



Original researches

**Efficiency of the Basic Soil Tillage
and Fertilizer System at Growing Spring Wheat
in the Conditions of Precarpathian Region**

Received: 15 April 2019
Revised: 19 April 2019
Accepted: 22 April 2019

Vasyl Stefanyk Precarpathian National
University, 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).
Efficiency of the basic soil tillage and fertilizer
system at growing spring wheat in the
conditions of Precarpathian region. *Agrology*,
2(2), 117–121. doi: 10.32819/019017

S. I. Grynyk

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Abstract. Within 2016–2018 Kalusky district of the Ivano-Frankovsk area (Ukraine) cultivation of wheat summer kinds of Klarisa on sod-podzolic bedrocks in короткоротаційном a crop rotation is investigated. It is positioned that application of the organic fertilizers received on a yield of the biogas equipments, at organic and organo-mineral fertilizer systems at all means of the basic treatment of sod-podzolic bedrock improved its agrophysical, agrochemical and biological properties that considerably influenced yield increase and quality indicators of grain of wheat summer. So, at an organic fertilizer system on a variant of a surface treatment of bedrock (depth of 8–10 sm) productivity of wheat summer has compounded a discing 5,28 т/hectare, or on 2,43 т/hectare more than on control, indexes of the contents of protein, клетчатки, glassiness was above accordingly on 1,9%, 1,6% and 22% of indexes of a control variant. By the economic assaying it is defined that entering of the organic fertilizer received on offered technics, in an organic fertilizer system in a dose 40 т/hectare and in organo-mineral – 20 т/hectare + N₄₀P₃₀K₄₀ at all means of the basic soil cultivation has provided augmentation of conditional net profit, has raised level of profitability and has reduced the cost price of grain of wheat summer. The highest conditional net profit 13878 UAH/hectare, or on 8106 UAH/the hectare is more than control, the cost price 2872 UAH/т, or on 602 UAH/т below control, were on a variant of an organo-mineral fertilizer system (the dung of pigs received on a yield of the biogas equipment in a dose 20 т/hectare + N₄₀P₃₀K₄₀) on a surface treatment of bedrock (a discing depth of 8–10 sm). On this variant profitability compounded on 33,3% more than the control. On the basis of field and laboratory explorations it is positioned that application of new kinds of organic fertilizers at organic both organo-mineral fertilizer systems and various means of treatment of sod-podzolic bedrocks positively influenced on their agrochemical, agrophysical and biological properties that promoted enriching of growth and development of plants during all season of their vegetation, provided yield increase on 1,91–2,43 т/hectare in comparison with control and enriching of quality indicators of wheat summer kinds of Klarisa.

Keywords: fertility; efficacy; productivity; quality; the cost price; profitability.

**Ефективність основного обробітку та системи удобрення ґрунту
при вирощуванні пшениці ярої в умовах Передкарпаття**

С. І. Гриник

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

Анотація. Протягом 2016–2018 рр. у Калуському районі Івано-Франківської області (Україна) досліджено вирощування пшениці ярої сорту Кларіса на дерново-підзолистих ґрунтах у короткоротаційній сівозміні. Встановлено, що застосування органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за органічної і органо-мінеральної систем удобрення при всіх способах основного обробітку дерново-підзолистого ґрунту поліпшувало його агрофізичні, агрохімічні і біологічні властивості, що значно впливало на підвищення врожайності та якісні показники зерна пшениці ярої. Так, за органічної системи удобрення на варіанті поверхневого обробітку ґрунту (дискування глибиною 8–10 см) урожайність пшениці ярої становила 5,28 т/га, або на 2,43 т/га більше, ніж на контролі, показники вмісту білка, клітковини, скловидності були вищими, відповідно, на 1,9%, 1,6% та 22% показників контрольного варіанта. Економічним аналізом визначено, що внесення органічного добрива, отриманого за пропонуваною технологією, в органічній системі удобрення в дозі 40 т/га та в органо-мінеральній – 20 т/га + N₄₀P₃₀K₄₀ за всіх способів основного обробітку ґрунту забезпечило збільшення умовно чистого прибутку, підвищило рівень рентабельності та знизило собівартість зерна пшениці ярої. Найвищий умовно чистий дохід 13878 грн/га, або на 8106 грн/га більше контролю, собівартість 2872 грн/т, або на 602 грн/т нижча контрольної, були на варіанті органо-мінеральної системи удобрення (гній свиней, отриманий на виході біогазової установки в дозі 20 т/га + N₄₀P₃₀K₄₀) за поверхневого обробітку ґрунту (дискування глибиною 8–10 см). На цьому варіанті рентабельність становила на 33,3% більше контрольного. На основі польових і лабораторних досліджень вста-

