

2. Бруй І. Г. Вивчення дії ретардантів на рослини ячменю в умовах фітотронах-тепличного комплексу. *Землеробство і захист рослин*. 2017. №5. С. 48–52.
3. Громова Н. В. Вплив систем добрив і способів обробки ґрунту на вміст в рослинах озимого ячменю елементів живлення. *Вісник АПК*. 2017. № 4 (28). С. 108–110.
4. Громова Н. В. Вплив систем добрив і способів обробки ґрунту на реакцію ґрунтового розчину і врожайність озимого ячменю. *Агрономічний вісник*. 2018. № 4. С. 24–26.
5. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Сардак М. О. (2017). Багатосередовищні випробування ячменю ярого за врожайністю та стабільністю. *Plant Varieties Studying and Protection*. Т. 13, № 4. С. 343–350.
6. Зокосєва В. Р. Агроекологічні прийоми підвищення продуктивності рослин озимого ячменю. *Досягнення науки – сільському господарству*. 2017. С. 16–20.
7. Мамірова Н. А., Кунанбаєва Е. М., Асилбекова Б. Ж., Сабденова У. О. Урожайність зразків ячменю різного походження. *Міжнародний журнал прикладних і фундаментальних досліджень*. 2016. № 3-2. С. 287–289.
8. Реакція ярого ячменю на мульчування, добрива та ширину міжрядь. А. Д. Гирка, І. Д. Ткаліч, Ю. Я. Сидоренко. *Агроном*. 2017. № 2. С. 92–96.
9. Романюк В. І. Формування високопродуктивних посівів ячменю ярого залежно від факторів інтенсифікації в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2018, №9 (786). С. 79–84.
10. Романюк В. І. Фотосинтетична продуктивність ячменю ярого в умовах Лісостепу правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3 (792). С. 76–81.
11. Токар Б. Ю. Урожайність ячменю ярого залежно від удобрення та ретардантного захисту на чорноземах типових: бібліографія. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Серія: Агрономія*. 2015. Вип. 210. Ч. 1. С. 110–114.

УДК: 631.151:631.51.021:631.431.1:633.11
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.6>

ВПЛИВ СИСТЕМ ЗЕМЛРОБСТВА ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО ЗАГАЛЬНУ ПОРИСТІСТЬ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Дудка О.А. – здобувач кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Останні дослідження українських та закордонних вчених переконливо доводять, що актуальними на сьогодні є вивчення питань щодо впливу удобрення, сидерації та обробки ґрунту на агрофізичні властивості ґрунту, зокрема будову оброблюваного шару.

У статті наведено результати наукових досліджень щодо впливу трьох систем землеробства з різним ресурсним наповненням – промислової, екологічної та біологічної та чотирьох систем основного обробітку ґрунту – оранки на 20–22 см, чизелювання на 20–22 см, дискування на 10–12 см та дискування на 6–8 см на загальну пористість чорнозему типового за вирощування пшениці ярої в правобережному Лісостепу України.

За результатами трирічного польового експерименту, проведеного в польовій сівозміні дослідного поля НУБІП України, загальна пористість ґрунту, визначена перед сівбою

пшениці ярої, була в оптимальних межах за всіх варіантів систем землеробства та обробітку ґрунту. Відмічено закономірне зменшення кількості пор у ґрунті зі збільшенням глибини відбору зразка.

За екологічного землеробства пористість ґрунту на період сівби культури змінювалася від 59% у верхній 10 см товщі до 53% у товщі 20–30 см, що суттєво краще за контрольний варіант промислового землеробства з показниками, відповідно, 56,9 та 50,9%. Біологічна система зі значеннями 59,3 та 52,9% суттєво не відрізнялася від екологічної. Наступні обліки, проведені в період цвітіння та перед збиранням врожаю засвідчили зменшення кількості щілин у ґрунті за всіх систем землеробства, проте за екологічної та біологічної систем цей показник завжди був вище 50% незалежно від глибини відбору зразка. За промислового землеробства на період цвітіння у шарах 10–20 та 20–30 см показник пористості ґрунту становив, відповідно, 49,5 та 49,0%, а перед збиранням культури 48,9 та 48,2%.

