

УДК 631.431.1/631.432.2:631.445.21:633.11
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.23>

АГРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ

Ященко Л.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,
Національний університет водного господарства та природокористування

Ювчик Н.О. – старший викладач кафедри агроінженерії,

Національний університет водного господарства та природокористування

Агрофізичні властивості ґрунту відіграють провідну роль у процесах ґрунтоутворення та в регулюванні водного й повітряного режимів, тому безпосередньо впливають на водне, повітряне й мінеральне живлення рослин. Метою досліджень було вивчення впливу застосування добрив та хімічних меліорантів на агрофізичні показники дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту за вирощування пшениці озимої. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті. За результатами досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив у поєднанні із застосуванням хімічних меліорантів сприяло наближенню щільності ґрунту до оптимальної для пшениці озимої. Найнижчі показники щільності ґрунту в шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см у фазу сходів відповідно 1,27; 1,40 та 1,56 г/см³ отримані за сумісного внесення 1,5 Нг дози доломітового борошна і $N_{120}P_{90}K_{120}$ мінеральних добрив. На кінець вегетації культури простежувалося закономірне ущільнення ґрунту внаслідок дії природних і техногенних факторів, проте у зазначеному варіанті щільність ґрунту залишалася найнижчою відповідно 1,32; 1,42 та 1,58 г/см³. У ході досліджень встановлено, що системи удобрення сумісно з меліорантами забезпечували вищий рівень нагромадження вологи щодо варіантів без добрив. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на період сходів пшениці озимої були задовільними для росту і розвитку рослин залежно від досліджуваних чинників і становили 21,69–23,37 мм, на кінець вегетації запаси вологи були в межах 10,4–12,1 мм. Проведений кореляційний аналіз між запасами продуктивної вологи і щільністю в орному шарі дерново-підзолистого ґрунту свідчить про зворотню залежність між даними показниками – чим менша волога, тим більша щільність ґрунту.

Ключові слова: дерново-підзолистий ґрунт, пшениця озима, щільність, продуктивна волога, удобрення, хімічні меліоранти.

Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Agrophysical parameters of sod-podzolic soil for winter wheat cultivation in Western Polissya

Soil agrophysical properties play a leading role in soil formation processes and the regulation of water and air regimes, and therefore directly affect water, air, and mineral nutrition of plants. The aim of the research was to study the effect of fertilizers and chemical ameliorants on the agrophysical parameters of sod-podzolic ligamentous sandy soil for winter wheat cultivation. The research was conducted in 2021–2023 in a stationary field experiment at the Institute of Agriculture of Western Polissya of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine on sod-podzolic, cohesive sandy soil. According to the results of the research, it was found that the application of mineral fertilisers in combination with the use of chemical ameliorants helped to bring the soil density closer to the optimal one for winter wheat. The lowest soil densities in the layers 0–10, 10–20 and 20–30 cm in the germination phase of 1.27, 1.40 and 1.56 g/cm³, respectively, were obtained with the combined application of 1.5 Ng dose of dolomite flour and $N_{120}P_{90}K_{120}$ mineral fertilizers. At the end of the growing season, there was a natural soil compaction due to the action of natural and anthropogenic factors, but in this variant the soil density remained the lowest, respectively, 1.32, 1.42 and 1.58 g/cm³. The research found that fertilisation systems in combination with ameliorants provided a higher level of moisture accumulation than the non-fertiliser options. The reserves of productive moisture in the tilth layer

of the soil during the period of germination of winter wheat were satisfactory for the growth and development of plants, depending on the factors studied, and amounted to 21.69–23.37 mm, at the end of the growing season the moisture reserves were within 10.4–12.1 mm. The correlation analysis between the reserves of productive moisture and the density in the arable layer of sod-podzolic soil shows an inverse relationship between these indicators – the less moisture, the higher the soil density.