новлено, що застосування нових видів органічних добрив за органічної і органо-мінеральної систем удобрення та різних способів обробітку дерново-підзолистих ґрунтів позитивно впливало на їх агрохімічні, агрофізичні та біологічні властивості, що сприяло покращенню росту і розвитку рослин протягом усього періоду їх вегетації, забезпечувало підвищення врожайності на 1,91–2,43 т/га порівняно з контролем та поліпшення якісних показників пшениці ярої сорту Кларіса.

Ключові слова: родючість; ефективність; урожайність; якість; собівартість; рентабельність.

Вступ

Перехід аграрного сектору виробництва України на сучасні відносини господарювання потребує невідкладного впровадження у виробництво комплексу заходів, спрямованих на вдосконалення основного обробітку ґрунту та систем його удобрення. Серед різних форм власності центральне місце займає пошук невикористаних резервів збільшення виробництва продукції за одночасного зниження її вартості (Tarariko, 1989; Andriichenko, 2006; Kalenska & Shutyi, 2015; Tanchuk et al., 2015).

В умовах сучасного аграрного виробництва, коли різко зменшилося поголів'я худоби, відповідно скоротилося виробництво і внесення органічних добрив, виникає необхідність поповнення органічної частини ґрунту за рахунок застосування альтернативних органічних біодобрив, як передумови створення сприятливих для рослин агрохімічних, водно-фізичних і біологічних властивостей ґрунту (Zhaylybay et al., 2005; Hospodarenko & Trus, 2011; Shuvar et al., 2015; Rozhkov et al., 2015; Grynyk, 2018).

У технології вирощування сільськогосподарських культур до 40% матеріальних та 25% трудових витрат займає обробітку ґрунту. Ряд учених та товаровників закликають до мінімізації обробітку ґрунту, навіть до повного виключення його з технологій вирощування культур у сівозміні (Zubenko, 1982; Shikula et al., 1987; Svensson et al., 2004; Kiryushin, 2006).

В умовах катастрофічного скорочення виробництва і внесення традиційних органічних добрив, зростання вартості мінеральних добрив та інших енерговитрат постає питання їх зменшення в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. У таких обмежених обставинах раціональне ведення землеробства можливе за рахунок впровадження ефективної системи удобрення, складовою частиною яких є солома і органічні добрива, виготовлені з використанням новітніх технологій (біогазові технології), та вдосконалення систем обробітку ґрунту.

В останні 10–15 років у багатьох країнах світу набуло поширення будівництво біогазових установок, одним із цінних вихідних продуктів яких є біодобриво (Bazilinskaya, 1989; Ogolenko, 1989; Hudkova et al., 2005; Skliar & Skliar, 2011).

Проведеними дослідженнями в Білорусі (Республіканське унітарне підприємство “Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з механізації сільського господарства”) встановлено високу економічну ефективність застосування органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, під час вирощування ярих і озимих культур у Кіровському районі Могильовської області, в племптахозаводі “Білоруський” Мінського району, у ВАТ “Гомельська птахофабрика” та в агрофірмі “Лебедево” Молодеченського району (Klochkov & Katser, 2011; Iovik, 2015).

