

УДК 631.431.1:633.15:631.51:533.315

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.12>

ЩІЛЬНІСТЬ ҐРУНТУ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Кобець О.Б. – аспірант кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Центило Л.В. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Щільність ґрунту поряд з її структурним станом вважається основним параметром, який визначає агрофізичні і ґрунтові режими, справляючи істотний вплив на урожайність вирощуваних культур. Мета досліджень встановити зміни щільності складення ґрунту чорнозему типового глибокого залежно від основного обробітку та культур на органічних добрив і їхнього впливу на ріст і розвиток кукурудзи на зерно.

Дослідження проведено у короткотерміновому досліді на чорноземі типовому глибокому. Застосовані матеріали і методи: результати досліджень у польовому досліді; аналіз, узагальнення і статистична обробка даних сучасних літературних матеріалів. Подано результати вивчення застосування технологій обробітку ґрунту та заробляння сидеральних культур на щільність ґрунту. У досліді вивчали варіанти основного обробітку ґрунту: поверхневий обробіток на 6–8 см (контроль); поверхневий обробіток на 6–8 см + безпліщевий обробіток до 35 см; no-till технології, а також застосування сидератів кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль); гній ВРХ – 40 т/га; мінеральні добрива – 150 кг/га; гній ВРХ – 40 т/га + мінеральні добрива – 150 кг/га; редька олійна+фацелія+вика+овес; гірчиця біла+фацелія+люпин+суданська трава; редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава.

Встановлено, що застосування поверхневого обробітку на 6–8 см та no-till технології призводять до його ущільнення та погіршення процесів аерації. Оптимальну щільність складення чорнозему типового в агроценозах кукурудзи забезпечив варіант безпліщевого глибокого рихлення до 35 см – 1,10–1,28 г/см³.

Заробляння під основний обробіток сумішок культур (редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава) варіант 7 мало тенденцію до зменшення щільності ґрунту, як перед посівом кукурудзи та і на період її збирання.

Ключові слова: щільність ґрунту, кукурудза, органічні добрива, сидерати, основний обробіток ґрунту.

Kobets O.B., Tsentilo L.V. Soil density in corn crops depends on its corn tillage and organic fertilizers

Soil density, along with its structural state, is considered the main parameter that determines agrophysical and soil regimes, having a significant impact on the yield of cultivated crops. The purpose of the research is to establish changes in agrophysical properties (soil compaction density) depending on the main tillage and siderate crops and their influence on the growth and development of grain corn.

The research was carried out in a short-term experiment on typical deep chernozem. Applied materials and methods: research results in a field experiment; analysis, generalization and statistical data processing of modern literary materials. The results of the study of the application of soil cultivation technologies and the cultivation of sideral crops on soil density are presented. In the experiment, variants of the main tillage of the soil were studied: surface tillage for 6–8 cm (control); surface treatment by 6–8 cm + shelfless treatment up to 35 cm; no-till technology, as well as the use of root and stubble residues of winter wheat (control); cattle manure – 40 t/ha; mineral fertilizers – 150 kg/ha; cattle manure – 40 t/ha + mineral fertilizers – 150 kg/ha; oil radish + phacelia + vetch + oats; white mustard + phacelia + lupine + Sudan grass; oil radish + white mustard + phacelia + vetch + flax + Sudan grass.

It was established that the use of surface treatment for 6–8 cm and no-till technologies lead to its compaction and deterioration of aeration processes. Optimum density of composition of typical chernozem in agrocenoses of corn was provided by the option of shelfless deep loosening up to 35 cm – 1,10–1,28 g/cm³.

Earning under the main cultivation of mixtures of crops (oil radish + white mustard + phacelia + vetch + flax + Sudanese grass) option 7 had a tendency to decrease the density of the soil, both before sowing corn and during its harvesting period.

Key words: soil density, corn, organic fertilizers, siderates, main tillage.

Постановка проблеми. Створення сприятливих агрофізичних умов є основою формування сталих урожаїв культур польових сівозмін та рівня родючості ґрунту. Систематичний їх контроль, що обумовлено змінами у ґрунті, викликаним рівнем інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, однак агрофізичні умови можуть бути у сприятливому інтервалі, навіть за межами його [13, 14]. Від щільності ґрунту залежить здатність його поглинати і утримувати вологу, забезпечувати її ефективне використання рослинами, а також поживними речовинами й повітрям. Це питання є виключно важливим для всіх сільськогосподарських культур, зокрема і кукурудзи на зерно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За визнання факту впливу щільності на врожай і необхідність приведення щільності ґрунту до рівня оптимальною шляхом механічної дії, то виникає питання: яка рівноважна щільність ґрунту поля, що ми використовуємо під посів тієї або іншої культури.