Key words: *sod-podzolic soil, winter wheat, density, productive moisture, fertilisers, chemical ameliorants.*

Постановка проблеми. Агрофізичні показники є одним із основних факторів родючості ґрунту, що суттєво впливають на урожайність сільськогосподарських культур. У сучасному землеробстві агрофізичні показники розглядаються як своєрідний регулятор ґрунтових процесів, які визначають водний, тепловий, повітряний режими ґрунту, напрямок і швидкість протікання мікробіологічних процесів та мінеральне живлення рослин [1–4]. Одним із найважливіших заходів підвищення врожайності на ряду з регулюванням щільності ґрунту й ефективного використання запасів ґрунтової вологи є науково обґрунтоване застосування добрив, тобто формування умов, за яких вони матимуть найвищу ефективність. Відомо, що значною мірою ефективність удобрення залежить не тільки від агрохімічних, але й від агрофізичних властивостей ґрунтів, і насамперед, від вологості та щільності ґрунту [5–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливої актуальності питання регулювання агрофізичних властивостей ґрунту набувають у період високої енергонасиченості сільськогосподарського виробництва та його інтенсифікації. Тривалий та інтенсивний обробіток чинить негативний вплив на структуру та фізичні властивості ґрунтів, внаслідок чого збільшується рівноважна щільність, що призводить до несприятливих економічних та екологічних наслідків за вирощування сільськогосподарських культур [8, 9]. Переущільнення ґрунтів є основною причиною зниження їх продуктивності. Підвищення щільності на 10 % знижує їх продуктивність на 40 % [10].

Структурний стан ґрунту, щільність його складення, водно-фізичні властивості, продуктивність сільськогосподарських культур у значній мірі залежать від технології його обробітку [11], систем застосування добрив у сівозміні [12]. Встановлено, що прийоми механічного обробітку більше впливають на щільність ґрунту, ніж природні процеси. У природних умовах діапазон щільності під впливом зміни вологості і температури коливається в межах $\pm 0,05$ г/см³, тоді як за умов механічного обробітку він може сягати $\pm 0,40$ г/см [13]. Зі зменшенням глибини оброблюваного шару ґрунту за безплужного (плоскорізного) обробітку збільшується вміст водотривких агрегатів [14, 15], підтримується оптимальне співвідношення між щільністю і пористістю подібно до цілих ґрунтів [16, 17], збільшується водопроникність [18]. Однак застосування мінімального обробітку на слабоструктурних ґрунтах легкого гранулометричного складу несе ризики щодо підвищення щільності складання, зменшення пористості і водопроникності через формування плужної підшви у верхній частині орного горизонту.

Після обробітку ґрунту об'ємна його маса є найменшою з поступовим його ущільненням, досягши рівноважної щільності. Рівноважна щільність для орного шару суглинкових дерново-підзолистих ґрунтів становить 1,35–1,4 г/см³, супіщаних і піщаних – 1,5–1,6 г/см³. Відхилення від оптимальних значень щільності у будь-який бік знижує урожайність сільськогосподарських культур. Між щільністю ґрунту і врожайністю існує тісний кореляційний зв'язок. Так, у діапазоні

об'ємної маси 1,44–1,51 г/см³ щорічний вихід зернових одиниць із одиниці площі збільшився з 3,16 до 5,15 т/га [19, 20].

У різних ґрунтово-кліматичних умовах і в межах невеликих територій щільність складення ґрунту дещо різниться, тому в літературних джерелах часто трапляються суперечливі твердження щодо оптимальних показників щільності. Тому визначення умов для формування оптимальніших параметрів щільності складення для різних ґрунтів і культур за різних ґрунтово-кліматичних умов має наукове і практичне значення.

Постановка завдання – дослідити динаміку щільності та запасів продуктивної вологи дерново-підзолистому зв'язнопіщаного ґрунту за вирощування пшениці озимої, встановити кореляційну залежність між показниками.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті при вирощуванні пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Попередником культури у сівозміні була соя. Посівна площа ділянки становить 99 м² (16,5 x 6), облікова – 50 м² (12,5 x 4 м), повторність дослідів триразова. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Загальним фоном у досліді слугувало заорювання побічної продукції попередника. Технологія вирощування культури – загальноприйнята для зони Полісся. Перед основним обробітком ґрунту вносили хімічні меліоранти у формі доломітового борошна та вапна у дозах визначених за показником гідролітичної кислотності (Нг, ммоль/100 г ґрунту). Оранку проводили на глибину 20 см із заробкою азотних (N₃₀) і фосфорно-калійних добрив. Решту азотних добрив розподіляли у строки внесення: N₆₀ – у ранньовесняне підживлення, решту азоту вносили згідно схеми дослідів у фазі кінець куштиння. Мінеральні добрива вносили у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Позакореневе підживлення посівів мікродобривом Нутривант Плюс універсальний (2 кг/га) проводили у фазі весняного куштиння та виходу в трубку.