Окупність 1 т досліджуваних органічних добрив була досить високою і залежала від їх виду і дози внесення. Найбільш висока окупність (1227 кг зеленої маси) отримана у варіанті зі застосуванням підстилкового курячого посліду в дозі 15 т/га, найнижча (194 кг зеленої маси) – у варіанті з внесенням рідкого гною великої рогатої худоби в дозі 150 т/га. Величина цього показника для органічних добрив, отриманих на виході біогазової установки, залежала від дози й становила 482–627 кг/т (Lapa et al., 2011).

Аналіз економічної ефективності внесення різних видів органічних добрив показав, що при віддаленні поля від ферми на 5 км їх внесення високорентабельне; на відстань 10 км чистий дохід, отриманий тільки при внесенні більш концентрованих органічних добрив: підстилкового курячого посліду – 220–245 USD/га і органічних добрив, отриманих на виході біогазової установки – 243–294 USD/га.

У ряді країн (Данія, Німеччина, Індія, Китай) з 90-х років минулого століття проведено випробування, результати яких свідчать про суттєве підвищення врожайності при використанні органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок. Підраховано, що використання біогазових технологій для переробки органіки дасть можливість не тільки цілком усунути її екологічну небезпеку, а й щорічно отримувати додаткові 95 млн тонн умовного палива (близько 60 млрд м³ метану або, спалюючи біогаз, – 190 млрд кВт/год електроенергії), а також понад 140 млн тонн високоефективних добрив, тобто істотно скоротить надзвичайно енергоємне виробництво мінеральних добрив (близько 30% від усієї споживаної електроенергії аграрним виробництвом) (Tarasov, 2010; Lapa et al., 2011).

У західній Європі, Білорусі, Росії, а в останні 10–15 років і в Україні набуло поширення будівництво біогазових установок, одним із цінних вихідних продуктів яких є біодобриво. В Івано-Франківській області перший біогазовий завод побудований в Калуському районі на свинокомплексі датської компанії ТзОВ “Даноша” (з 2018 року компанія “Гудвеллі Україна”). На об'єкті щодня переробляється 400 т відходів свинокомплексу; будуються біогазові установки ще на двох свинокомплексах цієї компанії. Однак зазначимо, що дослідження впливу органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за різних способів обробітку на агрохімічні, агрофізичні, біологічні властивості ґрунтів та на врожайність польових культур не проводилися. Тому, враховуючи агрохімічну цінність цих біодобрив, а також щорічне значне збільшення їх кількості, подальше вивчення їх ефективності застосування в технології вирощування пшениці ярої за різних способів обробітку ґрунту в умовах Передкарпаття є важливим і актуальним питанням. Саме на вирішення цього завдання і були націлені наші дослідження.

Матеріал та методи досліджень

Дослідження виконували протягом 2016–2018 рр. на полях ФГ “Фортуна” (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 pH_{cat} – 5,2–5,4 (ДСТУ ISO 10390-2007), уміст лужногідролізованого 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 14–16 см; поверхневий обробіток (дискування на глибину 8–10 см). Фактор В – система удобрення: без добрив (контроль); мінеральна ($N_{80}P_{60}K_{80}$); органічна (гній свиней після біогазової установки – 40 т/га); органо-мінеральна (гній свиней після біогазової установки – 20 т/га + $N_{40}P_{30}K_{40}$).

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 (Dospikhov, 1985; 1986; Mazorenko & Maznieva, 2006).

Результати

Ефективність досліджуваних факторів (системи удобрення і обробітку ґрунту) характеризується такими показниками: рівнем урожайності й розміром додаткової продукції у натуральному та вартісному вираженні, зниженням собівартості зерна пшениці ярої, додатковим чистим прибутком і рівнем рентабельності.

