



UDC 631.434

**IMPACT OF FERTILIZER SYSTEMS IN FIELD CROP ROTATION ON STRUCTURAL STATE AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF CHORNOZEM PODZOLIZED**

**M. Nedvyha, I. Prokopchuk, S. Prokopchuk**

Article info

Received

05.02.2020

Accepted

11.03.2020

Uman National  
University of  
Horticulture  
1, Institutaska Str.,  
Uman,  
20305, Ukraine

E-mail:

[pivotbi@ukr.net](mailto:pivotbi@ukr.net)

*Nedvyha, M., Prokopchuk, I., Prokopchuk, S. (2020). Impact of fertilizer systems in field crop rotation on structural state and water-physical properties of chernozem podzolized. Scientific Horizons, 03 (88), 116–120. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-116-120.*

The results of a long-term study of different levels and systems of fertilizers under the conditions of a stationary field experiment, laid in 1964, in a field crop rotation on pea crops, influence of a single, double and triple doses of fertilizers on mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems on the structural state, full and capillary water capacity of podzolized heavy-loamed chernozem at the beginning and the end of vegetation are presented in the article. It has been established that the structural state of the soil deteriorates at the beginning of vegetation period with the mineral fertilizer of the third level, the number of agronomically valuable aggregates in the soil layer of 10–20 cm decreased by almost 4 % compared to the control; this was mainly due to the increase in the share of macro- and microaggregates.

In variants of the organic fertilizer system, especially with high doses of its application (variant of 18 t/ha of manure) in the soil layer of 10–20 cm, the number of mesoaggregates increased by 5 % compared to the control. In a context of organo-mineral fertilizer system, the structural state of the podzolized chernozem was at the level of the variants of the organic fertilizer system. Studies have found that soil density increases primarily due to the rise in the share of clay fraction, and this is quite clearly appeared in the variants of the mineral fertilizer system, while under the organic and organo-mineral systems their share decreases. With a general decrease in soil water conductivity during the vegetation period, it was still higher than control in the variants of organic and organo-mineral fertilizer systems. Manure 13.5 t + N<sub>67</sub>P<sub>102</sub>K<sub>54</sub>, where the triple amount of fertilizers of the organo-mineral fertilizer system was applied, was the best variant in terms of the pea productivity and its profitability among the fertilizer systems that were tested in the experiment.

**Keywords:** soil pedality coefficient, water capacity, profitability, soil density.

**ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ НА СТРУКТУРНИЙ СТАН ТА ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО**

**М. В. Недвига, І. В. Прокопчук, С. В. Прокопчук**

Уманський національний університет садівництва  
Інститутська 1, м. Умань, 20305, Україна

Наведено результати тривалого вивчення різних рівнів і систем удобрення в умовах стаціонарного польового дослідження, закладеного в 1964 р. у польовій сівозміні на посівах гороху впливу одинарної, подвійної та потрійної доз добрив за мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення на структурний стан, повну і капілярну вологемність чорнозему опідзоленого важкосуглинкового на початку і в кінці вегетації. Встановлено, що за мінеральної системи удобрення

третього рівня вже на початку вегетації погіршується структурний стан ґрунту, кількість агрономічно цінних агрегатів у шарі ґрунту 10–20 см зменшилася проти контролю майже на 4 %, відбулося це, головним чином, за рахунок збільшення частки макро- і мікроагрегатів.

У варіантах органічної системи удобрення, особливо з підвищеними дозами його внесення (варіант 18 т/га гною), у шарі ґрунту 10–20 см кількість мезоагрегатів зростає на 5 % у порівнянні до контролю. За органо-мінеральної системи удобрення структурний стан чорнозему опідзоленого був на рівні варіантів органічної системи удобрення. Дослідженнями було встановлено, що щільність ґрунту зростає, у першу чергу, завдяки збільшенню частки глинистої фракції, і це досить чітко проявляється у варіантах мінеральної системи удобрення, в той час як за органічної та органо-мінеральної систем їх частка зменшується. За органічної і органо-мінеральної систем удобрення водопровідність ґрунту за вегетаційний період була вищою порівняно з контролем. За рівнем урожайності гороху і рівнем його рентабельності серед систем удобрення, що вивчалися у досліді кращим варіантом виявився Гній 13,5 т +  $N_{67}P_{102}K_{54}$ , де застосовували потрібну норму добрив органо-мінеральної системи удобрення.