Чизельний обробіток не призводив до погіршення показників загальної пористості ґрунту. У верхній 10 см товщі ґрунту загальна пористість в цьому варіанті на період сівби була достовірно вищою за оранку за відсутності суттєвих відмінностей між цими варіантами у нижніх шарах. У варіантах, де проводили дискування пористість ґрунту у 0–10 см товщі наближалася до 60%, що суттєво краще за оранку та чизелювання. Проте, в глибших (10–20 та 20–30 см) досліджуваних шарах за цих варіантів обробітку до періоду збирання культури відбувалося зменшення об'єму пор, порівняно з оранкою та чизелюванням.

Оптимальним поєднанням варіантів у досліді можна вважати застосування екологічної та біологічної систем землеробства в комплексі з чизельним обробітком ґрунту на 20–22 см. Це дало змогу забезпечити оптимальні показники загальної пористості ґрунту не тільки в верхній 0–10 см його товщі, а й в глибших шарах впродовж всієї вегетації пшениці ярої.

Ключові слова: пшениця яра, загальна пористість ґрунту, промислова, екологічна, біологічна системи землеробства, оранка, чизелювання, дискування.

Dudka O.A. The influence of farming systems and soil tillage on its total porosity for spring wheat cultivation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Recent research by Ukrainian and foreign scientists convincingly proves that the study of the impact of fertilizers, green manure and tillage on agrophysical properties of soil, including the volume of pores in the treated layer, is relevant today.

The article presents the results of research on the impact of three farming systems with different resource content – industrial, environmental, organic, and four systems of basic tillage – plowing 20–22 cm, chiseling 20–22 cm, disking 10–12 cm and disking 6–8 cm on the total porosity of typical chernozem for growing spring wheat in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine.

According to the results of a three-year field experiment conducted in the field crop rotation of the experimental field of NULES of Ukraine, the total porosity of the soil, determined before sowing spring wheat, was within the optimal limits for all variants of farming and tillage systems. There is a natural decrease in the number of pores in the soil with increasing depth of sampling.

In environmental farming, the porosity of the soil during the sowing period varied from 59% in the upper 10 cm layer to 53% in the 20–30 cm layer, which is significantly better than the control variant of industrial agriculture with indicators of 56.9 and 50.9%, respectively. The organic system with values of 59.3 and 52.9% did not differ significantly from the environmental one. Subsequent surveys during flowering and pre-harvest showed a reduction in the number of pores in the soil for all farming systems, but for environmental and organic systems this figure was always above 50% regardless of the depth of sampling. In industrial agriculture for the flowering period in layers of 10–20 and 20–30 cm, the porosity of the soil was 49.5 and 49.0%, respectively, and before harvesting 48.9 and 48.2%.

Chisel tillage did not lead to deterioration of soil porosity. In the upper 10 cm layer of the soil, total porosity in this variant for the sowing period was significantly higher than plowing in the absence of significant differences between these variants in the lower layers. In the variants where disking was performed, the porosity of the soil in the 0–10 cm layer approached 60%, which is significantly better than plowing and chiselling. However, in the deeper (10–20 and 20–30 cm) study layers, these variants reduced the pore volume compared to plowing and chiselling.

The optimal combination of options in the experiment can be considered the use of environmental and organic farming systems in combination with chisel tillage for 20–22 cm. This made it possible to ensure optimal indicators of the total porosity of the soil not only in the upper 0–10 cm layer, but also in the deeper layers during the spring wheat vegetation.

Key words: spring wheat, soil porosity, industrial, environmental, and organic farming systems, plowing, chiseling, disking.