Застосування органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за органічної і органо-мінеральної систем удобрення та всіх способів основного обробітку дерново-підзолистого ґрунту поліпшувало його агрофізичні, агрохімічні і біологічні властивості, що значно підвищило врожайність пшениці ярої та якісні показники її зерна. Так, за органічної системи удобрення на варіанті поверхневого обробітку ґрунту (дискування глибиною 8–10 см) урожайність пшениці ярої сорту Кларіса становила 5,28 т/га, або на 2,43 т/га більше контролю.

У дослідях якості зерна пшениці ярої залежала від основного обробітку, системи удобрення та визначалася погодними умовами вегетаційного періоду.

Дослідженнями доведено також, що у варіантах з внесенням органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за органічної і органо-мінеральної систем удобрення при всіх способах основного обробітку ґрунту якісні та економічні показники пшениці ярої були найвищими (таблиця).

Якість зерна культури за комплексом показників була дещо вищою порівняно з контролем у всіх варіантах, де вносили мінеральні й органічні добрива, отримані на виході біо-

газових установок, і відповідала стандарту ДСТУ 37-68-2009 “Пшениця. Технічні умови”. Так, уміст білка був на 1,1–1,9%, клейковини на 1,3–1,6%, натура зерна на 21–28 г/л більше контрольного варіанта. Найкращі якісні показники зерна пшениці ярої були на варіантах органо-мінеральної системи удобрення за поверхневого обробітку ґрунту (дискування на глибину 8–10 см).

При обчисленні витрат, пов’язаних із застосуванням органічних та мінеральних добрив, основного обробітку ґрунту, враховано не тільки прямі витрати (вартість добрив та їх внесення, затрати на обробіток ґрунту, на транспортування, зберігання), а й ті, що в процесі калькуляції собівартості продукції розподілялися пропорційно прямим витратам. Розрахунки проведені за фактичними витратами і отриманим урожаєм згідно з вартістю добрив і послуг та продукції по цінах 2018 року.

Умовно чистий дохід у дослідях був на 5705 грн/га більше контролю; собівартість зерна на 385 грн/т нижче контролю зафіксована на варіанті органічної системи удобрення з використанням поверхневого обробітку ґрунту при рентабельності 78,0%, тобто на 19,8% більшої, ніж контрольна.

Внесення органічного добрива, отриманого на виході біогазової установки, в органічній системі удобрення в дозі 40 т/га та в органо-мінеральній – 20 т/га + N₄₀P₃₀K₄₀ за всіх способів основного обробітку ґрунту забезпечило умовно чистого прибутку, рівня рентабельності та зменшення собівартості зерна пшениці ярої. Найвищий умовно чистий дохід становив на 8106 грн/га більше контролю, собівартість 2872 грн/т.

Обговорення

Проведені дослідження зарубіжними і вітчизняними вченими підтвердили високу ефективність вирощування зернових культур при вирощуванні їх за мінімального обробітку ґрунту та застосуванні нових видів органічних добрив (Medvediev & Lyndina, 2001; Kiryushin, 2006; Sytnyk & Medvedev, 2007; Saiko & Malienko, 2007; Shuvar et al., 2011; Malienko et al., 2017).

За оцінками білоруських, російських, італійських дослідників, застосування органічних добрив, отриманих на виході

Таблиця. Якісні показники зерна та ефективність вирощування пшениці ярої сорту Кларіса залежно від способів основного обробітку і системи удобрення (середнє 2016–2018 рр.)