Щільність складання ґрунту визначали методом різальних кілець у модифікації Н.А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001). Польову вологу визначали термостатно-ваговим методом, вміст продуктивної вологи – розрахунковим методом. Результати досліджень аналізували методом дисперсійного аналізу (ANOVA) із використанням критерію Фішера (F-критерію) для визначення значущості відмінностей при $p \leq 0,05$. Порівняння показників проводили методом кореляційного аналізу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Генетичною особливістю дерново-підзолистого ґрунту є водний режим, а саме його водопроникність (промивний тип), що спричинює деградаційні процеси та зміни показників фізико-хімічних і агрофізичних властивостей, за рахунок вилугування катіонів лужноземельних металів та вимивання дрібнодисперсної частини ґрунту. Урівноважити щільність ґрунту можна шляхом внесення органічних і мінеральних добрив та залишення рослинних решток попередника, тобто за рахунок заходів, які також підвищують родючість. Рівень щільності ґрунту за допомогою зазначених заходів можна підвищити на 0,1–0,2 г/см³ і більше.

Дослідженнями встановлено, що щільність будови ґрунту під пшеницею озимою впродовж вегетації була найнижчою на період сходів. Її значення, зокрема, у шарі 0–10 см змінювалися в межах від 1,26 до 1,30 г/см³, у горизонті 10–20 та 20–30 см – відповідно 1,40–1,47 та 1,54–1,58 г/см³ (Табл. 1).

Таблиця 1

**Щільність ґрунту під пшеницею озимою залежно від удобрення
та застосування меліорантів, середнє за 2021–2023 рр., г/см³**

Варіанти	Шар, см	Строк визначення	
		сходи	перед збиранням
Без добрив – контроль	0–10	1,30	1,38
	10–20	1,46	1,51
	20–30	1,59	1,60
CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) – фон	0–10	1,29	1,36
	10–20	1,44	1,57
	20–30	1,57	1,62
Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0–10	1,26	1,37
	10–20	1,45	1,48
	20–30	1,58	1,63
Фон + N ₁₅₀ P ₅₀ K ₁₂₅	0–10	1,28	1,34
	10–20	1,43	1,46
	20–30	1,58	1,62
CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0–10	1,27	1,32
	10–20	1,40	1,42
	20–30	1,56	1,58
CaCO ₃ (1,0 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0–10	1,28	1,35
	10–20	1,47	1,48
	20–30	1,54	1,63
НІР ₀₅	0–10	0,02	0,03
	10–20	0,02	0,02
	20–30	0,03	0,02

За внесенням 1,0 Нг дози CaMg(CO₃)₂ за гідролітичною кислотністю на період сходів пшениці озимої в досліджуваних шарах ґрунту щільність становила 1,29 г/см³, 1,44 і 1,57 г/см³, що на 0,8–1,3 % менше щодо контролю. Доведено, що покращити природну щільність, можна шляхом поліпшення рівня структурності ґрунту, зокрема, привівши рівень кислотності і вміст кальцію до оптимального [21].

Внесення мінеральних добрив у поєднанні із застосуванням хімічних меліорантів дещо стримувало процес ущільнення і оптимізувало даний показник порівняно з показниками у контролі. Хоча дослідники відзначають суперечливий характер впливу мінеральних добрив, особливо у високих дозах, на щільність ґрунту. Внесення мінеральних добрив, із одного боку, сприяє накопиченню у ґрунті елементів живлення, збільшенню кількості кореневих та пожнивних решток, що забезпечує повернення органічної речовини у ґрунт, з іншого – внесення їх високих доз може погіршувати фізичні властивості ґрунту [5, 22].

Найнижчі показники щільності ґрунту в шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см – відповідно 1,27; 1,40 та 1,56 г/см³ відмічені за внесення півтори дози CaMg(CO₃)₂ на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, що можна пояснити насиченням ґрунту катіонами Са і Mg.

