



UDC 631.816:633.491(477.41/.42)

## EFFICIENCY OF COMPLEX LIQUID FERTILIZERS AT DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS OF POTATOES IN THE CONDITIONS OF UKRAINIAN POLISSIA

V. Polishchuk<sup>1</sup>, S. Zhuravel<sup>1</sup>, M. Kravchuk<sup>1</sup>, R. Zalevskyy<sup>2</sup>

### Article info

Received  
25.06.2020  
Accepted  
19.08.2020

**Polishchuk, V., Zhuravel, S., Kravchuk, M., Zalevskyy, R. (2020). Efficiency of complex liquid fertilizers at different fertilizer systems of potatoes in the conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*, 08 (93), 141–148. doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-141-148.**

<sup>1</sup> Polissia  
National  
University  
7, Saryi Blvd,  
Zhytomyr,  
10008, Ukraine

<sup>2</sup> Zhytomyr  
Agrotechnical  
College  
Pokrovska str.,  
96, Zhytomyr,  
10031, Ukraine

E-mail:  
[knzt@i.ua](mailto:knzt@i.ua)

Results of researches on efficiency of use of liquid organomineral fertilizers at the background of different fertilizer systems are provided. Researches were done on light gray forest soil in a 5-field short-crop rotation. Results of three-year stationary researches of medicines Mochevin K No. 1, Mochevin K No. 2, Organik D2M and the Humate of potassium influence on productivity and quality indicators of a potato harvest are analyzed. Thus, the highest productivity on options without introduction of liquid complex fertilizers was received in agro technologies which were based on an organomineral system, – 31.9 t/hectare. At the same time, the gain of relatively biological control made 7.8 t/hectare or 32.2 %. Processing by liquid complex medicines increased efficiency of technology of cultivation, having provided additional increase in productivity by 3.5–8.0 t/hectare or 11.0–27.3 %. Thus, Mochevin K No. 1 was the least effective – the gain depending on a fertilizer system made 3.5–5.1 t/hectare or 11.0–17.5 %. The humate of potassium promoted yield increase on 5.0–6.8 t/hectare or 15.8–23.1 %, Organik D2M – on 5.4–8.0 t/hectare or 17.5–27.3 %, and Mochevin K No. 2 – on 6.3–8.0 t/hectare or 20.2–27.3 %. In general, the organomineral system with use of complex liquid fertilizers of Mochevin K№2 and Organik D2M provided the largest productivity of culture in experience (38.0–38.5 t/hectare) and also increasing in plasticity of a grade, reduced variation of productivity after years. It is established that a determinant factor rendered use of liquid organomineral fertilizers on improvement of quality indicators of a potato harvest (content of ascorbic acid and starch). This way, processing of potato landings the medicines Organik D2M and the Humate of potassium at the background of an organomineral fertilizer system provided the high content of ascorbic acid in tubers. Organik D2M promoted obtaining the largest content of starch after all fertilizer systems – 15.0–15.2 %. Further researches will be directed to studying of efficiency of complex liquid use of fertilizers in the system of organic production at the increased income levels to the soil of alternative and traditional types of organic fertilizers (straw, green manure crops, manure, vermikompost).

**Key words:** potato, extra root fertilizing, liquid organo-mineral fertilizers, agrophone, yield, short-crop rotation.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ РІДКИХ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

В. О. Поліщук<sup>1</sup>, С. В. Журавель<sup>1</sup>, М. М. Кравчук<sup>1</sup>, Р. А. Залевський<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Поліський національний університет  
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

<sup>2</sup>Житомирський агротехнічний коледж  
вул. Покровська, 96, м. Житомир, 10031, Україна