Постановка проблеми. На думку дослідників, найбільш комплексний позитивний вплив на агрофізичні властивості ґрунту, зокрема будову оброблюваного шару, роблять органічні добрива, сидерація та науково-обґрунтований обробіток ґрунту спрямований на зменшення інтенсивності й глибини розпушування в розумних межах з метою зниження темпів мінералізації органічної речовини ґрунту і розпилення структури [5; 7; 11; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Об'єм, тип та розмір пор у ґрунті є важливим показником «здоров'я» ґрунту, що впливає на водний, повітряний та тепловий його режими [4, с. 114]. Доведено, що оптимальною будовою ґрунту для більшості с.-г. культур є така, коли загальна пористість варіює в діапазоні 50–60%. При цьому об'єм некапілярних пор має бути в межах 12,5–30,0, а капілярних – 37,5–30,0% [10, с. 75]. Одним з чинників, які впливають на будову ґрунту є його гранулометричний склад, що є морфологічною ознакою. Однак, змінювати будову ґрунту в сприятливому напрямку можливо за рахунок обробітку ґрунту, регулювання кількості та якості рослинних решток, внесення органічних добрив та використання сидератів [6, 1].

Дослідження Tanguyan N. et al вказують на суттєвий позитивний вплив соломи вирощуваних культур на пористість ґрунту. Також, їхні результати стверджують, що використання класичного обробітку збільшує загальну пористість за рахунок капілярних пор, тоді як чизельний обробіток збільшує об'єм некапілярних пор [3]. Згідно даних Цилюрка О., пористість ґрунту обернено пропорційна до його щільності. Оранки і чизельне розпушування, а також, залишення пожнивних решток підвищує пористість ґрунту до 54,3% та покращує його аерацію до 30,3–32,4% [13]. У досліджах Крижанівського В. П. загальна пористість у 30-см шарі ґрунту на фоні оранки становила 56,8%. Проведення культивуації істотно зменшувала цей показник до 55,3%, а у варіанті без основного обробітку ґрунту пористість була істотно найнижчою і становила. Проте за всіх варіантів обробітку ґрунту будова орного шару знаходилася в межах оптимальних параметрів [9]. Згідно даних Цюка О. А. та Центиля Л. В. застосування мілкого безполицевого обробітку ґрунту призводило до істотного зниження загальної пористості на 2,2% порівняно з оранкою [14]. У дослідженнях Танчика С. П. та ін. за мілкого безполицевого і поверхневого обробітків ґрунту його пористість знижувалась до 46,5–47,8%, порівняно з оранкою та чизелюванням, де цей показник становив, відповідно, 49,0 та 50,9% [12].

Постановка завдання. Мета дослідження. Встановлення закономірностей зміни загальної пористості чорнозему типового залежно від систем землеробства та обробітку ґрунту в посівах пшениці ярої Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводилися впродовж 2018–2020 рр. в умовах стаціонарного 2-факторного досліду кафедри землеробства та гербології закладеного в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», с. Пшеничне Васильківського району Київської області.

У стаціонарному досліді проводилися дослідження трьох варіантів системи землеробства (фактор А) та чотирьох варіантів системи основного обробітку ґрунту (фактор В) в короткоротаційній зернопросапній сівозміні з наступним чергуванням с.-г. культур: соя – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – кукурудза на зерно.

Зміст градацій першого фактора (А) систем землеробства складено за ознакою їхнього ресурсного забезпечення з метою розширеного відтворення родючості ґрунту. Система промислового землеробства слугувала контрольним варіантом,

що включала внесення на один гектар у сівозміні 12 т органічних (гній) та 300 кг діючої речовини мінеральних добрив ($N_{92}P_{100}K_{108}$), у тому числі під пшеницю яру 290 кг/га діючої речовини ($N_{90}P_{90}K_{100}$) та інтенсивним застосуванням рекомендованих пестицидів. Гній вносили під соняшник та кукурудзу на зерно з нормами 30 т/га. Індекс екологізації за такої системи землеробства становить 25 (300/12), що свідчить про промисловий його характер.

З контрольним варіантом порівнювали моделі екологічного й біологічного землеробства. За **екологічного землеробства** для забезпечення програмованої продуктивності вносили на гектар ріллі у сівозміні 24 т/га органічних і 150 кг/га НРК мінеральних добрив у діючій речовині ($N_{47}P_{78}K_{25}$), зокрема під пшеницю яру 130 кг/га діючої речовини ($N_{50}P_{20}K_{60}$). Використання органічних добрив у сівозміні за цієї системи передбачало внесення 12 тон на гектар сівозмінної площі гною та 12 т/га зеленої маси сидератів (гірчиця біла), які висівалися після збирання пшениці озимої та ярої. Внесення пестицидів в цій системі екологічно обґрунтоване за критерієм еколого-економічного порогу чисельності шкідливих організмів. Індекс екологізації землеробства становить 6,2 (150/24).