**Ключові слова:** коефіцієнт структурності, вологосмість, рентабельність, щільність ґрунту.

### Вступ

Питання підвищення родючості ґрунту через покращення його агрофізичних і водних властивостей та високоефективного використання добрив залишаються провідними в агрономічній науці і практиці. Тому вивчення впливу систем удобрення на структурний стан, вологосмість та родючість ґрунту залишається актуальним.

Завданням наших досліджень є підбір системи удобрення і норм добрив, що формують оптимальні показники агрофізичного стану та високоефективне їх використання.

Щодо впливу добрив на структурний стан ґрунту, то є різні міркування. Відносно позитивної дії органічних добрив на структуру сумніву немає. Що ж стосується дії мінеральних туків на формування структурних агрегатів, то є різні, часто сперечливі, думки. За даними (Gnivenko, 1970; Efimtseva, 1974; Tsyuk et al., 2018), при застосуванні фізіологічно кислих мінеральних добрив структурно агрегатний стан ґрунтів погіршується. Поряд з цим, у публікаціях (Nazarova et al., 1975; Godunov & Pogudin, 1976; Gavrishko et al., 2019) стверджується про відсутність якихось змін у структурному стані ґрунту навіть при внесенні високих норм мінеральних добрив. Мінеральні туки підвищують врожайність сільськогосподарських культур, збільшуючи при цьому нагромадження органічних решток, які при гуміфікації стримують погіршення ґрунтової структури (Hallett, 2013; Naveed et al., 2014). Дослідження щодо впливу добрив на поліпшення поживного режиму ґрунту проводили і вітчизняні вчені (Medvedev, 2017; Nataiunova et al., 2019).

Проте в літературі немає даних багаторічного

вивчення структурного стану чорнозему опідзоленого при застосуванні різних норм добрив за органічної, мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення, що й спричинило наші дослідження.

### Матеріали та методи

Протягом 2015–2019 років у стаціонарному польовому досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС (свідоцтво державної реєстрації НААН № 88) вивчали вплив різних систем удобрення сільськогосподарських культур у польовій сівозміні на агрофізичні показники та водно-фізичні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового на карбонатному лесі. Основою досліді є 10-пільна польова сівозміна (конюшина лучна, пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза на зерно, горох, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, буряк цукровий, ячмінь ярий + конюшини) розгорнута в часі та просторі і реалізується на різних фонах удобрення. Перед закладкою досліді шар ґрунту 0–20 см характеризувався такими показниками: вміст гумусу за методом Тюріна – 3,31 %; рН сольової суспензії 6,2; гідролітична кислотність – 2,5 моль/кг, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Тюріна – Конової) – 48 мг/кг, рухомих фосфатів (за методом Труога) – 150, обмінного калію (за методом Бровкіної) – 90 мг/кг. В досліді використовували такі добрива: напівперепрілий підстилковий гній ВРХ, аміачну селітру, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Для вирішення поставленої мети і завдань були відібрані ґрунтові зразки згідно зі схемою досліді у двох несуміжних повторностях пошарово через кожні 10 см у п'ятиразовій повторності на кожній ділянці досліді, загальна площа якої становила

180 м<sup>2</sup>, облікова площа, при цьому, становить 100 м<sup>2</sup>.

Добрива вносяться на трьох рівнях: у мінеральній системі одинарна норма добрив складає  $N_{45}P_{45}K_{45}$ , в органічній – 9 т/га гною, в органо-мінеральній – 4,5 т/га гною +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ . Дослідження структурного стану та вологостійкості ґрунту проводилися на посівах гороху, який висівався у сівозміні після кукурудзи і безпосередньо під нього вносилося  $N_{10}P_{10}K_{10}$ . Розмір ділянок 120 м<sup>2</sup>, повторність триразова. Зразки ґрунту відбиралися на початку і в кінці вегетації гороху через кожні 10 см до глибини 40 см.