Дослідженнями І. В. Пліско та ін. [6] встановлено, що, як правило, після оранки чи іншого способу основного обробітку ґрунту набуває мінімальної щільності.

Зустрічаються у наукових виданнях суперечливі дані про вплив різних систем і способів основного обробітку ґрунту на створення оптимальних параметрів щільності ґрунту для сільськогосподарських культур. Так, прихильники полицевого обробітку вважають, що надмірне розпорощення орного шару ґрунту, особливо посівного шару [11]. Однак за даними М. К. Шикули [5], проведення безполіцевого обробітку не суттєво підвищує щільність ґрунту. За даними А. І. Горбатенко та ін., [1], О. І. Цилюрка [10], дослідження щільності чорнозему потужного залежно від способів обробітку ґрунту показало, що об'ємна маса шару 10-20 см від застосування поверхневого та мілкого обробітку ґрунту збільшувалася на 0,04-0,06 г/см³.

За даними С. П. Танчика та ін., [9] застосування у сівозміні різних систем основного обробітку ґрунту призводять до певних специфічних, притаманних кожній системі обробітку, змін щільності ґрунту та інших його агрофізичних властивостей. Суттєве ущільнення орного шару ґрунту спостерігається за умов промислової системи землеробства на тлі плоскорізного та поверхневого обробітку ґрунту. Однак внесення гною, побічної продукції, сидерату за екологічної та біологічної системи землеробства в сівозміні забезпечує поступове зменшення щільності ґрунту.

У дослідженнях В. М. Польовий та ін., [7] встановлено, що упродовж 3-х ротаций сівозміни щільність ґрунту шару 0–10 см за всіх досліджуваних обробітків перебувала в сприятливому для культури інтервалі – 1,13 – 1,27 г/см³. Зі збільшенням глибини щільність ґрунту зростала і в шарі 20–30 см за оранки на 20–22 см, дискування на 10 – 12 см і 6–8 см становила відповідно 1,34–1,43; 1,37–1,44 та 1,39– 1,53 г/см³, що свідчить про формування плужної підшви. Побічна продукція дещо знижувала щільність ґрунту.

Постановка завдання. Метою досліджень було встановлення зміни щільності складення ґрунту залежно від основного обробітку та органічних добрив і їхнього впливу на ріст і розвиток кукурудзи на зерно.

Виклад основного матеріалу досліджень. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі Навчально-науково-інноваційному центрі агро-технологій ТОВ «Агрофірма Колос» (2023–2024 рр.) Сквирського району Київської області у короткотерміновому досліді у сівозміні з наступним чергуванням культур: соя – пшениця озима + післяжнивні посіви – кукурудза на зерно. Грунт дослідного поля – чорнозем типовий глибокий крупнопилувато середньосуглинковий на лесі. Уміст гумусу в оброблювальному шарі 4,6–4,8% (за Тюриним), легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 14,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 15,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 15,2 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим).

Об'ємна маса ґрунту в рівноважному стані – 1,24 г/см³, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове – 6,4.

Перший чинник, який вивчали, були системи основного обробітку ґрунту:

1. Поверхневий обробіток на 6–8 см (контроль); 2. Поверхневий обробіток на 6–8 см + безполицевий обробіток до 35 см; 3. No-till технології.

Другий чинник – органічні і мінеральні добрива.

1. Кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль); 2. Гній ВРХ -40 т/га; 3. Мінеральні добрива – 150 кг/га; 4. Гній ВРХ -40 т/га + мінеральні добрива –150 кг/га; 5. Редька олійна+фацелія+вика+овес; 6. Гірчиця біла+фацелія+люпин+суданська трава; 7. Редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава. Рослинні рештки, гній, сидеральні культури на варіантах поверхневого і безполицевого обробітку ґрунту заробляли їх важкою дисковою бороною перед основним обробітком. На варіанті no-till технології сидеральні культури, побічна продукція, гній залишались на полі без заробляння.