Вченими доведено, що обмінні кальцій і магній надають ґрунтам особливих фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і мікробіологічних властивостей, завдяки яким у ґрунті створюються сприятливі умови для розвитку більшості сільськогосподарських культур [23, 24].

На період збирання через природну усадку протягом вегетаційного періоду щільність ґрунту збільшилася в усіх варіантах дослідів, проте за внесення півтори дози $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ на фоні $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ збереглися найнижчі показники щільності ґрунту порівняно з іншими варіантами дослідів: 1,32; 1,42; 1,58 г/см³ у відповідних шарах ґрунту.

Щільність складення також значно залежить від вологості ґрунту і разом із тим зволоження орного шару суттєво визначається його щільністю. Запаси продуктивної води в орному шарі ґрунту на період сходів пшениці озимої були задовільними для росту і розвитку рослин та залежно від досліджуваних чинників і становили 21,69–23,37 мм (рис. 1). Слід відмітити, що системи удобрення забезпечували вищий рівень вологонагромадження. Достатня кількість води у ґрунті сприяє кращому розчиненню внесених добрив, нормалізує концентрацію елементів живлення у ГВК та їх засвоєння рослинами. У різні фази вегетації пшениці озимої значення вологості ґрунту змінювалися залежно від кількості опадів, інтенсивності її використання культурою, рівнів удобрення та меліорації. На кінець вегетації культури запаси продуктивної води в орному шарі ґрунту були в межах 10,4–12,1 мм.

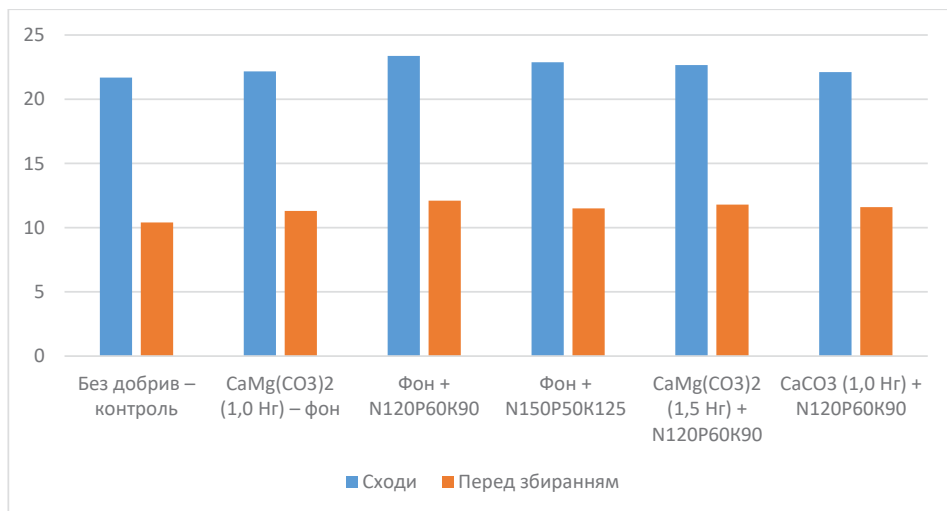


Рис. 1. Запаси продуктивної води в орному шарі за вирощування пшениці озимої, середнє за 2021–2023 рр., мм

Проведений кореляційний аналіз між щільністю та продуктивною вологою в орному шарі дерново-підзолистого ґрунту показав тісний зв'язок між даними показниками як на початок сходів ($R^2 = 0,79$) (рис. 2), так і на кінець вегетації пшениці озимої ($R^2 = 0,91$) (рис. 3).

Поліноміальна залежність III-го ступеня між запасами продуктивної вологості та щільністю ґрунту описує зворотній зв'язок між показниками, який вказує, що

зі зменшенням вологості ґрунту зростає його щільність, що негативно впливає на умови росту і розвитку пшениці озимої. Особливо тісний зв'язок встановлено на кінець вегетації культури із показником коефіцієнту кореляції $r=0,91$, коли щільність стає ще більш чутливою до змін водного режиму ґрунту.

