

УДК 631.43:631.452:631.51] 631.559
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.1.24>

АГРОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ОРНОГО ШАРУ І УРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Єщенко В. О. – д.с.-г.н,
професор кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-6109-822X

Коваль Г. В. – к.с.-г.н,
доцент кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-8000-919X

Карнаух О. Б. – к.с.-г.н, доцент,
завідувач кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0003-4241-6154

Дослідження проведені в умовах стаціонарного досліду на фоні п'ятирічної сівозміни з ярими культурами на чорноземі опідзоленому впродовж 2012–2017 рр., націлені на вивчення ефективності двох заходів мінімалізації основного обробітку ґрунту: заміни зяблевої оранки плоскорізним розпушуванням і зменшення глибини обох заходів обробітку. Вивчаючи структурність орного шару ґрунту на фоні зяблевої оранки і плоскорізного розпушування встановлено позитивний вплив використання безпліцевого основного обробітку на вміст в ґрунтовому середовищі агрономічно цінних структурних агрегатів. За рахунок цього заходу мінімалізації вміст агрегатів розміром 0,25–10 мм в діаметрі під посівами ячменю, льону олійного, сої, ріпаку і пшениці на середину їх вегетації збільшувався відповідно на 0,7; 0,9; 1,0; 1,2 і 1,3 % в абсолютному виразі. Зменшення глибини основного обробітку ґрунту зумовлювало незначне погіршення структурності орного шару, коли від заміни глибокої оранки середньою і мілкою вміст агрономічно цінної фракції знижувався в середньому по сівозміні лише на 0,9 і 1,4 % відповідно. Щільність ґрунту в орному шарі мала тенденцію до зростання за обох шляхів мінімалізації основного обробітку, коли від заміни зяблевої оранки плоскорізним розпушуванням цей агрофізичний показник родючості ґрунту на початок вегетації культур під посівами ячменю і пшениці підвищувався на 0,03 г/см³, а під посівами ріпаку, льону олійного і сої – відповідно на 0,04; 0,05 і 0,06 г/см³. За зменшення глибини оранки від максимальної до мінімальної щільність складення ґрунту в орному шарі збільшувалась в середньому по сівозміні на 0,04 г/см³, а за такого ж зменшення глибини плоскорізного обробітку – на 0,03 г/см³. Але за будь-якої мінімалізації основного обробітку показники щільності залишались в межах оптимальності для чорноземного ґрунту. В межах задовільності залишалась і пористість ґрунту після використання різних варіантів мінімалізації обробітку ґрунту. І не дивлячись на відсутність негативного впливу досліджуваних заходів мінімалізації основного обробітку ґрунту, урожайність всіх культур п'ятирічної сівозміни від використання цих заходів помітно знижувалась.

Ключові слова: мінімалізація основного обробітку, структурність ґрунту, щільність ґрунту, пористість ґрунту, урожайність сільськогосподарських культур.



Yeshenko V. E., Koval G. V., Karnaukh O. B. Agrophysical indexes of arable layer fertility and crop yields for minimizing of basic soil cultivation

The researches were carried out in the conditions of a stationary experiment under five-row crop rotation with spring crops on podzolized black soil during 2012–2017, aimed at studying the effectiveness of two measures for minimizing basic soil cultivation: replacement of fall ploughing by subsurface loosening and reducing the depth of both cultivation methods. Positive effect of the use of subsurface basic cultivation on the content of agronomically valuable structural aggregates in the soil environment was established by studying the structure of the arable layer of soil under fall ploughing and subsurface loosening. Owing to this minimization measure, the content of aggregates of 0,25–10 mm in diameter under the crops of barley, oil flax, soybean, rape and wheat in the middle of their vegetation increased by 0,7; 0,9; 1,0; 1,2 and 1,3 % respectively in absolute expression. Reducing the depth of basic soil cultivation led to a slight deterioration in the structure of arable layer, when from the replacement of the deep ploughing by medium and shallow the content of agronomically valuable fraction declined in average only by 0.9 and 1.4 %, respectively in the crop rotation. Soil density in the arable layer tended to increasing of both ways to minimize the main cultivation, when this agrophysical index of soil fertility at the beginning of vegetation of crops under barley and wheat increased by 0.03 g/cm³, and under rape, oil flax and soybean by 0.04; 0.05 and 0.06 g/cm³ respectively from the replacement of fall ploughing by subsurface cultivation. Soil density in the arable layer increased in average by 0.04 g/cm³ in crop rotation under decreasing the depth of ploughing from maximum to minimum, and by 0.03 g/cm³ under the same decrease in the depth of subsurface cultivation. However, density indexes remained within the optimum for black soil under any minimization of the basic cultivation. Soil porosity remained within a satisfactory level after using of different options for soil cultivation minimizing. Yielding capacity of all crops of five-row crop rotation significantly decreased after the use of these measures despite the absence of negative influence of the studied measures for minimizing the basic soil cultivation.