За **біологічного землеробства** у сівозміні застосовували лише 24 т/га органічних добрив – 12 тон на гектар сівозмінної площі гною та 12 т/га зеленої маси сидератів (гірчиця біла), які висівалися після збирання пшениці озимої та ярої. Індекс екологізації землеробства у цьому варіанті системи становить 0 (0/24).

У моделях систем землеробства у стаціонарному досліді методом розщеплених ділянок розміщено чотири варіанти основного обробітку ґрунту (фактор В) під пшеницю яру: 1) оранка на 20–22 см (контроль); 2) чизелювання на 20–22 см; 3) дискування на 10–12 см; 4) дискування на 6–8 см.

Дослід закладений за методом розщеплених ділянок. Ділянки, на яких здійснюють варіанти основного обробітку ґрунту, мають посівну площу 280 м² (8 × 35 м), а облікову – 225 м² (7 × 32,1 м). Ділянки, на яких застосовують відповідні системи удобрень і захисту рослин, характерні для окремих варіантів системи землеробства, мають посівну площу 93,6 м² (8 × 11,7 м), а облікову – 75 м² (7 × 10,7 м). Кількість повторень у досліді – 4.

Загальну пористість ґрунту визначали методом насичення в циліндрах. Відбір проб проводився з шарів 0–10, 10–20, 20–30 см перед сівбою пшениці ярої, у фазу цвітіння культури та перед збиранням урожаю [8]. Облік урожайності зерна культури проводили у фазі повної стиглості пшениці ярої методом суцільного збирання з облікових площ з приведенням до 100% чистоти і стандартної вологості з кожного варіанта в усіх повтореннях окремо.

Сівбу пшениці ярої твердої сорту Діана проводили за настання фізичної стиглості ґрунту за температури посівного шару 2–3 °С. За роки досліджень цей період припадав на кінець березня–першу декаду квітня. Норма висіву становила 6 млн сх нас/га, глибина загортання насіння – 3–4 см, ширина міжряддя – 15 см.

Статистичний аналіз експериментальних даних – з використанням програмного забезпечення Excel from MS Office 365 та Statistica 10.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обліки загальної пористості ґрунту, проведені перед сівбою пшениці ярої, вказують на оптимальні параметри цього показника за всіх варіантів систем землеробства та обробітку ґрунту. Відмічено закономірне зменшення кількості пор у ґрунті за збільшення глибини відбору зразка.

Значно вищий вміст органіки, отриманої за рахунок внесення в сівозміні гною та вирощування післяжнивних сидератів за екологічної та органічної систем

землеробства, сприяв покращанню пористості ґрунту у всіх досліджуваних шарах. За екологічної системи пористість ґрунту змінювалася від 59% у верхній 10 см товщі до 53% у товщі 20–30 см, що суттєво краще за контрольний варіант промислового землеробства з показниками, відповідно, 56,9 та 50,9%. Біологічна система зі значеннями 59,3 та 52,9% суттєво не відрізнялася від екологічної. Наступні обліки, проведені в період цвітіння та перед збиранням врожаю засвідчили зменшення кількості щілин у ґрунті за всіх систем землеробства, проте за екологічної та біологічної систем цей показник завжди був вище 50% незалежно від глибини відбору зразка. За промислового землеробства на період цвітіння у шарах 10–20 та 20–30 см показник пористості ґрунту становив, відповідно, 49,5 та 49,0%, а перед збиранням культури 48,9 та 48,2% (табл.).

Таблиця

Динаміка зміни загальної пористості ґрунту залежно від досліджуваних факторів, в середньому за 2018–2020 рр.