Обробіток ґрунту (А)	Система удобрення (В)	Уміст білка, %	Уміст клейковини, %	Скловидність зерна, %	Натура зерна, г/л	Урожайність, т/га	Чистий дохід, грн/га	Собівартість, грн/т	Рентабельність, %
Полицева оранка на глибину 20–22 см	Без добрив (контроль)	14,1	34,0	51	720	2,70	4670	3770	45,8
	Мінеральна	15,2	35,3	63	741	4,61	9449	3450	59,4
	Органічна	15,4	35,6	67	745	4,38	9110	3420	60,8
	Органо-мінеральна	15,6	35,6	67	745	4,83	11125	3197	72,0
Полицева оранка на глибину 14–16 см	Без добрив (контроль)	14,3	34,2	53	723	2,78	5308	3591	53,1
	Мінеральна	15,4	35,6	66	745	4,81	10753	3264	68,5
	Органічна	15,7	35,7	69	748	4,56	10298	3242	69,6
	Органо-мінеральна	15,9	35,7	71	748	5,07	12643	3006	82,9
Поверхневий обробіток (дискування на глибину 8–10 см)	Без добрив (контроль)	14,5	34,4	56	725	2,85	5772	3474	58,2
	Мінеральна	15,6	35,7	70	747	4,92	11437	3175	73,2
	Органічна	16,0	35,8	75	750	4,76	11477	3089	78,0
	Органо-мінеральна	16,4	36,0	78	753	5,28	13878	2872	91,5

біогазових установок, сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур порівняно з традиційним гноєм. Так, у досліді з зброденим осадом, виконаних в Інституті енергетики АПК НАН Білорусі, встановлено збільшення врожайності картоплі на 30%, злакових газонних трав – утричі, розсади капусти і томатів – на 12–15%, загальної біомаси – на 30–50% (Lapa et al., 2011). Ученими за кордоном також було виявлено зростання врожайності і поліпшення якості продукції вирощуваних культур порівняно з традиційними органічними і мінеральними добривами. Збільшення врожайності вони пов'язують не тільки з доступністю поживних елементів, але й зі зменшенням щільності ґрунту, збільшенням його водоутримної здатності під впливом зброденого осаду (Tarasov, 2010).

Нашими дослідженнями протягом 2016–2018 рр. підтверджено результати вчених про високу ефективність вирощування пшениці ярої на варіантах внесення органічних добрив, отриманих при біогазових технологіях, за мінімального обробітку ґрунту (оранка глибиною 14–16 см та дискування на глибину 8–10 см), зокрема врожайність зросла на 1,91–2,43 т/га, рентабельність на 16,5–33,3%.

Висновки

Застосування органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок, за органічної і органо-мінеральної систем удобрення та різних способів обробітку дерново-підзолистих ґрунтів позитивно впливає на їх агрохімічні, агрофізичні та біологічні властивості, що сприяє покращенню росту і розвитку рослин протягом усього періоду вегетації, забезпечує підвищення врожайності пшениці ярої сорту Кларіса на 67,2–85,2% стосовно контролю, поліпшує якісні показники культури. Найвищі ці показники зафіксовано на варіантах органо-мінеральної системи удобрення за поверхневого обробітку ґрунту (дискування на глибину 8–10 см).