Структурний склад ґрунту визначався за методом сухого просіювання у модифікації Н. І. Савінова, коефіцієнт структурності – розрахунковим способом як відношення агрономічно-цінних агрегатів розміром 10–0,25 мм та суми

агрегатів > 10 мм і < 0,25 мм, повну та капілярну вологостійкість за методом насичення ґрунту з непо-рушеною будовою у модифікації (Dolgov, 1948).

### Результати досліджень

Подаємо результати досліджень структури чорнозему опідзоленого за мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення на початку та в кінці вегетації гороху. Структурний стан ґрунту приводимо у вигляді коефіцієнта структурності.

На початку вегетації гороху мінеральні добрива суттєво знизили коефіцієнт структурності за потрійної дози добрив як з поверхні ґрунту, так, і пошарово до 40 см (табл. 1). За одинарної норми добрив цей показник залишається на рівні контролю.

Таблиця 1. Коефіцієнт структурності чорнозему опідзоленого на посіві гороху

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу						
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	гній 9 т	гній 18 т	гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$
на початку вегетації							
0–10	3,4	3,6	2,8	3,7	5,0	3,6	4,6
10–20	2,6	2,7	2,2	2,8	3,4	2,7	3,5
20–30	2,2	2,3	1,9	2,4	3,0	2,3	3,0
30–40	4,5	4,4	3,6	5,1	6,1	5,0	6,6
в кінці вегетації							
0–10	2,4	3,1	2,1	3,7	5,0	3,0	4,6
10–20	2,9	3,0	2,3	3,8	4,8	3,3	5,2
20–30	1,9	2,0	1,6	3,0	4,2	2,3	4,1
30–40	4,1	4,1	3,2	4,4	5,1	4,1	5,6

За органічної системи удобрення помітно підвищується рівень структурності у шарі ґрунту 0–10 см на 1,6 пунктів, і, відповідно, на 0,8 в шарі 10–20 і 20–30 см. Тривале систематичне застосування підвищених доз гною зумовило зростання коефіцієнта структурності на 1,6 пункта або на 13,5 % навіть на глибині 30–40 см. Внесення 9 т/га гною виявилось менш відчутним у поліпшенні структурного стану ґрунту.

За органо-мінеральної системи, як і за органічної, найбільший позитивний вплив на структуру ґрунту мав варіант з потрійною дозою добрив.

За період вегетації гороху коефіцієнт структурності за мінеральної системи удобрення помітно знизився як у верхньому, так і в нижчих шарах ґрунту, проте помічена тенденція впливу систем і доз внесення добрив на структурний стан ґрунту на початку вегетації збереглися. За одинарної дози внесення мінеральних добрив у

верхньому 0–10 см шарі ґрунту спостерігається підвищення коефіцієнта структурності до 3,6, а в шарах ґрунту 0–10, 20–30 і 30–40 залишається на рівні контролю. У варіанті досліджу з потрійною дозою внесення мінеральних добрив коефіцієнт структурності знизився від 0,6 у шарі ґрунту 0–10 до 0,9 одиниць у шарі ґрунту 30–40 см.

За третього рівня органічної системи за вегетаційний період рівень структурності верхніх шарів ґрунту не змінився, а на глибині 20–30 см в межах підорної підшви навіть підвищився на 1,2, і на 1,0 пункт на глибині 30–40 см.

Що ж до органо-мінеральної системи удобрення, то, за одинарної дози добрив, простежується зниження коефіцієнта структурності за період вегетації гороху подібно до одинарної дози мінеральних добрив, а за потрійної – помітно переважаючий позитивний вплив гною на рівні 18 т/га органічної системи удобрення.

Від структурного стану ґрунту суттєво залежать його водно-фізичні властивості, зокрема вологемність (Gordienko, 2008). На вплив систем удобрення і структурного стану ґрунту на його вологемність вказують й інші дослідники (Muha,

2004; Medvedev, 2008; Medvedev et al., 2018).

Приводимо показники повної і капілярної вологемності чорнозему опідзоленого залежно від систем удобрення на початку та в кінці вегетації гороху (табл. 2).

