

doi: 10.33249/2663-2144-2019-84-11-61-68

UDC 631.153.3:633.491

**CHANGE IN SOIL AGROPHYSICAL INDICATORS AND POTATO PRODUCTIVITY IN SOIL PROTECTION AGROTECHNOLOGIES****M. Kravchuk, R. Kropyvnytskyi, V. Andryash, V. Klymchuk, K. Mysko***e-mail: knzt@i.ua, kropivnizkij@gmail.com*Zhytomyr National Agroecological University  
Stary Boulevard, 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine

*One of key problems of the industry of agriculture at the present stage is effective management of an ecosystem of the soil, prevention of distribution of processes of degradation of soil covering and maintaining its energy potential. In this regard, the purpose of researches consisted in studying of a possibility of improvement of the key agrophysical and water-physical indicators of an arable layer of light gray forest soil as making managements of fertility of light-textured soils of Polissya and forming of highly productive agrocenosis of potatoes. Results of researches which were conducted in the conditions of stationary experience "Ecologically safe agrotechnologies" for 2014–2016 years showed that in the conditions of Right-bank Polissya of Ukraine on light gray forest soil transition to moldboardless tillage and application traditional (50 t/hectare of manure and  $N_{70}P_{60}K_{70}$  per culture) and alternative (per culture 50 t/hectare of manure, about 22 t of a green manure crop (*Raphanus sativum* d. var. *oleifera* Metrg.), 3 t/hectare of straw + 12.5 kg/hectare of N (compensatory) and  $N_{45}P_{50}K_{60}$  were brought) organo-mineral fertilizer systems create conditions for significant improvement of agrophysical and water-physical indicators of fertility of light gray forest soil. So, at prolonged use of agrotechnologies on the basis of moldboardless and shallow moldboardless tillage without fertilization hardness decreased respectively by 30.0 and 30.9% concerning plowing. However, only on condition of imposing of organo-mineral systems the hardness of the soil decreased up to 16.2-17.5 kg/cm<sup>2</sup> (not very dense), having provided comfortable conditions for growth and development of root systems of plants in a layer of 0-20 cm. The specified options of agrotechnologies promoted decrease in equilibrium density in a layer of 0-20 cm to optimum values (1.25–1.31 g/cm<sup>3</sup>), to significant improvement of coefficient of degree of structure and increase in reserves of productive moisture. Thus, only use of agrotechnologies based on moldboardless tillage of soil and organo-mineral fertilizer systems provides significant improvement of agrophysical and water-physical indicators. It correlates with results of accounting of a harvest of tubers of potatoes as during the period of researches advantage of agrotechnologies, which are based on moldboardless tillage it was shown only on options where organo-mineral systems were applied.*

*Further studies should focus on the development of an optimization model for the formation of high productivity and sustainability of potato agrocenosis, including in the organic production system.*

**Key words:** *hardness and density of addition of the soil, structural aggregate state, productive moisture, productivity of potatoes, agrotechnology, light gray forest soils.*

**ЗМІНА АГРОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТУ  
ТА ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ ЗА ҐРУНТОЗАХИСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ****М. М. Кравчук, Р. Б. Кропивницький, В. В. Андріяш, В. В. Климчук, К. В. Мисько***e-mail: knzt@i.ua, kropivnizkij@gmail.com*Житомирський національний агроекологічний університет  
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

*Одним з ключових завдань галузі землеробства на сучасному етапі є ефективне управління екосистемою ґрунту, запобігання поширенню процесів деградації ґрунтового покриву та збереження його енергетичного потенціалу. В зв'язку з цим, мета досліджень полягала у вивченні можливості покращання основних агрофізичних та водно-фізичних показників орного шару ясно-сірого лісового*