Повторення у досліді триразове, розміщення варіантів послідовне. Розмір посівної ділянки 224 м² (7х32), облікової – 150 м² (5х30). Дослідження щільності чорнозему типового глибокого проводили на період сходів, 6–8 листків, наприкінці вегетації кукурудзи та перед виконанням основного обробітку ґрунту. Зразки ґрунту відбирали до 30 см та готували до аналізів згідно із ДСТУ ISO 11464–2001. Щільність складення – методом ріжучого кільця пошарово через кожні 10 см до глибини 30 см (ДСТУ ISO 11272–2001) [12].

В літньо-осінній період щільність ґрунту глибше 0–30 см шару майже не змінюється, отже у полі досліджень перебуває шар на який здійснює антропогенне втручання де розміщується найбільша частина маси кореневої системи.

Встановлено, що органічні добрива сприяли неістотному зростанню щільності ґрунту на 0,01 г/см³ у межах оброблюваного шару (рис. 1). Застосування мінеральних добрив сприяло зростанню в орному 0–30 см шарі щільності ґрунту на 0,03 г/см³. Пояснюється це тим, що від щільності ґрунту залежить також фосфорний режим ґрунту і доступність сполук фосфору для рослин і цілому ефективність фосфорних добрив.

Підвищена щільність знижує доступність фосфору для рослин, по-перше, із-за погіршення біологічного режиму (зниження чисельності в біомасі мікроорганізмів, розкладають мінеральні та органічні форми фосфорних сполук та ферментів, що стимулюють процеси розчинення фосфатів), по-друге, через зменшення розмірів та погіршення морфології корневих систем [3, 4].

Здійснено досить глибоке визначення впливу внесення органічних добрив на щільність ґрунту, це завдання потребує конкретизації в контексті застосування соломи, сидерату в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [15, 16].

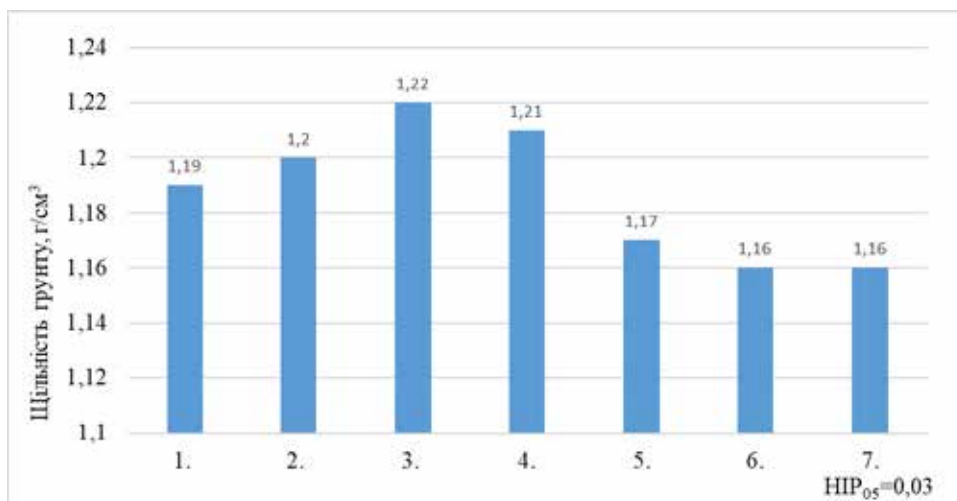


Рис. 1. Щільність ґрунту в шарі 0–30 см на час заробки сидератів, г/см³, за 2023-2024 рр.

Примітка: 1 – кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль); 2 – гній ВРХ – 40 т/га; 3 – мінеральні добрива – 150 кг/га; 4 – гній ВРХ – 40 т/га + мінеральні добрива – 150 кг/га; 5 – редька олійна+фацелія+вика+овес; 6 – гірчиця біла+фацелія+люпин+суданська трава; 7 – редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава.

Сумісне внесення гною 40 т/га і мінеральних добрив – 150 кг/га призвело до неістотного розуцільнення орного шару ґрунту. На період заробляння культур на сидерат варіант 6 і 7 щільність ґрунту орного (0–30 см) шару виявилася меншою на 0,03 г/см³. Пояснюється це тим, що корені сидеральних культур упродовж вегетації розуцільнюють ґрунт.

Основний обробіток після пшениці озимої під кукурудзу має значний вплив на зміни щільності ґрунту (табл. 1). На час сівби кукурудзи, в щільність складення орного шару за no-till технології виявилася вищою від поверхневого обробітку і безполицевого глибокого розпушування.