Key words: minimization of main tillage, soil structure, soil density, soil porosity, crop yield.

Вступ. Впродовж ХХ століття вітчизняне землеробство йшло в переважній більшості по шляху інтенсифікації механічного обробітку ґрунту, на який покладалось не тільки створення сприятливих умов фізичного стану ґрунту, а й поліпшення фітосанітарного стану ґрунтового середовища і посівів. За прогресивним розвитком хімічної промисловості останнє залишилось за пестицидами, а обробіток ґрунту повинен поліпшувати лише агрофізичні показники родючості ґрунту, які за інтенсивного обробітку можуть навіть погіршуватись [1]. Так, в дослідях В. Г. Крижанівського і Г. Л. Пінчовського (2018) від заміни в системі зяблевого обробітку оранки культивацією вміст агротехнічної структури в шарах ґрунту 10–20 і 20–30 см на період цвітіння гороху збільшувався відповідно з 73,7 до 76,8 і з 75,5 до 77,3 % при HIP_{05} 1,3 %. І пояснюється таке збільшення меншим руйнуванням структурних агрегатів за менш інтенсивного зяблевого обробітку ґрунту [2, 3]. В дослідях Romanekas та ін. (2009) заміна оранки безполицевим розпушуванням супроводжувалась неістотним зменшенням щільності ґрунту в шарі 0–10 см і таким же збільшенням – в шарі 10–20 см [4]. Істотно позначалось на щільності у бік збільшення і пористості верхнього 20-сантиметрового шару у бік зменшення лише кардинальна мінімалізація механічного обробітку – повна відмова від нього [5]. Разом з цим згідно досліджень Auskalnis (2005) навіть використання безполицевих обробітків замість оранки приводило до погіршення фізичного стану ґрунту через погіршення його структурності, ущільнення та зменшення загальної пористості [6]. Це суперечить наслідкам досліджень Koval та ін. (2016) де щільність ґрунту і його пористість залишалась практично без змін при заміні оранки на 20–22 см менш інтенсивним основним обробітком ґрунту [7].

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводились в стаціонарному досліді кафедри загального землеробства Уманського національного

університету садівництва впродовж 2012–2017 рр. на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому.

В орному шарі цього ґрунту вміст гумусу коливається від 3,2 до 3,5 % при середній забезпеченості основними елементами живлення. В досліді вивчались два шляхи мінімізації основного зяблевого обробітку ґрунту. Заміна полицевого обробітку безполицевим і зменшення глибини обох способів обробітку. Вивчались обидва ці шляхи мінімізації під ярі культури 5-пільної сівозміни з таким їх чергуванням: ячмінь – соя – ріпак – пшениця – льон олійний. Загальна схема досліді показана в таблицях. Метод розміщення ділянок систематичний, повторність – триразова. Згідно програми досліджень в шарі ґрунту 0–30 см визначались:

- структурність ґрунту на середину вегетації ярих культур – методом сухого просіювання за Саввіновим згідно ДСТУ 4744:2007;
- щільність ґрунту на початок і середину вегетації вирощуваних в сівозміні культур – за Качинським згідно ДСТУ ISO 11272:2001;
- загальна пористість ґрунту на початок і середину вегетації культивованих рослин – методом насичення ґрунту непорушної будови в циліндрах водою.

Урожай вирощуваних культур збирали методом прямого комбайнування з його доведенням до 100-відсоткової чистоти і стандартної вологості.