Наведено результати досліджень на ясно-сірому лісовому ґрунті у 5-пільній короткоротаційній сівозміні щодо ефективності застосування рідких органо-мінеральних добрив на фоні різних систем удобрення. Аналіз матеріалів трирічних стаціонарних досліджень щодо впливу препаратів Мочевин К №1, Мочевин К №2, Органік Д2М та Гумат калію на продуктивність і якісні показники врожаю картоплі показав, що найвищу урожайність (31,9 т/га) на варіантах без внесення рідких комплексних добрив було отримано у агротехнологіях, що базувалися на органо-мінеральній системі удобрення. Водночас, приріст відносно біологічного контролю становив 7,8 т/га, або 32,2 %. Обробка рідкими комплексними препаратами підвищила ефективність технології вирощування, забезпечивши додаткове збільшення урожайності на 3,5–8,0 т/га, або 11,0–27,3 %. Так, найменш ефективним був Мочевин К №1 – приріст залежно від системи удобрення становив 3,5–5,1 т/га, або 11,0–17,5 %. Гумат калію сприяв підвищенню урожайності на 5,0–6,8 т/га, або 15,8–23,1 %, Органік Д2М – на 5,4–8,0 т/га, або 17,5–27,3 %, а Мочевин К №2 – на 6,3–8,0 т/га, або 20,2–27,3 %. В цілому, органо-мінеральна система з використанням рідких комплексних добрив Мочевин К №2 та Органік Д2М забезпечила отримання найбільшої продуктивності культури (38,0–38,5 т/га) в досліді, а також підвищення пластичності сорту, що зменшило варіювання урожайності по роках. Встановлено, що визначальним фактором на покращення якісних показників врожаю картоплі (вміст аскорбінової кислоти і крохмалю) є застосування рідких органо-мінеральних добрив. Так, обробка посадок картоплі препаратами Органік Д2М і Гумат калію на фоні органо-мінеральної системи удобрення забезпечила найвищий вміст аскорбінової кислоти в бульбах. Органік Д2М сприяв отриманню найбільшого вмісту крохмалю (15,0–15,2 %) за усіх систем удобрення. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення ефективності застосування рідких комплексних добрив у системі органічного виробництва за підвищення рівнів надходження у ґрунт альтернативних та традиційних видів органічних добрив (солома, сидерат, гній, вермикомпост).

**Ключові слова:** рідкі органо-мінеральні добрива, агрофон, урожайність, короткоротаційна сівозміна.

### Вступ

Картопля має значний потенціал продуктивності, але з економічної та енергетичної точок зору є досить затратною культурою (Vlasenko & Rudenko, 1987). Її вирощування зумовлює значний тиск на екосистему ґрунту через вплив важкої техніки, інтенсивне рихлення ґрунту, внесення добрив та пестицидів (Powell et al., 2020). Незалежно від ґрунтового-кліматичних умов та зон вирощування культура вибаглива до агрофізичного стану ґрунту і потребує високих агрофонів. Тому внесення добрив є ключовою умовою одержання сталих врожаїв відповідної якості (Bondarchuk, 2008; Kravchuk et al., 2019; Powell et al., 2020). Найбільш ефективним органічним добривом для картоплі є гній, але наразі його катастрофічно не вистачає у зв'язку з

різким зменшенням поголів'я тварин. За таких умов, постає необхідність пошуку альтернативних джерел надходження органічної маси до ґрунту, які б сприяли не лише отриманню високих врожаїв, але й підтримували високу біологічну активність кореневмісного шару та забезпечували поліпшення ґрунтових режимів і збереження родючості ґрунтів (Kravchuk et al., 2019; Powell et al., 2020). Поряд з цим, мінеральні системи удобрення є енергоємними, високозатратними і можуть порушувати режим органічної частини ґрунту внаслідок дисбалансу процесів мінералізації та синтезу гумусових сполук. Тому їх застосування повинно бути чітко енергетично і економічно обґрунтованим (Volkohon et al., 2019). Дослідження багатьох науковців вказують на високу ефективність саме органо-мінеральних

систем удобрення, оскільки вони покращують поживний режим, фізико-механічні, водно-повітряні та буферні властивості ґрунту (Baljuk et al., 2010; Volkohon et al., 2019; Zhuravel et al., 2020). Наразі постала необхідність впровадження сучасних екологізованих агротехнологій, які базуються на застосуванні більш ефективних систем удобрення, в т. ч. використанні рідких комплексних добрив, що сприятиме економії енергії, інтенсифікації колообігу речовин, збереженню родючості ґрунту та підвищенню якості продуктів харчування і умов життя людей (Reganold et al., 2016; Jezierska-Thöle et al., 2017; Muller et al., 2017). Перспективним є перехід на біологічне землеробство. Така система виробництва базується на запровадженні сталих сівозмін, широкому використанні рослинних решток, гною і компостів, багаторічних бобових трав і сидеральних культур (Klonsky, 2012; Stovolos, 2014; Smith et al., 2019).