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

References

- Andriichenko, L. V. (2006). Shliakhy pidvyshchennia vrozhaivosti ta yakosti zerna pshenytsi yaroї tverdoi na pıvdni Ukrainy [Ways of increasing the yield and quality of wheat in solid southern Ukraine]. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 33(1), 33–38 (in Ukrainian).
- Bazilinskaya, M. V. (1989). Bioudobreniya [Biofertilizers]. *Agropromizdat, Moscow* (in Russian).
- Dospikhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Field experience]. *Agropromizdat, Moscow* (in Russian).
- Dospikhov, B. A. (1986). Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispolzovaniya v selskom khozyaystve rezultatov nauchno-issledovatel'skikh rabot, novoy tekhniki, izobreteniy i ratsionalizatorskikh predlozheniy [The method of determining the economic efficiency of agricultural use of the results of research and development, new equipment, inventions and innovation proposals]. *Urozhay, Kyiv* (in Russian).
- Grynyk, S. I. (2018). Efektyvnist vyroshchuvannia pshenytsi yaroї zalezjno vid obrobittu hruntu ta systemy zhyvlennia v umovakh Peredkarpattia [Efficiency of spring wheat cultivation depending on the tillage and fertilizer system under the conditions of Subcarpathia]. *Taurian Scientific Bulletin. Series: Agricultural Science*, 104, 40–46 (in Ukrainian).
- Hospodarenko, H. M., & Trus, O. M. (2011). Vplyv tryvaloho zastosuvannia dobryv na pokaznyky rodiuchosti chornozemu opidzolenoho ta produktyvnist polovoi sivozminy [Influence of prolonged use of fertilizers on fertility indexes of podzolenium chernozem and productivity of field crop rotation]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 17–21 (in Ukrainian).
- Hudkova, L. K., Pulyaev, V. F., & Starchenko, T. V. (2005). Poluchenie organicheskikh udobreniy putem anaerobnogo sbrazhivaniya otkhodov selskokhozyaystvennogo proizvodstva [Production of organic fertilizers by anaerobic digestion of agricultural waste]. *In-t energetiki APK NAN Belarusi. Minsk* (in Russian).
- Iovik, L. N. (2015). Sravnitel'naya otsenka stokov svinokompleksa i zhidkikh bioudobreniy, poluchennykh na vykhode biogazovogo energeticheskogo kompleksa [Comparative assessment of pig waste and liquid biofertilizers produced at the output of the biogas energy complex]. *Minsk* (in Russian).
- Kalenska, S. M., & Shutyi, O. I. (2015). Formuvannia pokaznykiv struktury vrozhaiv pshenytsi tverdoi yaroї zalezjno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannia [The formation of structure indexes of durum spring wheat depending on type elements of technology cultivation]. *Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Series: Agricultural Science*, 3(29), 170–173 (in Ukrainian).
- Kiryushin, V. I. (2006). Minimizatsiya obrabotki pochvy: perspektivy i protivorechiya [Minimizing soil cultivation: perspectives and contradictions]. *Zemledelie*, 5, 12–14 (in Russian).
- Klochkov, A. V., & Katser, D. V. (2011). Yevropeyskiy opyt proizvodstva i ispolzovaniya biogaza [European experience in the production and use of biogas]. *Nashe selskoe khozyaystvo*, 1, 71–76 (in Russian).
- Lapa, V. V., Seraya, T. M., & Bogatyreva, Y. N. (2011). Effektivnost vneseniya organicheskikh udobreniy, poluchaemykh na vykhode deystvuyushchikh biogazovykh ustanovok pri vzdelyvanii kukuruzy na dernovo-podzolistykh pochvakh [Efficiency of applying organic fertilizers obtained at the output of existing biogas plants in the cultivation of maize on sod-podzolic soils]. *Agriculture and Plant Protection*, 3(76), 24–27 (in Russian).
- Maliienko, A. M., Havryliuk, N. M., & Brykhal, F. P. (2017). Metodichni rekomendatsii i prohrama doslidzhennia z obrobittu hruntu [Methodological recommendations and a study program on soil cultivation]. *Ahrarna nauka, Kyiv* (in Ukrainian).
- Mazorenko, D. I., & Maznieva, H. Y. (2006). Tekhnolohichni karty ta vytraty na vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur z rıznyim resursnym zabezpechenniam [Technological maps and costs for growing crops with different resource support]. *Kharkiv* (in Ukrainian).
- Medviediev, V. V., & Lyndina, T. Y. (2001). Naukovi peredumovy minimalizatsii osnovnoho obrobittu hruntu i perspektivy yoho vprovadzhennia v Ukraini [Scientific prerequisites for minimizing basic soil cultivation and prospects for its implementation in Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science*, 7, 5–8 (in Ukrainian).
- Ogolenko, N. A. (1989). Effektivnost ispolzovaniya organicheskikh udobreniy v intensivnom zemledelii [The effectiveness of the use of organic seeds in intensive agriculture]. *Kyiv* (in Russian).
- Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Bobro, M. A., Chyhryn, O. V., & Antal, T. V. (2015). Upravlinnia produktyvnosti posiviv pshenytsi tverdoi yaroї v Livoberezhnomu ta Pıvnichnomu Lisostepu Ukrainy [Managing the productivity of spring wheat crops in the Left Bank and the Northern Forest-steppe of Ukraine]. *Maidan, Kharkiv* (in Ukrainian).
- Saiko, V. F., & Maliienko, A. M. (2007). Systemy obrobittu hruntu v Ukraini [Soil cultivation systems in Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science*, 6, 5–9 (in Ukrainian).
- Shikula, N. K., Nazarenko, G. V., & Balaev, A. D. (1987). Vliyanie dlitel'noy bespluzhnoy obrabotki na sodержanie i kachestvo gumusa [The effect of prolonged free-running processing on the content and quality of humus]. *Agriculture*, 4, 55–62 (in Russian).
- Shubar, I. A., Bunchak, O. M., Sendetskyi, V. M., Tymofiichuk, O. B., Bakhmat, O. M., & Kolisnyk, N. M. (2015). Vyrobnystvo ta vykorystannia orhanichnykh dobryv [Production and use