Результати та їх обговорення. Оптимальні умови для мінімізації обробітку ґрунту за Медведєвим (2010) складаються тоді коли в орному шарі частка агрономічно цінної структури – розміром від 0,25 до 10 мм в діаметрі – складає більше 70 %, а рівноважна його щільність знаходиться в межах 1,10–1,30 г/см³, тобто, близька до оптимальних параметрів для цього показника. Такі умови складались і в нашому досліді, де на фоні зяблевої оранки на 25–27 см на середину вегетації ячменю, сої, ріпаку, пшениці, льону олійного і в середньому по сівозміні вміст агрономічно цінної структури в шарі 0–30 см в середньому за 2012–2017 рр. був вищим 70 % складаючи відповідно 72,5; 72,1; 73,7; 71,5; 73,1 і 72,6 %. Коли ж глибина зяблевої оранки зменшувалась до 20–22 і 15–17 см, то вище перелічені показники зменшувались відповідно на 0,7–1,2 і 0,6–1,9 % не виходячи при цьому за межі оптимальності. Це вказує на те, що з врахуванням щільності чорноземного ґрунту є можливість мінімізувати його обробіток шляхом зменшення глибини оранки від глибокої до мілкої.

Згідно даних таблиці 1 можливий і другий шлях мінімізації основного обробітку ґрунту – заміна полицевого обробітку безполицевим. Від такої заміни структурність ґрунту не тільки не погіршувалась, а навіть поліпшувалась. При цьому від заміни глибокої, середньої за глибиною і мілкої оранки такими ж плоскорізними розпушуваннями, то вміст агрономічно цінних структурних агрегатів в середньому по сівозміні підвищувався відповідно на 0,9; 1,1 і 1,0 %, хоч з врахуванням абсолютних показників ці зміни не можна вважати істотним.

Інший важливий агрофізичний показник родючості ґрунту – його щільність у шарі 0–30 см в середньому за 2012–2017 рр. на початку вегетації ярих культур в сівозміні на фоні глибокої оранки коливалась від 1,11 до 1,15 г/см³. Коли ж глибину оранки зменшували до 20–22 і 15–17 см, то щільність ґрунту на цей же період підвищувалась відповідно до 1,13–1,17 і 1,14–1,19 г/см³. До середини вегетації вирощуваних культур щільність ґрунту зростала в цілому по досліді, залишаючись при цьому в межах оптимальності. Коли різноглибинну оранку заміняли плоскорізним обробітком, то щільність ґрунту під посівами культур у сівозміні зростала, але на невелику величину (табл. 2).

Таблиця 1

Зміна (+, –) частки (%) при заміні агрономічно цінної структури в шарі ґрунту 0–30 см на середину вегетації ярих культур при заміні зяблевої оранки плоскорізним розпушуванням (середнє за 2012–2017 рр.)

| Культура сівозміни | Глибина обробітку, см | | | Середнє по культурі |
|----------------------|-----------------------|-------|-------|---------------------|
| | 25–27 | 20–22 | 15–17 | |
| Ячмінь | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 0,7 |
| Соя | 1,6 | 1,1 | 0,2 | 1,0 |
| Ріпак | 0,6 | 1,3 | 1,6 | 1,2 |
| Пшениця | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,3 |
| Льон олійний | 0,7 | 1,1 | 1,0 | 0,9 |
| Середнє по сівозміні | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |

Таблиця 2

Заміна (+, –) щільності (г/см³) в шарі 0–30 см під посівами ярих культур при заміні зяблевої оранки плоскорізним розпушуванням (середнє за 2012–2017 рр.)

| Культура сівозміни | Глибина обробітку, см | | | Середнє по культурі |
|----------------------|-----------------------|-------|-------|---------------------|
| | 25–25 | 20–22 | 15–17 | |
| Початок вегетації | | | | |
| Ячмінь | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Соя | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Ріпак | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |
| Пшениця | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Льон олійний | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Середнє по сівозміні | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Середина вегетації | | | | |
| Ячмінь | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Соя | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Ріпак | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Пшениця | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Льон олійний | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Середнє по сівозміні | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |

Децо більшим це зростання спостерігалось на початок вегетації культур, коли від заміни глибокої, середньої та мілкої оранки плоскорізним розпушуванням на відповідні глибини щільність орного шару в середньому по сівозміні зростала в усіх варіантах заміни на 0,04 г/см³. На середину вегетації культур від такої заміни щільність ґрунту в цілому по сівозміні збільшувалась відповідно на 0,02; 0,03 і 0,02 %, не досягаючи в жодному випадку критичних для цього показника величин.