грунту як складової управління родючістю легких ґрунтів Полісся та формування високопродуктивних агроценозів картоплі. За результатами досліджень, які проводилися в умовах стаціонарного дослідю «Екологічно безпечні агротехнології» впродовж 2014–2016 рр. доведено, що в умовах Правобережного Полісся України на ясно-сірому лісовому ґрунті перехід на безпліцеві способи основного обробітку й застосування традиційної (50 т/га гною та  $N_{70}P_{60}K_{70}$  під культуру) та альтернативної (під культуру вносилося 50 т/га гною, близько 22 т сидерату (редька олійна), 3 т/га соломи + 12,5 кг/га N (компенсаційний) та  $N_{45}P_{50}K_{60}$ ) органо-мінеральних систем удобрення створюють умови для суттєвого покращання агрофізичних та водно-фізичних показників родючості ясно-сірого лісового ґрунту. Так, за тривалого застосування агротехнологій, на базі плоскорізного і дискового розпушування без внесення добрив твердість знизилася, відповідно, на 30,0 і 30,9% відносно оранки. Проте, лише за умови накладання органо-мінеральних систем, твердість ґрунту зменшилася до 16,2–17,5 кг/см<sup>2</sup> (щільнувата), забезпечивши комфортні умови для росту і розвитку корневих систем рослин у шарі 0–20 см. Зазначені варіанти агротехнологій сприяли зниженню рівноважної щільності в шарі 0–20 см до оптимальних значень (1,25–1,31 г/см<sup>3</sup>), суттєвому покращанню коефіцієнта структурності та збільшенню запасів продуктивної вологи. Отже, лише застосування агротехнологій на базі безпліцевих способів основного обробітку ґрунту та органо-мінеральних систем удобрення забезпечує суттєве покращання агрофізичних і водно-фізичних показників. Це корелює з результатами обліку врожаю бульб картоплі, оскільки впродовж періоду досліджень перевага агротехнологій, які базуються на безпліцевому розпушуванні, проявилася лише на варіантах, де застосовувалися органо-мінеральні системи.

Подальші дослідження варто зосередити на розробці оптимізаційної моделі формування високої продуктивності та сталості агроценозу картоплі, в тому числі, у системі органічного виробництва.

**Ключові слова:** твердість і щільність будови ґрунту, структурно-агрегатний стан, продуктивна волога, урожайність картоплі, агротехнології, ясно-сірі лісові ґрунти.

### Вступ

Одним з ключових завдань галузі землеробства на сучасному етапі є ефективне управління екосистемою ґрунту, запобігання поширенню процесів деградації ґрунтового покриву та збереження його енергетичного потенціалу. Наразі накопичений достатній інструментарій з управління продуктивною функцією ґрунту, що орієнтований на прогресивне нарощування його ефективної родючості, передусім, за рахунок оптимізації агрохімічних та біологічних показників (Veremeienko & Semenko, 2019). В той же час, питання регулювання агрофізичних показників потребує додаткового вивчення.

Наразі у науковій літературі широко висвітлено різні аспекти впливу способів обробітку ґрунту і удобрення на агрофізичні показники ґрунтів та їх вплив на продуктивність культур (Medvediev, 2007; Chen et al., 2014; Kyryliuk et al., 2019). Проте, деякі з них мають суперечливий характер. Так, наші дослідження доводять перевагу мілкого безпліцевого основного обробітку та альтернативних систем удобрення щодо покращання агрофізичних

показників ґрунту (Kravchuk et al., 2016). Однак, деякі дослідники вказують на зниження вологоємності на фонах, де застосовувався мілкий обробіток, обґрунтовуючи такі зміни підвищенням щільності ґрунту (Budonnyi & Shevchenko, 2004; Kyryliuk, 2011).

Деякі автори зазначають, що зміни в щільності ґрунту не мають прямого впливу на розвиток коренів, але впливають на розташування та структуру шпарин, міцність ґрунту, загальну пористість, кількість великих шпарин, об'ємний вміст води, водопроникність та аерацію ґрунту (Taylor & Brar, 1991). Кожне з цих непрямих наслідків зміни щільності ґрунту може безпосередньо впливати на розвиток коренів. Інші вказують на уповільнення росту коренів за мілкого обробітку ґрунту, що зумовлено погіршенням водно-повітряного режиму, зокрема, різким скороченням запасів доступної вологи (Kadžienė et al., 2011). Автори підкреслюють, що недостатня інтенсивність розпушування може призводити до виникнення критичних рівнів фізичних властивостей ґрунту та порушення росту і розвитку корневих систем рослин. Крім того, погіршення агрофізичних показників (переущільнення) та перезволоження

погіршують мікробіологічну активність ґрунту і посилюють непродуктивні втрати *N* (Torbert & Wood, 1992) В зв'язку з цим, дослідження впливу елементів біологізації агротехнологій на агрофізичні і водно-фізичні показники в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є важливою складовою екологізації агротехнологій та формування сталих агроєкосистем.

### Матеріали та методи

*Мета* досліджень полягала у вивченні можливості покращання основних агрофізичних та водно-фізичних показників орного шару ясно-сірого лісового ґрунту як складової оптимізації показників родючості легких ґрунтів Полісся. Дослідження проводилися відповідно до НДР «Розробити наукові основи раціональної моделі землекористування для зони Полісся» (НТП «Екологічно безпечні агротехнології та моделі землекористування», номер державної реєстрації 0107U003280). У статті узагальнено результати спостережень 2014–2016 рр., які виконувались у стаціонарі «Екологічно безпечні агротехнології» на дослідному полі Житомирського національного агроєкологічного університету.