На період 6–8 листків кукурудзи різниця між варіантами обробітку за впливом на щільність складення орного шару дещо скоротилась, однак тенденція до підвищення її після поверхневого обробітку зберіглася. Загалом підвищення щільності з періоду сівби на всіх варіантах відбулося на 0,03–0,10 г/см³, з найбільшим значенням на варіанті поверхневого обробітку. Головним чином воно стосується ущільнення нижніх шарів після 20 см, що є наслідком впливу атмосферних явищ та гравітаційних сил.

Дослідження проведені науковцями кафедри землеробства та гербології НУБіП України вказують на тенденцію до підвищення щільності складення ґрунту після застосування мілких обробітків, особливо на варіанті за прямої сівби [8].

За глибокого безполицевого розпушування ґрунту у період повної стиглості кукурудзи щільність становила від 1,18 до 1,30 г/см³. Найвищими серед досліджуваних обробітків значення щільності складення 1,21–1,33 г/см³ були на варіанті із no-till технологією.

Таблиця 1

Щільність ґрунту в 0–30 см шарі агроценозу кукурудзи залежно від його обробітку та сидератів, г/см³, за 2023-2024 рр.

Варіант		Час визначення		
обробіток ґрунту, А	органічні і мінеральні добрива, В	на період сходів	6–8 листків	на час збирання
Поверхневий обробіток на 6–8 см	1	1,18	1,25	1,30
	2	1,16	1,21	1,24
	3	1,17	1,20	1,23
	4	1,16	1,18	1,21
	5	1,13	1,19	1,20
	6	1,10	1,19	1,19
	7	1,10	1,20	1,20
Поверхневий обробіток на 6–8 см + безполіцевий до 35 см	1	1,15	1,24	1,28
	2	1,14	1,22	1,24
	3	1,16	1,20	1,22
	4	1,15	1,20	1,21
	5	1,11	1,18	1,20
	6	1,09	1,17	1,19
	7	1,08	1,16	1,18
No-till технологія	1	1,19	1,27	1,33
	2	1,18	1,27	1,23
	3	1,20	1,28	1,25
	4	1,20	1,24	1,23
	5	1,18	1,22	1,22
	6	1,14	1,20	1,22
	7	1,13	1,20	1,22
НІР ₀₅ А		0,04	0,05	0,05
НІР ₀₅ В		0,02	0,03	0,04

Примітка: 1 – кореневі та стерньові рештки пшениці озимої (контроль); 2 – гній ВРХ – 40 т/га; 3 – мінеральні добрива – 150 кг/га; 4–гній ВРХ – 40 т/га + мінеральні добрива – 150 кг/га; 5–редька олійна+фацелія+вика+овес; 6 – гірчиця біла+фацелія+люпин+суданська трава; 7 – редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава.

Заробляння під основний обробіток сумішок культур (редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава) варіант 7 мало тенденцію до зменшення щільності ґрунту, як перед посівом кукурудзи і на період її збирання.

За умови внесення у ґрунт зеленої маси сидератів відмічено зменшення щільності ґрунту в більшій мірі, ніж після гною, це пояснюється значно швидким розкладом органічної маси зелених добрив. Серед варіантів обробітку ґрунту лише поверхневий на 6–8 см та no-till технології призводить до істотного підвищення щільності ґрунту в середньому на 0,02–0,05 г/см³.

Кореляційна залежність урожайності кукурудзи на зерно від щільності складення (рис. 2), свідчить на значний вплив даного показника на ріст і розвиток рослин.