Стосовно іншого показника будови ґрунту – його пористості, то загалом відомо, що задовільні для рослин умови на чорноземних ґрунтах складаються за пористості орного шару в межах 50–55 %, і сприятливі – коли цей показник вище

55 %. В нашому досліді на початок вегетації культур на фоні глибокої оранки цей показник в шарі ґрунту 0–30 см коливався від 56,3 до 57,8 % при середньому значенні в сівозміні 56,9 %. Коли ж глибина оранки зменшувалась до 20–22 і 15–17 см, то останній показник знижувався тільки на 0,6 і 1,4 % відповідно. На середину вегетації культур в цілому по сівозміні загальна пористість орного шару за глибокої, середньої і мілкої оранки складала відповідно 53,8; 53,5 і 52,9 %, а це значить, що всі вони були в межах задовільних величин.

Заміна різноглибинної зяблевої оранки плоскорізним розпушуванням на ті самі глибини зумовлює в усіх випадках зниження цього показника (табл. 3). Так, на початок вегетації різних культур в середньому по сівозміні від заміни глибокого, середнього і мілкого полицевого зяблевого обробітку плоскорізним розпушуванням ґрунту на відповідні глибини загальна пористість орного шару знижувалась відповідно на 1,7; 1,6 і 1,5 %. Ще меншим це зниження було на середину вегетації культур, становлячи відповідно лише 0,9; 0,9 і 0,7 %. За названих вище абсолютних величин пористості ґрунту на фоні зяблевої оранки за різних глибин її проведення, таке зниження пористості ґрунту на фоні безполицевого обробітку не могло так погіршити умови фізичного стану ґрунтового середовища, щоб вони могли відбитись на умовах формування врожаю вирощуваних культур. І разом з тим, як видно з аналізу даних таблиці 4, урожайність всіх культур сівозміни на фоні плоско різного розпушування помітно знижується.

Таблиця 3

**Заміна (+, –) загальної пористості (%) ґрунту в шарі 0–30 см
під посівами ярих культур при заміні зяблевої оранки плоско різним
розпушуванням (середнє за 2012–2017 рр.)**

| Культура сівозміни | Глибина обробітку, см | | | Середнє по культурі |
|----------------------|-----------------------|-------|-------|---------------------|
| | 25–25 | 20–22 | 15–17 | |
| Початок вегетації | | | | |
| Ячмінь | –1,2 | –1,1 | –1,2 | –1,2 |
| Соя | –2,3 | –1,9 | –2,3 | –2,2 |
| Ріпак | –1,5 | –1,9 | –1,5 | –1,6 |
| Пшениця | –1,6 | –1,1 | –0,7 | –1,1 |
| Льон олійний | –1,9 | –1,9 | –1,9 | –1,9 |
| Середнє по сівозміні | –1,7 | –1,6 | –1,5 | –1,6 |
| Середина вегетації | | | | |
| Ячмінь | –1,2 | –1,1 | –0,7 | –1,0 |
| Соя | –0,4 | –0,5 | –0,8 | –0,6 |
| Ріпак | –0,8 | –0,7 | –0,8 | –0,8 |
| Пшениця | –1,2 | –1,2 | –0,4 | –0,9 |
| Льон олійний | –0,8 | –1,2 | –0,8 | –0,9 |
| Середнє по сівозміні | –0,9 | –0,9 | –0,7 | –0,8 |

Викликалось зниження врожайності всіх вирощуваних культур і зменшенням глибини обох способів зяблевого обробітку ґрунту.