Таблиця 2. Повна вологемність чорнозему опідзоленого на посіві гороху, %

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу						
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	гній 9 т	гній 18 т	гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$
на початку вегетації							
0–10	48,9	49,7	45,5	50,2	53,7	48,8	51,8
10–20	41,1	40,1	38,8	47,0	50,8	43,9	48,5
20–30	38,9	38,1	36,4	44,9	49,1	44,0	48,5
30–40	44,1	44,1	42,5	47,2	51,0	46,8	50,9
в кінці вегетації							
0–10	40,3	40,4	36,9	42,2	45,9	40,7	43,4
10–20	33,3	31,9	30,6	38,8	42,4	34,3	38,7
20–30	31,3	30,5	28,8	36,7	40,6	34,9	39,2
30–40	35,7	35,5	33,9	38,6	41,6	38,1	41,2

На початку вегетаційного періоду рівень повної вологемності за мінеральної системи удобрення при одинарній нормі добрив перебуває на рівні контролю. За потрійної норми їх застосування відбувається зниження цього показника у всіх шарах ґрунту. Тут проявляється вплив погіршення структурного стану ґрунту.

У варіантах органічної системи удобрення спостерігається зростання повної вологемності чорнозему опідзоленого і воно напряму залежить від норми гною. Так, у шарі ґрунту 0–10 см на 4,6 %, в той час як у шарі 10–20 см – до 12 %, а в

шарі 20–30 см – 12,7 %.

За органо-мінеральної системи удобрення показник повної вологемності знизився порівняно з потрійною дозою гною, проте цей варіант виявився кращим по всіх досліджуваних шарах ґрунту він був на рівні 48,54–51,8 %.

За вегетаційний період як і рівень структурності повна вологемність знизилася як на контролі, так і на всіх варіантах з добривами, проте співвідношення між контролем і варіантами з добривами збереглися (табл. 3).

Таблиця 3. Капілярна вологемність чорнозему опідзоленого на посіві гороху, %

Шар ґрунту, см	Варіант досліджу						
	без добрив	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{135}P_{135}K_{135}$	гній 9 т	гній 18 т	гній 4,5 т + $N_{22}P_{34}K_{18}$	гній 13,5 т + $N_{67}P_{102}K_{54}$
на початку вегетації							
0–10	36,9	37,2	34,1	37,7	41,0	36,0	38,6
10–20	35,4	34,7	32,4	36,3	39,4	34,1	36,5
20–30	33,2	32,5	29,0	34,3	37,6	32,2	35,0
30–40	36,8	36,4	33,3	35,9	40,1	33,7	39,1
в кінці вегетації							
0–10	28,5	27,9	25,1	29,8	33,2	27,7	31,0
10–20	26,5	26,0	23,8	28,7	32,2	26,0	29,2
20–30	24,5	23,8	20,6	26,3	29,9	23,8	27,1
30–40	28,2	27,4	24,5	27,9	32,6	25,3	31,7

За одинарної дози добрив мінеральної системи капілярна вологемність залишилася на рівні варіанту без добрив, в той час як у варіанті з потрійною дозою – на 2,8–4,2 % знизилась. Як і

коефіцієнт структурності, найвищий рівень капілярної вологемності в кінці вегетації гороху залишився у варіанті гній 18 т/га, а також у варіанті потрійної дози органо-мінеральної

системи.

Одержані результати засвідчують, що як повна, так і капілярна вологоємність чорнозему опідзоленого залежить від системи та дози внесення добрив і також структурного стану ґрунту, який цими добривами зумовлюється.

### Висновки

1. Мінеральні добрива з високими дозами застосування (варіант  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ) знижують коефіцієнт структурності, повну і капілярну вологоємність.

2. За умови використання органічної системи удобрення покращується структурність ґрунту і, відповідно, забезпечується високий рівень капілярної вологоємності.

3. Використання орґано-мінеральної системи удобрення сприяє позитивному впливу на структурний стан ґрунту та його вологоємність, при цьому, найкращим є варіант, де вносили гній у нормі 13,5 т та  $N_{67}P_{102}K_{54}$ .

### References

Dolgov, S. I. (1948). Issledovaniye podvizhnosti pochvennoy vlagi i eye dostupnost dlya rasteniy [Investigation of the mobility of soil moisture and its availability for growth]. Moskva : AN SSSR [in Russian].