*Об'єкт досліджень*: процес зміни агрофізичних показників орного шару в залежності від способів основного обробітку ґрунту та удобрення картоплі. *Предмет досліджень*: структурно-агрегатний стан, щільність складення, твердість і запас продуктивної вологи у орному шарі ясно-сірого лісового ґрунту, способи основного обробітку, система удобрення.

Варіанти досліду:

Фактор А. Спосіб основного обробітку ґрунту:

1. Оранка (полицевий обробіток на 18–20 см) – контроль – ПО.
2. Плоскорізний (безполіцеве розпушування на 18–20 см) – БР.
3. Дискування (мілке безполіцеве розпушування на 10–12 см) – МБР.

Фактор Б. Варіант удобрення:

1. Без добрив – контроль.
2. Традиційна для зони Полісся органо-мінеральна (ТОМ) система удобрення, якою передбачалося внесення на 1 га сівозмінної площі 6,25 т гною і  $N_{50}P_{48}K_{55}$ , в т. ч. під культуру: гній, 50 т/га +  $N_{70}P_{60}K_{70}$ .

3. Альтернативна органо-мінеральна (АОМ) система удобрення (в сівозміні: гній, 6,25 т/га + солома, 1,25 т/га +  $N$ , 12,5 кг/га (компенсаційний  $N$ ) + сидерат, 5,62 т/га +  $N_{31}P_{32}K_{36}$ , в т. ч. під культуру: гній, 50 т/га + солома, 3 т/га +  $N$ , 30 кг/га + сидерат, 22,5 т/га +  $N_{45}P_{50}K_{60}$ ).

Дослідження виконувались у 8-пільній сівозміні з наступним чергуванням культур: конюшина лучна (зелена маса) – пшениця озима – льон-довгунець – пелюшко-вівсяна сумішка (зерно) – жито озиме – ріпак ярий – картопля – ячмінь із підсівом конюшини. Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий легкосуглинковий на лесоподібному суглинку. Площа ділянок із вивчення способів основного обробітку ґрунту – 343 м<sup>2</sup>, площа елементарної облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Сорт картоплі – Беллароса.

Твердість визначали за допомогою твердоміра Ревякіна з оцінкою отриманих результатів за шкалою Горячкіна, щільність будови ґрунту – методом Н. А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001), структурно-агрегатний склад – методом М. І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007), вологість ґрунту – термостатно-ваговим методом (ДСТУ ISO 11465:2001), уміст продуктивної вологи – розрахунковим методом перед посадкою і перед збиранням врожаю. Статистичну обробку даних виконано за Б. А. Доспеховим з використанням пакету програм “Statistica 10”.

### Результати досліджень та обговорення

Одним з ключових агропроблемних показників є твердість ґрунту. Показник дозволяє оперативно оцінити умови росту коренів рослин з метою відповідного коригування системи обробітку ґрунту, що має важливе агроєкологічне значення і є актуальним для системи точного землеробства (Medvediev, 2007, 2009, 2010). Показник хоча й належить до конституційних характеристик твердої фази ґрунту, проте піддається регулюванню агротехнічними заходами, що підтверджено і нашими спостереженнями (табл. 1). Оскільки твердість є досить чутливим до вологості показником, тому обліки виконували перед посадкою культури у стані фізичної стиглості ґрунту.

Таблиця 1. Вплив елементів агротехнологій на твердість ясно-сірого легкосуглинкового ґрунту перед посадкою картоплі, кг/см<sup>2</sup> (n=10)

Спосіб основного обробітку	Система удобрення	Шар ґрунту, см			Відхилення			
		0-10	10-20	0-20	за способом обробітку		за варіантом удобрення	
					±	%	±	%
ПО	Без добрив	22,77	39,85	31,31	–	–	–	–
	ТОМ	19,41	33,27	26,34	–	–	-4,97	-15,9
	АОМ	19,10	34,10	26,60	–	–	-4,71	-15,0
БР	Без добрив	11,68	32,18	21,93	-9,38	-30,0	–	–
	ТОМ	12,03	20,30	16,16	-10,18	-38,6	-5,77	-26,3
	АОМ	11,52	22,10	16,81	-9,79	-36,8	-5,12	-23,3
МБР	Без добрив	10,38	32,87	21,63	-9,68	-30,9	–	–
	ТОМ	11,83	22,50	17,16	-9,18	-34,8	-4,46	-20,6
	АОМ	10,52	24,44	17,48	-9,12	-34,3	-4,15	-19,2
НІР <sub>05</sub>				3,12	1,56		1,56	

Аналіз результатів показав, що твердість шару 0–20 см на варіанті традиційного полицевого обробітку без добрив становила 31,3 кг/см<sup>2</sup> (щільна за шкалою Горячкіна). Звертає на себе увагу значна диференціація орного шару за твердістю навіть за полицевого обробітку.