А	В	Загальна пористість								
		перед сівбою			цвітіння			перед збиранням		
		0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
П (St)	О (St)	55,1	52,9	52,0	52,8	49,9	49,3	52,4	49,0	49,7
	Ч	56,0	52,7	50,8	53,9	50,1	50,1	53,4	50,0	48,6
	Д 1	58,4	52,0	50,4	56,3	49,1	48,4	55,9	48,7	47,0
	Д 2	58,2	51,6	50,5	56,2	49,0	48,4	55,8	47,6	47,4
Е	О	57,2	54,2	53,1	55,1	52,4	51,2	54,7	52,9	50,4
	Ч	58,2	55,0	53,1	56,0	52,7	51,9	55,6	52,7	51,0
	Д 1	60,2	53,8	52,3	58,4	51,5	50,4	58,0	52,0	50,2
	Д 2	60,3	54,0	53,5	58,3	51,4	50,5	57,9	51,9	50,3
Б	О	57,6	55,6	53,2	55,6	52,9	51,9	55,1	53,4	50,8
	Ч	58,6	55,4	53,5	56,5	53,2	53,0	56,1	53,2	51,5
	Д 1	60,4	54,5	52,5	58,9	52,0	51,8	58,4	52,5	50,1
	Д 2	60,6	54,5	52,5	58,8	51,9	51,2	58,3	52,4	50,9
НіР₀₅ (AB)		1,1	0,6	0,7	1,3	0,7	1,3	1,3	0,7	1,1
В середньому по А										
П (St)		56,9	52,3	50,9	54,8	49,5	49,0	54,4	48,9	48,2
Е		59,0	54,5	53,0	57,0	51,9	50,6	56,5	52,4	50,4
Б		59,3	55,0	52,9	57,4	52,4	51,7	57,0	52,9	50,8
НіР₀₅ (А)		0,6	0,3	0,3	0,6	0,3	0,6	0,6	0,4	0,5
В середньому по В										
О (St)		56,6	54,6	52,8	54,5	51,8	50,8	54,0	52,1	50,3
Ч		57,6	54,4	52,5	55,5	51,6	51,0	55,0	51,7	50,4
Д 1		59,7	53,4	51,7	57,8	50,8	50,0	57,5	51,0	49,1
Д 2		59,7	53,3	52,2	57,8	50,7	50,1	57,4	50,6	49,4
НіР₀₅ (В)		0,6	0,4	0,4	0,7	0,4	0,7	0,7	0,4	0,6

Примітка: А – системи землеробства; В – системи основного обробітку ґрунту; О – оранка на 20–22 см, Ч – чизелювання на 20–22 см, Д 1 – дискування на 10–12 см, Д 2 – дискування на 6–8 см.

Варіанти основного обробітку ґрунту теж суттєво впливали на будову досліджуваного шару ґрунту. Вцілому на ділянках, де обробіток ґрунту проводили чизелем, пористість ґрунту була достовірно вищою за контроль (оранка) тільки у верхній 10 см його товщі. У нижніх шарах суттєвих відмінностей між цими варіантами не відмічено. У варіантах, де проводили дискування пористість ґрунту у 0–10 см товщі наближалася до 60%, що суттєво краще за оранку та чизелювання. Це зумовлено тим, що більша частина рослинних решток попередника розміщена саме у верхньому 0–10 см шарі ґрунту, що сприяє покращанню будови ґрунту за рахунок діяльності мікробіоти. Проте, в глибших (10–20 та 20–30 см) досліджуваних шарах за цих варіантів обробітку до періоду збирання культури відбувалося зменшення об'єму ґрунту зайнятого порами, порівняно з оранкою та чизелюванням.

За результатами дисперсійного аналізу визначено взаємодії факторів систем землеробства та обробітку ґрунту. Аналіз вказує на те, що ресурсне наповнення екологічної та біологічної систем землеробства за рахунок внесення органічних добрив та використання сидератів у сівозміні дозволяє підтримувати оптимальну пористість ґрунту впродовж всього вегетаційного періоду вирощування пшениці озимої незалежно від варіанту обробітку ґрунту. Навіть використання мілкого та поверхневого дискування за цих систем не призводило до параметрів пористості ґрунту нижчих за оптимальні для рослин. Тоді як поєднання промислової системи із різними варіантами обробітку ґрунту призводило до погіршення будови оброблюваного шару ґрунту, починаючи з 10 см глибини і нижче, від періоду цвітіння культури до збирання врожаю. При цьому більш виражений цей ефект був за поєднання промислової системи землеробства з дискуванням на 10–12 та 6–8 см.