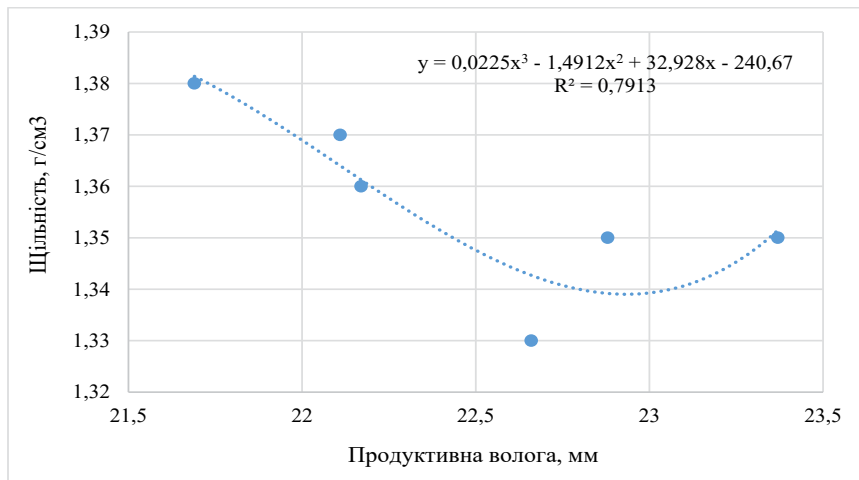


Рис. 2. Кореляційна залежність між щільністю та продуктивною вологою на період сходів пшениці озимої в орному шарі

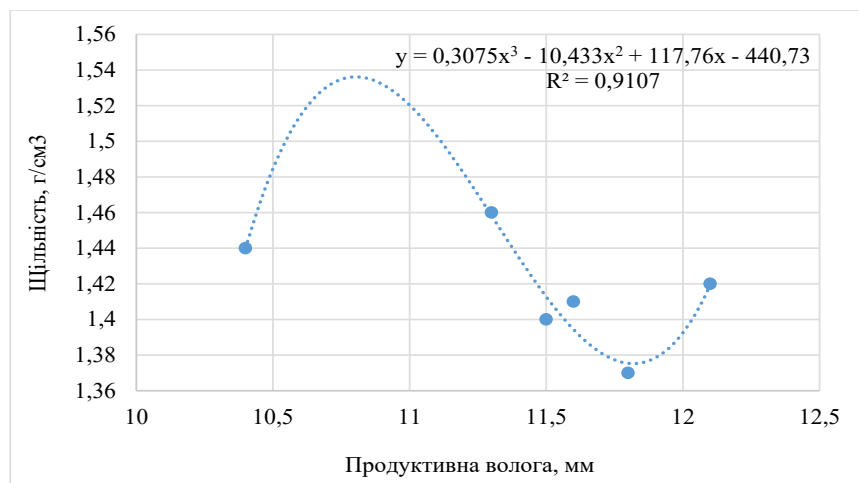


Рис. 3. Кореляційна залежність між щільністю та продуктивною вологою на кінець вегетації пшениці озимої в орному шарі

Висновки. Внесення півтори дози доломітового борошна (1,5 Нг) на фоні мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{120}$ призвело до найнижчих показників щільності дерново-підзолистого ґрунту в шарах 0–10, 10–20 та 20–30 см у фазу сходів пшениці озимої, що склали 1,27; 1,40 та 1,56 г/см³ відповідно. Хоча на період збирання

щільність ґрунту збільшилася, у зазначеному варіанті вона залишалася найнижчою і становила 1,32; 1,42 та 1,58 г/см³ відповідно. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту під пшеницю озимою у варіантах з удобренням на фоні хімічних меліорантів значно перевищували показники контролю, що свідчить про ефективність цих заходів у підвищенні вологостійкості ґрунту.