Разом з тим реакція окремих культур на різні заходи мінімалізації була неоднаковою. Якщо від заміни оранки плоскорізним обробітком урожайність пшениці,

Таблиця 4

**Урожайність ярих культур на фоні різних заходів і глибин
основного зяблевого обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2012–2017 рр.)**

| Захід обробітку | Глибина обробітку, см | Культура сівозміни | | | | |
|---|-----------------------|--------------------|------|-------|---------|--------------|
| | | Ячмінь | Соя | Ріпак | Пшениця | Льон олійний |
| Оранка | 25–27 | 3,28 | 2,52 | 1,93 | 3,47 | 1,67 |
| | 20–22 | 3,11 | 2,47 | 1,79 | 3,31 | 1,53 |
| | 15–17 | 2,87 | 2,39 | 1,66 | 3,19 | 1,46 |
| Середнє по культурі на фоні оранки | | 3,09 | 2,46 | 1,79 | 3,32 | 1,55 |
| Плоскорізне розпушування | 25–27 | 3,02 | 2,13 | 1,81 | 3,26 | 1,49 |
| | 20–22 | 2,89 | 2,03 | 1,66 | 3,13 | 1,37 |
| | 15–17 | 2,69 | 1,97 | 1,55 | 3,05 | 1,27 |
| Середнє по культурі на фоні плоскорізного обробітку | | 2,87 | 2,04 | 1,67 | 3,15 | 1,38 |

ріпаку і ячменю знижувалась відповідно на 5,1; 6,3 і 7,1 %, то льону олійного і сої – на 11,0 і 17,1 % відповідно. Якщо від заміни найглибшої оранки наймілкішою урожайність сої і пшениці знижувалась на 5,2 і 8,1 %, то зниження урожайності ячменю, льону олійного і ріпаку сягало 12,5; 12,6 і 14,0 %.

Висновки.

1. Заміна полицевої зяблевої оранки плоскорізним розпушуванням ґрунту позитивно впливає на структурність ґрунту при незначному зростанні щільності та зниженні загальної пористості орного шару, які при цьому залишались в межах оптимальності.

2. За зменшення глибини оранки і плоскорізного розпушування з 25–27 до 20–22 і 15–17 см структурність ґрунту знизилась на початок вегетації культур в середньому по сівозміні відповідно на 0,9–1,4 і 0,6–1,4 %, щільність орного шару зростала відповідно з 1,13 до 1,15 і 1,17 та з 1,18 до 1,19 і 1,21 г/см³, а загальна пористість знижувалась відповідно з 56,9 до 56,3 і 55,5 та з 55,2 до 54,7 і 54,0.

3. Відмічені негативні зміни окремих фізичних показників родючості ґрунту не могли призвести до погіршення умов формування врожаю вирощуваних культур, хоч їх урожайність за обох досліджуваних шляхів мінімізації обробітку ґрунту. Виявити причинність такого зниження і буде завданням наших наступних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Єщенко В. О., Головчук А. Ф., Слаута В. А., Калієвський М. В. Обробіток ґрунту та наукові основи його мінімізації. Умань: Видавець «Сочинський», 2011. 308 с.
2. Крижанівський В. Г., Пінчківський Г. Л. Вміст структурних агрегатів ґрунту в літній період вегетації гороху, пшениці озимої та буряка цукрового за різних заходів основного обробітку. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Вип. 92. Умань, 2018. С. 141–149.
3. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харків: ТОВ «ЕДЕНА», 2010. 202 с.

4. Romaneckas K., Romaneckiene R., Sarauskis E., Pilipavicius V., Sakalauskas A. 2009. The effect of conservation primary and zero tillage on soil bulk density, water content, sugar beet growth and weed infestation. *Agronomy Research* 7(1). 73–86.

5. Strudley, M. W., Green, T. R., Accough, J. C. 2008. Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil and Tillage Research* 99. 4–48.

6. Auskanis, A. 2005. Different soil tillage regimes on sandy loam cambisols. In Romaneckas K (ed) *Recent results and future challenges in soil tillage research international scientific seminar*. Lithuanian University of Agriculture Academia. Lithuania. pp. 6–9.

7. Kovar, S., Kovaricek, P., Novak, P., Kroulik, M. 2016. The effect of soil tillage technologies on the surface of the infiltration speed of water into the soil. *Agronomy Research* 14(20). 434–441.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026