Застосування органо-мінеральних систем удобрення на фоні полицевого обробітку сприяло зниженню твердості ґрунту у шарі 0–20 см на 15,0–15,9%. Проте це не забезпечило формування комфортних умов за цим показником для кореневих систем рослин, оскільки, як відмічає В. В. Медведєв, твердість вище 25–30 кг/см<sup>2</sup> значно ускладнює ріст і розвиток коренів рослин (Medvediev, 2009). Автор підкреслює, що оптимальний діапазон для суглинкового ґрунту становить 5–15 кг/см<sup>2</sup>.

Тривале застосування плоскорізного і дискового розпушування без внесення добрив сприяло зниженню показника, відповідно, на 9,4 і 9,7 кг/см<sup>2</sup>, або 30,0 і 30,9% відносно оранки. У варіантах з органо-мінеральними системами твердість ґрунту (шар 0–20 см) знизилася до 16,2–17,5 кг/см<sup>2</sup> (щільнувата), забезпечивши комфортні умови для росту і розвитку кореневих систем рослин (Medvediev, 2009). За таких умов покращується якість будови ґрунту і кореневі волоски рослин здатні освоювати не лише між-, але і внутрішньоагрегатний простір (Medvediev, 2009).

Під час обліку показника перед збиранням культури було відмічено суттєвий ріст твердості на усіх варіантах агротехнологій, а також

збільшення переваги безполицевих способів основного обробітку, особливо, у шарі 0–10 см. Останнє можна пояснити кращими умовами вологозабезпеченості посадок картоплі за дискового і плоскорізного розпушування.

Визначення щільності будови ґрунту перед посадкою картоплі показало, що спосіб основного обробітку ґрунту практично не впливав на зазначений показник. На удобрених варіантах з безполицевим розпушуванням зафіксовано лише тенденцію до зменшення щільності ґрунту порівняно з оранкою. В той же час системи удобрення забезпечили зниження рівноважної щільності в шарі 0–20 см до оптимальних значень (на 10,5–14,5% відносно неудообрених варіантів). В цілому, в досліді було зафіксовано наступні рівні показника:

$dV_{0-10\text{ см}}=1,31\pm 0,06\text{ г/см}^3$  (коефіцієнт варіації  $V=7,6\%$ ),  $dV_{10-20\text{ см}}=1,36\pm 0,06\text{ г/см}^3$  ( $V=6,8\%$ ),  $dV_{0-20\text{ см}}=1,34\pm 0,06\text{ г/см}^3$  ( $V=7,0\%$ ).

Не менш важливим показником агроєкологічного стану ґрунту є структурно-агрегатний стан. Було встановлено, що агрофони, де тривалий час (більше 20 років) застосовувалися безполицеві способи основного обробітку, мали кращий структурно-агрегатний стан (в основному, за рахунок зменшення частки мікроагрегатів), (рис. 1). Так, на варіанті без внесення добрив приріст коефіцієнта структурності по шару 0–20 см на фоні плоскорізного обробітку становив 16,4%, а на фоні дискового розпушування – 13,0% порівняно з оранкою.