- of organic fertilizers]. Symfoniia forte, Ivano-Frankivsk (in Ukrainian).
- Shvar, I. A., Hudz, V. P., & Pecheniuk, V. I. (2011). Obrobitok hruntu v adaptivno-landshaftnykh systemakh zemlerobstva [Soil cultivation in adaptive landscape systems of agriculture]. NVF "Ukrainski tekhnolohii", Lviv (in Ukrainian).
- Skliar, O. H., & Skliar, R. V. (2011). Napriamy vykorystannia orhanichnykh resursiv u tvarynnytsvi [Areas of use of organic resources in livestock farming]. Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University, 11(5), 210–218 (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).
- Sytnyk, V. P., & Medvedev, V. V. (2007). Obrobitok gruntiv v Ukraini: pluzhnyi, minimalnyi, nulovyi [Soil cultivation in Ukraine: plow, minimal, zero]. *Bulletin of Agricultural Science*, 2, 5–12 (in Ukrainian).
- Tanchyk, S. P., Tsiuk, O. A., & Tsentylo, L. V. (2015). Naukovi osnovy system zemlerobstva: monohrafiia [Scientific fundamentals of agricultural systems: monograph]. TOV "Nilan-LTD", Vinnytsia (in Ukrainian).
- Tarariko, N. N. (1989). Effektivnost primeneniya navoza v zavisimosti ot glubiny i sposobov ego zadelki v pochvu [The effectiveness of manure, depending on the depth and how it is embedded in the soil]. *Agrochemicals*, 8, 64–69 (in Russian).
- Tarasov, S. I. (2010). Effektivnost primeneniya metangenerirovannogo navoza. Upravlenie produktsionnym protsessom v agrotekhnologiyakh 21 veka: realnost i perspektivy [The effectiveness of methane-generated manure. Management of the production process in agricultural technologies of the 21st century: reality and prospects]. *Otchiy kray. Belgorod* (in Russian).
- Zhaylybay, K. N., Toktamysov, A. M., Sagindykova, A. S., & Nurmash, N. K. (2005). Vliyanie mineralnykh udobreniy na urozhaynost i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy v Kazakhstanskom Priarale [Influence of mineral fertilizers on the yield and grain quality of spring wheat in the Kazakhstan Prearal]. *Agrokimiya*, 11, 43–48 (in Russian).
- Zubenko, V. F. (1982). Sravnitel'naya effektivnost ploskoreznoy obrabotki i vspashki [Comparative efficiency of flat cutting and plowing]. *Vestnik s.-kh. Nauki*, 1, 5–9 (in Russian).