Efimtseva, M. I. (1974). Izmeneniya agrofizicheskikh svoystv chornozema obyknovennogo pri dlitelnom primenenii udobreniy [Changes in the agrophysical properties of ordinary black soil with prolonged application of fertilizers]. *Trudy Kharkovskogo SKhI*, 196, 64–67 [in Russian].

Godunov, I. & Pogudin, G. (1976). Vliyaniye razlichnikh vidov udobreniy na fizicheskiye svoystva pochvy. [Influence of various types of fertilizers on the physical properties of the soil]. *Zemledeliye i melioratsiya*, 11(1), 49–54 [in Russian].

Hallett, P., Mooney, S. & Whalley, R. (2013). Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*, 64 (3), 277–278. doi: <https://doi.org/10.1111/ejss.12053>.

Hamaiunova, V. V., Dvoretzkyi, V. F., Kasatkina, T. O. & Hlushko, T. V. (2019). Formuvannya pozhyvnoho rezhymu chornozemu pivdennoho pid vplyvom mineralnykh dobryv za vyroshchuvannya yarykh zernovykh kultur [The formation of the nutrient regime of the southern black soil under the influence of mineral fertilizers for cultivation of spring grain crops]. *Scientific Horizons*, 1 (74), 25–32. doi: [10.332491/2663-2144-2019-74-1-](https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24)

18-24 [in Ukrainian].

Havryshko, O. S., Olifir, Yu. M. & Partyka, T. V. (2019). Strukturno-ahrehatnyi stan yasno-siroho lisovoho poverkhnevo ohleienoho gruntu za tryvaloho ahrohennoho vplyvu v Zakhidnomu Lisostepu [Structural and aggregate state of light gray forested surface soil with long-term agrogenic impact in the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 65, 36–46. doi: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-4](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-4) [in Ukrainian].

Hnivenko, M. V. (1970). Vplyv tryvaloho zastosuvannya dobryv na strukturu zvychainoho chornozemu [Influence of prolonged use of fertilizers on the structure of ordinary black soil]. *Visnyk silskohospodarskoi nauky*, 7, 39–43 [in Ukrainian].

Hordiienko, V. P. (2008). Hrunтова voloha [Soil moisture]. Simferopol : Fenyks [in Ukrainian].

Medvedev, V. V. (2008). Struktura pochvy [Soil structure]. Kharkov : 13 tipografiya [in Ukrainian].

Medvediev, V. V. (2017). Novitni vlastyvosti antropohenno zminenykh hruntiv. Stsenarii antropohennoi evoliutsii hruntovoho pokryvu [The newest properties of anthropogenically modified soils. The scenario of anthropogenic soil cover volution]. Kharkiv : Brovin O. V. [in Ukrainian].

Medvediev, V. V., Bulyhin, S. Yu. & Vitvitskyi, S. V. (2018). Fizyka gruntu [Soil Physics]. Kyiv : Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].

Mukha, V. D. (2004). Estestvenno-antropogennaya evolyutsiya pochv (obshchiye zakonomernosti i zonalnyye osobennosti) [Natural-anthropogenic evolution of soils (general laws and zonal features)]. Moskva : Kolos [in Russian].

Naveed, M., Moldrup P., Vogel H., Lamandé M., Wildenschild D., Tuller M. & Wollesen de Jonge, L. (2014). Impact of long-term fertilization practice on soil structure evolution. *Geoderma*, 217/218, 181–189. doi: [10.1016/j.geoderma.2013.12.001](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.12.001).

Nazarova, D. I., Yurko, K. P. & Mukovoz, O. O. (1975). Ahrofizychni vlastyvosti chornozemiv rehradovanykh [Agrophysical properties of degraded black earths]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*, 28, 90–95 [in Ukrainian].

Tsiuk, O. A., Tsentylo, L. V. & Melnyk, V. I. (2018). Strukturno-ahrehatnyi sklad hruntu zalezho vid osnovnoho obrobitku ta udobrennia [Structural and aggregate composition of soil depending on the basic tillage and fertilizer]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya*, 10 (5–6), 139–145. doi: <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.05.017> [in Ukrainian].