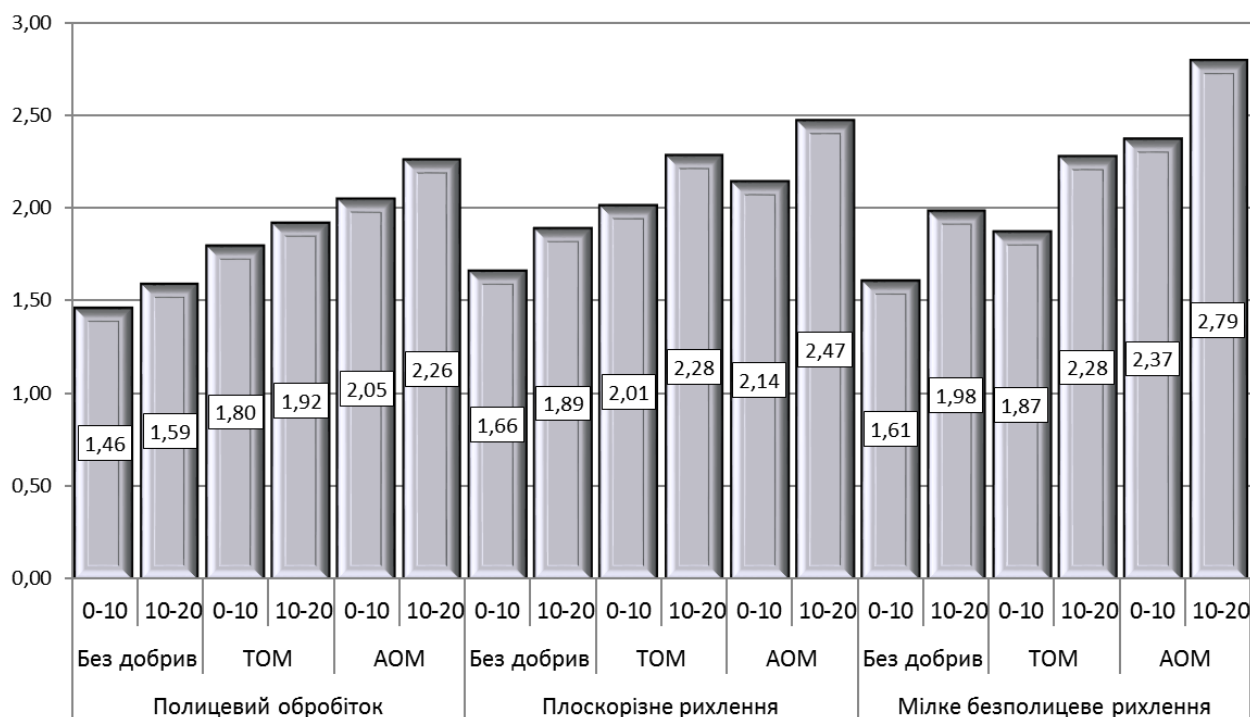


Рис. 1. Зміна коефіцієнту структурності ґрунту перед посадкою картоплі за різних способів основного обробітку і систем удобрення (середнє за 2014–2016 рр., для шару 0–10 см:

$НІР_{05}(\text{заг.})=0,32$ ,  $НІР_{05}(\text{по фактору А})=0,16$ ,  $НІР_{05}(\text{по фактору В})=0,16$ ; для шару 10–20 см:

$НІР_{05}(\text{заг.})=0,28$ ,  $НІР_{05}(\text{по фактору А})=0,14$ ,  $НІР_{05}(\text{по фактору В})=0,14$ )

Система удобрення також суттєво вплинула на зазначений коефіцієнт, забезпечивши покращання коефіцієнта структурності в шарі 0–20 см на фоні полицевого обробітку на 21,8–41,3%, плоскорізного розпушування – на 20,8–29,9, а мілкового безполицевого – на 15,5–43,7% відносно варіанту без добрив.

Найбільша кількість агрономічно цінних агрегатів у шарі 0–20 см була зафіксована у агротехнологіях, які передбачали дискове розпушування на 10–12 см та альтернативну органо-мінеральну систему удобрення. При цьому, коефіцієнт структурності ( $K_{0-20}$ ) становив 2,58, що на 19,7% вище, ніж на відповідному варіанті оранки. В розрізі окремих горизонтів по всіх варіантах дослідів більш оструктуреною залишалася нижня частина орного шару,

особливо, на варіантах безполицевого розпушування.

Спостереження за зміною запасів продуктивної вологи як одного з ключових водно-фізичних показників показали, що агротехнології на базі безполицевих способів основного обробітку сприяли покращанню вологозабезпеченості ґрунту (табл. 2). Так, перед посадкою картоплі на фоні плоскорізного обробітку у шарі 0–30 см приріст склав 6,1 мм або 19,7%, а у 0–100 см шарі – 6,7 мм або 8,2% порівняно з контролем. Дискове розпушування забезпечило приріст відносно полицевого обробітку у шарі 0–30 см 7,9 мм, або 25,5%, а у 0–100 см – 6,9 мм (8,5%).