Слід відмітити, що за поєднання будь-якої з трьох системи землеробства з чизельним обробітком ґрунту вцілому не відбувалося суттєвого погіршення будови оброблюваного шару ґрунту порівняно з контрольним варіантом, а у верхньому 0–10 см шарі ґрунту показники пористості мали тенденцію до покращення.

Висновки і пропозиції. Досліджувані системи землеробства та основного обробітку ґрунту суттєво впливали на його об'ємну масу. Ресурсне наповнення екологічної та біологічної систем землеробства призводило до суттєво кращих показників будови досліджуваного ґрунту впродовж всього періоду вегетації пшениці ярої (загальна пористість на перебувала нижче 50%).

Варіанти з дискуванням призводили до суттєвого зменшення загальної пористості ґрунту в шарах 10–20 та 20–30 см від періоду сівби пшениці ярої до її збирання.

Оптимальним поєднанням варіантів у досліді можна вважати застосування екологічної та біологічної систем землеробства в комплексі з чизельним обробітком ґрунту на 20–22 см. Це дало змогу забезпечити оптимальні показники загальної пористості ґрунту не тільки в верхній 0–10 см його товщі, а й в глибших шарах впродовж всієї вегетації пшениці ярої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Barakina E. E., Barakin N. S. Changes in the agrophysical properties of the chernozem leached with the use of defecate and fertilizers for the cultivation of winter wheat. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 666(3) doi:10.1088/1755-1315/666/3/032010
2. Blanco-Canqui H., Ruis S. J. Cover crop impacts on soil physical properties: A review. *Soil Science Society of America Journal*. 2020. № 84(5). P. 1527–1576. <https://doi.org/10.1002/saj2.20129>

3. Effects of conservation tillage on soil porosity in maize-wheat cropping system / Tangyuan N. et al. *Plant soil and environment*. 2009. Vol. 55(8). P. 327–333. <https://doi.org/10.17221/25/2009-PSE>
 4. Fu YW., Tian ZC., Amoozegar A. Heitman J. Measuring dynamic changes of soil porosity during compaction. *Soil & tillage research*. 2019. Vol. 193. P. 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.05.016>
 5. Long-term soil quality effects of soil and crop management in organic and conventional arable cropping systems / De Notaris C. et al. *Geoderma*. 2021. T. 403. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115383>
 6. Mrabet R. Stratification of soil aggregation and organic matter under conservation tillage systems in Africa. *Soil and Tillage Research*. 2002. Vol. 66(2), P. 119–128. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00020-X)
 7. The effects of rotating conservation tillage with conventional tillage on soil properties and grain yields in winter wheat-spring maize rotations / Zhang Y. et al. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2018. № 263. P. 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.08.012>
 8. Землеробство. Практикум / С. П. Танчик та ін. К. : Нілан ЛТД. 2013. 278 с.
 9. Крижанівський В. Г. Пористість ґрунту в період цвітіння гороху, колосіння пшениці озимої та змикання листків у рядку буряку цукрового. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 90. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.005>
 10. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Фізика ґрунту. Навчальний посібник. К.: Видавництво, 2018. 289 с.
 11. Примак І. Д., Панченко О. Б. Вплив механічного обробітку ґрунту та удобрення у спеціалізованій зерно-просапній сівозміні Центрального Лісостепу України на агрофізичні властивості чорнозему типового. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. 6 (55) https://nd.nubip.edu.ua/2015_6/11.pdf.
 12. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 5. № 1. С. 41–49. <http://doi.org/10.31548/agr2019.01.041>
 13. Циліорик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівозмінах Північного Степу: монографія. Дніпро: Новий Світ. 2000, 2019. 298 с.
 14. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему типового під впливом застосування добрив і обробітку ґрунту. *Наукові доповіді -НУБіП України*. 2021. Т. 5(93) <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.007>
-