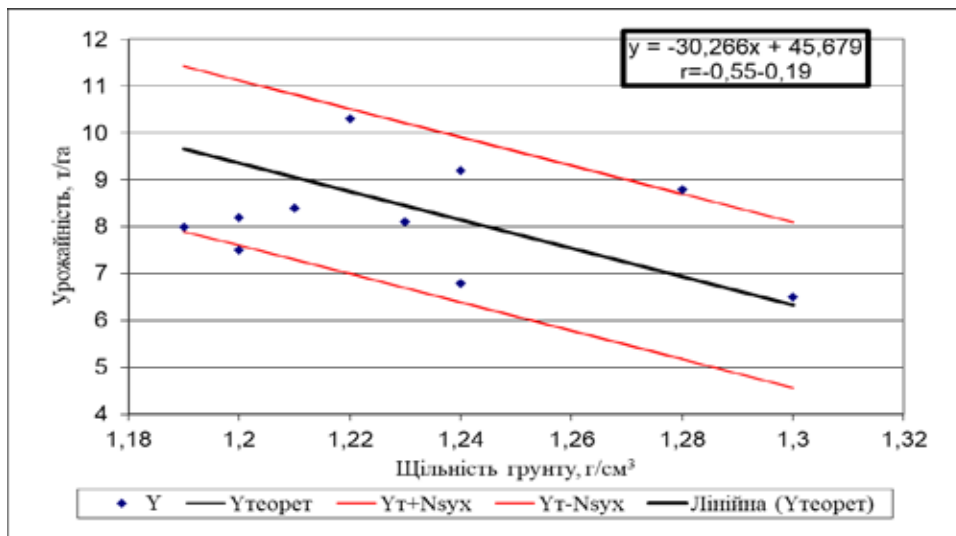


Рис. 2. Кореляційна залежність між урожайністю кукурудзи і щільністю складення ґрунту

Обернена кореляційна залежність на середньому рівні ($r=-0,55\pm 0,19$), підтверджує думку про значимість коливань величини щільності, навіть у межах загальноприйнятого інтервалу значень і ймовірне погіршення фізичних властивостей ґрунту після заміни полицевих обробітків на глибоке безполицеве розпушування.

Підтверджується останніми дослідженнями проведених на чорноземі типових, про досить високу залежність від глибини та способу обробітку ґрунту [2].

Висновки і пропозиції. Встановлено, що застосування поверхневого обробітку на 6–8 см та no-till технологій призводять до його ущільнення та погіршення процесів аерації. Оптимальну щільність складення чорнозему типового в агроценозах кукурудзи забезпечив варіант безполицевого глибокого рихлення до 35 см – 1,10–1,28 г/см³.

Заробляння під основний обробіток сумішок культур (редька олійна+гірчиця біла+фацелія+вика+льон+суданська трава) варіант 7 мало тенденцію до зменшення щільності ґрунту, як перед посівом кукурудзи та на період її збирання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Циліорик О. І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичний стан ґрунту і урожайність озимої пшениці. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2010. № 38. С. 40–45.
2. Гудзь В. П., Міщенко Ю. Г., Прасол В. І., Муха Л. В., Дідора В. Г., Кропивницький Р. Б. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі. Наукові доповіді НУБіП. 2011. № 7 (23). С. 1–11.
3. Дегодюк С. Е., Дегодюк Е. Г., Літвінова О. А., Бондар Ю. Д., Бусласва Н. Г. Зміна агрофізичних показників сірого лісового ґрунту за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив. Вісник аграрної науки. 2020. № 1. С. 19–24.

4. Малієнко А. М., Борис Н. Є. Вплив методів основних обробітків та побічної продукції попередника на щільність складення ґрунту в сівозміні. 36. Наук. Пр. Уманського національного університету садівництва. Умань :УНУС, 2016. Вип. 89. Ч. 1. С. 113-125.
5. Охорона ґрунтів : навч. посіб. / М.К. Шикуча та ін. К. : Знання, 2001. 400 с.
6. Пліско І. В., Романчук К. Ю., Куцова К. М. Вплив просторової неоднорідності агрофізичних властивостей ґрунтів на врожайність сільськогосподарських культур. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2024. № 1. С. 31–39. DOI <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-1-31-39>
7. Польовий В. М., Фурманець М. Г., Сніжок О. В. Вплив обробітку ґрунту та побічної продукції на врожайність пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2023. № 3. С. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-04>
8. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового Правобережного Лісостепу України. *Plant and Soil Science*. 2019. Vol. 10 (1). С. 41–49. <https://doi.org/10.31548/agr2019.01.041>
9. Танчик С. П., Цюк О. А., Центило Л. В. Наукові основи систем землеробства : монографія. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 314 с.
10. Циліорик О. І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичні властивості та водний режим ґрунту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2009. № 71. С. 31–36.
11. Юркевич Є. О., Валентюк Н. О., Албул С. І. Зміни щільності ґрунту у посівах кукурудзи за системи органічного землеробства в умовах придунайського степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Ч. 2. С. 95–102. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.14>
12. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу : ДСТУ ISO 11272–2001 [чинний від 2003- 07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2001. 15 с.
13. 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>
14. Long-term soil quality effects of soil and crop management in organic and conventional arable cropping systems / De Notaris C. et al. *Geoderma*. 2021. P. 403–408. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115383>
15. 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>
16. Zhang Y. J. et al. Effects of different sub-soiling frequencies incorporated into no-tillage systems on soil properties and crop yield in dryland wheat-maize rotation system. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 209. P. 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.05.002>