Таблиця 2. Запаси продуктивної вологи за різних способів основного обробітку та систем удобрення (картопля, середнє за 2014–2016 рр.), мм

Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Період обліків			
		перед посадкою		перед збиранням	
		0–30 см	0–100 см	0–30 м	0–100 см
Полицевий обробіток	Без добрив	31,0	81,5	28,3	57,8
	ТОМ	38,1	87,2	32,7	58,9
	АОМ	37,9	88,2	32,4	59,9
Плоскорізне розпушування	Без добрив	37,5	88,7	32,4	59,3
	ТОМ	43,0	92,7	37,2	61,9
	АОМ	44,1	95,2	38,2	61,1
Мілке безполицеве розпушування	Без добрив	39,2	89,0	33,5	60,9
	ТОМ	42,4	95,7	38,7	61,2
	АОМ	43,4	98,2	38,0	62,5
НІР <sub>05</sub>		3,6	4,4	3,3	3,6

Застосування традиційної органо-мінеральної та альтернативної систем удобрення забезпечило підвищення запасів продуктивної вологи в шарі 0–30 см на фоні оранки на 22,9 і 22,3%, плоскорізного розпушування – на 15,9 і 18,9%, дискування – на 9,0 і 11,6%, відповідно.

Перед збиранням врожаю вищі запаси продуктивної вологи сформувалися на варіантах безполицевих способів основного обробітку. Так, на фоні плоскорізного обробітку (без добрив) у шарі 0–30 см приріст становив 3,4 мм або 12,0%, а дискового розпушування – 4,2 мм, або 14,8% порівняно з контролем. Послаблення переваги безполицевих способів на зазначених варіантах у цей період (кінець вегетації культури) пов'язано з поступовим вирівнюванням ґрунтових показників на зазначених агрофонах, а також кращим станом рослин картоплі і, відповідно,

більшим використанням вологи на формування врожаю (Kravchuk, 2016). Застосування органо-мінеральних систем удобрення забезпечило підвищення запасів вологи в шарі 0–30 см на фоні полицевого обробітку на 15,5 і 14,5%, плоскорізного розпушування – на 17,4 і 20,5% та дискування – на 19,1 і 16,9%.

У метровому шарі перед збиранням картоплі запас продуктивної вологи суттєво не відрізнявся між варіантами досліду і становив  $60,39 \pm 0,99$  ( $V=2,52\%$ ).

Облік врожаю бульб картоплі показав, що впродовж 2014–2016 рр. перевага агротехнологій, які базуються на безполицевому розпушуванні, проявилася лише на удобрених варіантах, забезпечивши тенденційне підвищення показника на фоні без внесення добрив (рис. 2).

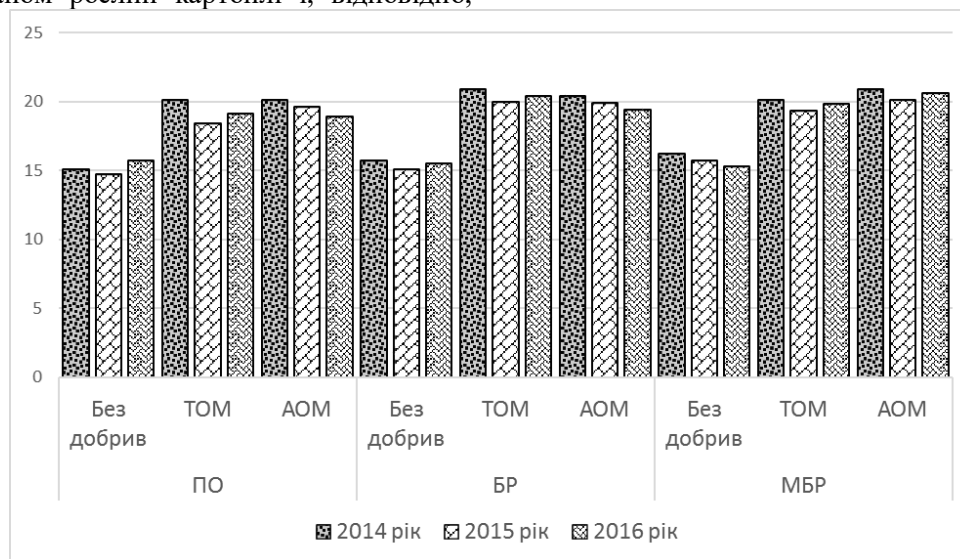


Рис. 2. Урожайність картоплі за різних способів основного обробітку та систем удобрення, т/га (НІР<sub>05</sub> (заг.) у 2014 і 2015 рр. становила 0,92 т/га, у 2016 р. – 0,98 т/га)

За умови застосування традиційної системи удобрення приріст врожаю картоплі відносно контролю (без добрив) за полицевого обробітку становив 4,0 т/га (26,3%), плоскорізного розпушування – 5,0 т/га (32,5%), дискового розпушування – 4,0 т/га (25,5%). За альтернативної системи приріст становив 4,3–4,8 т/га або 28,3–30,6% порівняно з контролем.