Кореляційний аналіз між щільністю ґрунту та запасами продуктивної вологи підтвердив існування зворотної залежності: зі зменшенням вологості ґрунту його щільність збільшується. Таким чином, застосування комплексних агротехнічних заходів, зокрема внесення добрив та меліорантів, є дієвим методом запобігання деградації агрофізичних властивостей ґрунту, що в свою чергу створює оптимальні умови для росту та розвитку пшениці озимої та забезпечує стійке підвищення родючості ґрунту в довгостроковій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кирилюк В.П. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів буряків цукрових. *Землеробство*. Вип. 83. 2011. С. 54–60.
2. Веремєєнко С. І., Фурманець О. А. Зміна агрохімічних властивостей темно-сірого ґрунту Західного Лісостепу України під впливом тривалого сільсько-господарського використання. *Ґрунтознавство*. 2014. № 5. С. 602–610.
3. Гудзь В. П., Кропивницький Р. Б., Кравчук М. М. Вплив мінімізації обробітку ґрунту та елементів біологізації на його агрофізичні показники та продуктивність картоплі в умовах Полісся України. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. / за ред. М. В. Роїка*. Вип. 18. Київ : ІБКІЦБ, 2013. С. 117–122.
4. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А. та ін. Зміна агрофізичних показників сірого лісового ґрунту за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 1. С. 19–24.
5. Барвінський А.В. Агрофізичні властивості сірих лісових ґрунтів у зв'язку з систематичним застосуванням добрив та меліорантів. *Вісн. аграр. науки*. 2003 № 9. С. 16–19.
6. Бикін А.В., Бережняк М.Ф., Бордюжа Н.П., Макаренко М.В. Вплив застосування добрив на агрофізичний стан лучно-чорноземного карбонатного ґрунту та врожайність пшениці озимої. *«Наукові доповіді НУБіП»*. 2009. № 3 (15).
7. Носко Б.С., Медведєв В.В., Непочатов О.П., Скороход В.І. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства в посушливих умовах. *Вісник аграрної науки*. № 5. 2000. С. 11–15.
8. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
9. Медведєв В. В. Новітні технології і знаряддя обробки для збереження фізичних властивостей ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2013. №8 (726). С. 5–9.
10. Медведєв В.В. Деякі зміни фізичних властивостей чорноземів під час обробітку. *Ґрунтознавство*. № 1. 1979. С. 79–81.
11. Демиденко О.В., Шикіла М.К. Агрохімічні властивості структурних агрегатів чорнозему в умовах ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 12. С. 16–22.
12. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., Кобзар Н.О. Про вплив гною на структурний та гумусний стан чорнозему типового. *Агрохімія та ґрунтознавство*. Міжвід. тематики. наук. зб. Харків: "Штрих". 2001. Вип. 62. С. 21–26.
13. Косолап М.П., Кротінов А.П. Система землеробства NO-TILL: Навчальний посібник. Київ. Логос. 2011. –352 с.
14. Six J., Elliott E., Paustian K. et al. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1998. V. 62. P. 1367–1377.

15. Grandy A., Robertson G. Aggregation and Organic Matter Protection Following Tillage of a Previously Uncultivated Soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2006. V. 70. P. 1398–1406.
16. Illustrated guide to soil taxonomy: Version 1.1. [Soil Survey Staff]. Lincoln, Nebraska: USDA–NRCS. 2015. 552 p.
17. Pelgrin F., Moreno F., Martin-Aranda J., Camps M. The influence of tillage methods on soil physical properties and water balance for a typical crop rotation in SW Spain. *Soil and Tillage Res.* 1990. V. 16. P. 345–358.
18. Yu T.Y., Zhang X.Y. Effects of different soil tillage systems on soil water in the black farmland. *J. of Southwest University* (Natural Science Edition). 2007. V. 29. P.121–124.
19. Барвінський А.В. Агрофізичні аспекти раціонального використання орних земель у правобережному Лісостепу. Вісн. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 2008. № 1. С. 173–176.
20. Lipiec J., Hakanson I., Tarkiewich S. and Kossowsky J. Soil physical properties and growth of spring barley related to the degree of compactness of two soils. *Soil Tillage Res.* 1991. № 19. P. 307–317.
21. Коваленко Є. С., Ткаченко М. А., Борис Н. Є. Вапнування в Україні. Українськ, 2020. URL : <https://ukralians.com/articles/vapnuvannja-v-ukraini>.
22. Медведєв В.В. Інформаційне забезпечення використання ґрунтів: здобутки і висновки з іноземного досвіду. Харків: ТОВ “Смугаста типографія”, 2016. 296 с.
23. Мазур Г.А., Сімачинський В.М. Теоретичні передумови повторного вапнування ґрунтів. *Вісник с.-г. науки*. 1975. Вип. 7. С. 42.
24. Соколовський О.М. *Ґрунтознавство та агрохімія*. Вибрані праці: Вид-во Урожай. 1989. 135 с.