-steppe of Ukraine]. Kharkiv (in Ukrainian).
- Rivard, C. J., Rodriguez, J. B., Nagle, N. J., Self, J. R., Kay, B. D., Soltanpour, P. N., & Nieves, R. A. (1995). Anaerobic digestion of municipal solid waste. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 51–52(1), 125–135. doi: [10.1007/bf02933417](https://doi.org/10.1007/bf02933417)
- Samosiuk, V. H., Kapustin, N. F., & Basarevskyi, A. N. (2011). Biogazovye tehnologii v Belarusi: sostojanie i perspektivy [Biogas technologies in Belarus: state and prospects]. *Mechanization and electrification of agriculture*, 45, 234–240 (in Russian).
- Shuvar, I. A., Bunchak, O. M., Sendetskyi, V. M., Tymofiichuk, O. B., Bakhmat, O. M., & Kolisnyk, N. M. (2015). Vyrobnycstvo ta vykorystannja organichnyh dobryv: monografija [Production and use of organic fertilizers: monograph]. Symfoniia forte, Ivano-Frankivsk (in Ukrainian).
- Shuvar, I. A., Hudz, V. P., & Pecheniuk, V. I. (2011). Obrobitok gruntu v adaptivno-landshaftnyh systemah zemlerobstva [Soil cultivation in adaptive landscape systems of agriculture]: NVF "Ukrainski tekhnolohii", Lviv (in Ukrainian).
- Svensson, K., Odlare, M., & Pell, M. (2004). The fertilizing effect of compost and biogas residues from source separated household waste. *The Journal of Agricultural Science*, 142(4), 461–467. doi: [10.1017/S0021859604004514](https://doi.org/10.1017/S0021859604004514)
- Tanchyk, S. P., Tsiuk, O. A., & Tsentylo, L. V. (2015). Naukovi osnovy system zemlerobstva: monografija [Scientific fundamentals of agricultural systems: monograph]. TOV "Nilan-LTD", Vinnytsia (in Ukrainian).
- Tarasov, S. Y. (2010). Jeftektivnost' primeneniya metangenerirovanogo navoza [Efficiency of using methane-generated manure]. *Management of the production process in agricultural technologies of the 21st century: reality and prospects*, 61–64 (in Russian).
- Tereshchuk, V. S. (1997). Sohranenie zhiznesposobnosti semjan sornyh rastenij v navoze pri anajerobnoj ego fermentacii [Preservation of viability of weed seeds in manure during its anaerobic fermentation]. *Plant protection*, 20, 109–117 (in Russian).
- Tiwari, V. N., Tiwari, K. N., & Upadhyay, R. M. (2000). Effect of crop residues and biogas slurry incorporation in wheat on yield and soil fertility. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 48(3), 515–520.
- Usov, O. S., & Manko, K. M. (2015). Osoblyvosti formuvannja vrozhajnosti pshenyци tverdoi' jaroj' zalezno vid poperednyka ta osnovnogo obrobitku gruntu [Peculiarities of the formation of yield of durum wheat depending on predecessor and basic cultivation of soil]. *Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet: a collection of sciences works*, 23, 70–75 (in Ukrainian).
- Vyzla, R. R. (1990). Jeftektivnost' dejstvija sbrozhenogo navoza. [The effectiveness of fermented manure]. *Fertilizer field crops in the system of intensive farming*, 43–59 (in Russian).