Комплексну оцінку впливу досліджуваних факторів на урожайність ранньостиглої картоплі сорту Беллароса проведено за кластерним аналізом, концепція якого базується на встановленні оптимального значення цільової функції. Більшість алгоритмів кластеризації побудовані на використанні евристичних методів, тому їх вибір зводиться до отримання найбільш

корисного результату. Кластери, що характеризують загальну ефективність способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення в досліді під картоплю, об'єднані в групи за віддалями, які вимірюються за методом «найближчого сусіда». Чим нижче розташована лінія зв'язку чи паралель пари до осі X, тим ці варіанти є найбільш наближені між собою.

Проведений кластерний аналіз підтвердив попередні висновки (рис. 3). Так, за комплексом показників серед варіантів, що досліджувались у досліді, кращими виявились агротехнології, які передбачали мілке безполицеве розпушування й альтернативна та традиційна системи удобрення, а також безполицеве розпушування й альтернативна система удобрення.

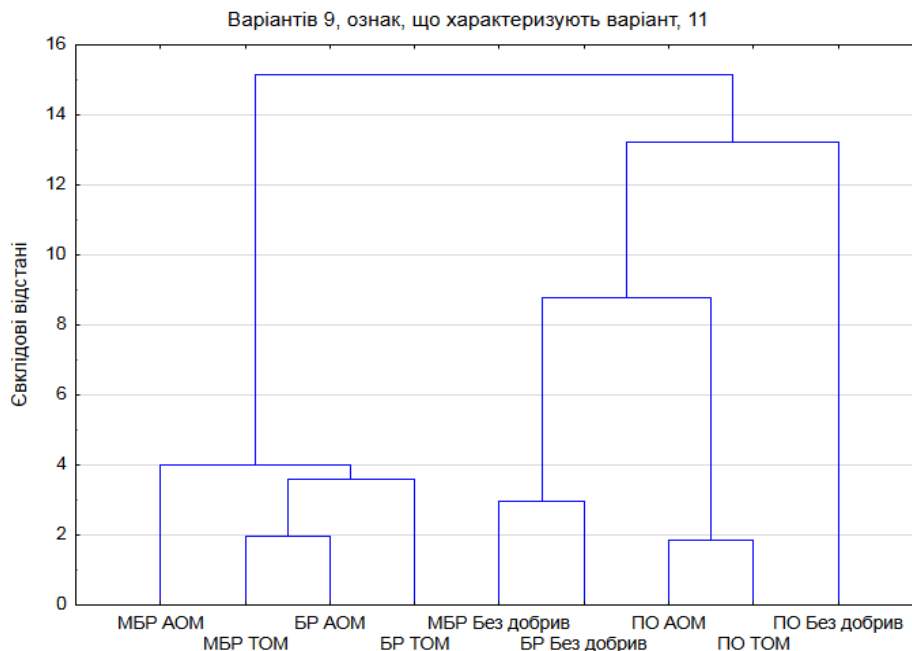


Рис. 3. Результати кластерного аналізу застосування способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення в досліді

### Висновки

1. Спостереження в стаціонарному досліді впродовж 2014–2016 рр. показали, що твердість 0–20 см шару ясно-сірого лісового ґрунту на варіанті традиційного полицевого обробітку без добрив становила 31,3 кг/см<sup>2</sup> (щільна). Тривале застосування плоскорізного і дискового розпушування без внесення добрив сприяло зниженню показника, відповідно, на 9,4 і 9,7 кг/см<sup>2</sup> відносно оранки. Проте, лише за умови накладання органо-мінеральних систем твердість ґрунту зменшилася до 16,2–17,5 кг/см<sup>2</sup>

(щільнувата), забезпечивши зниження рівноважної щільності в шарі 0–20 см до оптимальних значень (1,25–1,31 г/см<sup>3</sup>).

2. Перехід на безполицеві способи основного обробітку на варіанті без внесення добрив сприяв підвищенню коефіцієнта структурності у шарі 0–20 см на 13,0–16,4% порівняно з оранкою. Система удобрення забезпечила покращання коефіцієнта структурності на фоні полицевого обробітку на 21,8–41,3%, плоскорізного розпушування – на 20,8–29,9, а мілкового безполицевого – на 15,5–43,7% відносно варіанту без добрив.



3. Агротехнології на базі безполицевих способів основного обробітку сприяли збільшенню запасів продуктивної вологи (шар 0–30 см) перед посадкою картоплі на фоні плоскорізного обробітку на 6,1 мм, або 19,7%, а дискового розпушування – на 7,9 мм, або 25,5%. Застосування традиційної орґано-мінеральної та альтернативної систем удобрення забезпечило підвищення зазначеного показника на фоні оранки на 22,9 і 22,3%, плоскорізного розпушування – на 15,9 і 18,9%, дискування – на 9,0 і 11,6% відповідно.

4. Отже, лише застосування агротехнологій на базі безполицевих способів основного обробітку ґрунту та орґано-мінеральних систем удобрення забезпечує суттєве покращання агрофізичних і водно-фізичних показників. Це корелює з результатами обліку врожаю бульб картоплі, оскільки впродовж періоду досліджень перевага агротехнологій, які базуються на безполицевому розпушуванні проявилася лише на варіантах, де застосовувались орґано-мінеральні системи. Так, за традиційної системи удобрення, приріст врожаю картоплі становив 4,0–5,0 т/га або 25,5–32,5%, а альтернативної системи – 4,3–4,8 т/га, або 28,3–30,6% відносно контролю (без добрив).

### References

Budonnyi, Yu. V. & Shevchenko, M. V. (2004). Gruntozakhyzna resursozberihaiucha systema osnovnoho obrobittku ґрунту pid kultury v polovykh sivozminakh dlia umov Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The soil-protective resource-saving system of the main soil tillage under cultures in field rotations for conditions of the Left-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho DAU. Ser. Ahronomiia*, 8, 67–72 [in Ukrainian].

Chen, Y. L., Palta, J., Clements, J., Buirchell, B., Kadambot, H. M. & Siddique, R. Z. (2014). Root architecture alteration of narrow-leafed lupin and wheat in response to soil compaction. *Field Crops Research*, 165, 61–70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.04.007>.

Kadžienė, G., Munkholm, L. J. & Mutegi, J. K. (2011). Root growth conditions in the topsoil as affected by tillage intensity *Geoderma*, 166, 1, 66–73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.07.013>.

Kravchuk, M. M., Kropyvnytskyi, R. B., Dovbysh, L. L. & Yakovenko, O. P. (2016). Zmina ahrofizychnykh pokaznykiv svitlo-siroho lisovoho ґрунту zalezho vid sposobiv osnovnoho obrobittku ta udobrennia v Pravoberezhnomu Polissi [Change in

agrophysical indicators of light-gray forest soil, depending on the methods of basic processing and fertilization in Pravoberezhniy Polesie]. *Zb. nauk. pr. Nats. nauk. tsestru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 3–4, 12–22 [in Ukrainian].

Kyryliuk, V. P. (2011). Produktyvniat kultur sivozminy zalezho vid system osnovnoho obrobittku ґрунту [Productivity of cultures of a crop rotation depending on the systems of the main soil tillage]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1–2, 77–85 [in Ukrainian].

Kyryliuk, V. P., Tymoshchuk, T. M. & Kotelnyska, H. M. (2019). Vplyv system osnovnoho obrobittku ґрунту ta udobrennia na produktyvniat yachmeniu yaroho [Influence of basic tillage and fertilizer systems on spring barley productivity]. *Naukovi horyzonty. «Scientific horizons»*, 9 (82), 36–44. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44> [in Ukrainian].

Medvedev, V. V. (2007). Neodnorodnost pochv y tochnoe zemledelye. Chast I. Vvedenye v problemu [Heterogeneity of soils and exact agriculture. Part I. Introduction to a problem]. Kharkiv : Drukarnia №13 [in Ukrainian].

Medvediev, V. V. (2009). Tverdost y tverdohrammy v yssledovaniakh po obrabotke pochv [Hardness and tverdogramma in researches on tillage of soils]. *Pochvovedenye*, 3, 325–336 [in Ukrainian].

Medvediev, V. V. (2010). Tverdist ґрунту yak kryterii dlia obgruntuvannia tekhnolohii i tekhnichnykh zasobiv yoho obrobittku [Soil hardness as criterion for justification of technologies and technical means of its processing]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, 4, 14–18 [in Ukrainian].

Taylor, H. M. & Brar, G. S. (1991). Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research*, 19 (2–3), 111–119. doi: [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90080-H](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90080-H).

Torbert, H. A. & Wood, C. W. (1992). Effects of soil compaction and water-filled pore space on soil microbial activity and N losses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23 (11–12), 1321–1331. doi: <https://doi.org/10.1080/00103629209368668>

Veremeienko, S. I. & Semenko, L. O. (2019). Suchasni problemy dehradatsii ґруntiv – trofichnyi aspekt [Current problems of soil degradation are a trophic aspect]. *Naukovi horyzonty. «Scientific horizons»*, 1 (74), 69–75. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-74-1-69-75> [in Ukrainian].