### Матеріали та методи

Дослідження виконували на ясно-сірому лісовому ґрунті у 5-пільній короткоротаційній сівозміні в умовах стаціонарного досліду, який функціонує з 2010 року на дослідному полі Поліського національного університету (поблизу с. В. Горбаша Черняхівського району Житомирської області). Дослід є складовою частиною НДП в рамках державної бюджетної тематики «Розробка та оцінка елементів біологізації в системі землеробства в умовах Полісся України» (номер державної реєстрації 0112U000338). Ґрунтова відміна характеризується низьким запасом гумусу, слабкислою реакцією середовища та низькою забезпеченістю основними елементами живлення. Повторність досліду триразова. Площа посівної ділянки становить 130 м<sup>2</sup> (4,7×27,6), площа облікової – 110 м<sup>2</sup> (4×27,6). Дослід заклали за методикою Д. А. Доспехова (Dospikhov, 1985; DSTU, 2016).

В досліді застосовували препарати у формі розчину: Мочевин К №1 (1 л/га), Мочевин К №2 (1 л/га), Органік Д2М (1 л/га) та Гумат калію (2 л/га). Зазначені рідкі органо-мінеральні добрива внесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, які дозволені для використання в Україні. Ефективність вказаних препаратів вивчали на фоні органічної (гній, 50 т/га), органо-мінеральної (гній, 25 т/га + N<sub>25</sub>P<sub>20</sub>K<sub>35</sub>) та мінеральної (N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>70</sub>) систем удобрення.

### Результати досліджень і обговорення

Аналіз продуктивності культур за 2014–2016 рр. у розрізі систем удобрення вказує на перевагу органо-мінеральної системи, яка забезпечила урожайність на рівні 31,9 т/га, що на 7,8 т/га, або 32,2 %, перевищувало контроль (табл. 1). При вирощуванні картоплі за технологією, що базувалася на мінеральній системі, приріст становив 6,8 т/га, або 28,3 %, відносно контролю. Агротехнології з органічною системою удобрення забезпечили приріст 5,2 т/га, або 21,4 %, порівняно з біологічним контролем, де урожайність становила 24,1 т/га.

Обробка рідкими комплексними препаратами підвищила ефективність агротехнологій, забезпечивши додаткове збільшення урожайності на 3,5–8,0 т/га або 11,0–27,3 %. Так, в середньому за 3 роки Мочевин К №1 виявився найменш ефективним – приріст залежно від системи удобрення становив 3,5–5,1 т/га, або 11,0–17,5 %. Гумат калію сприяв підвищенню урожайності на 5,0–6,8 т/га, або 15,8–23,1 %, Органік Д2М – на 5,4–8,0 т/га, або 17,5–27,3 %, а Мочевин К №2 – на 6,3–8,0 т/га, або 20,2–27,3 %.

Було встановлено, що за органічної і органо-мінеральної систем удобрення краще зарекомендували себе препарати Мочевин К №2 та Органік Д2М, а на фоні мінеральної – Гумат калію і Мочевин К №2. В цілому, найвищу урожайність в досліді було отримано за умови обробки посівів препаратами Мочевин К №2 та Органік Д2М – 38,5 і 38,0 т/га, що на 14,4 і 13,9 т/га, або 59,7 % і 57,5 %, перевищувало абсолютний контроль. Варто зазначити, що вплив погодного чинника на формування продуктивності культури протягом 2014–2016 рр. був значним (16 %), хоча й зафіксовано зменшення варіювання показника по роках досліджень на варіантах, де проводилась обробка РКД (рис. 1). В цілому, частка впливу РКД на урожайність картоплі становила 24 %.

Також було проаналізовано зміну якісних показників врожаю картоплі по варіантах досліду. За результатами множинного кореляційного аналізу ( $R_{\text{множ}}=0,8645$ ;  $R^2_{\text{скориг}}=0,7302$ ;  $F=43,39$ ), серед досліджуваних показників було визначено найбільш вагомі якісні показники врожаю, що корелювали з продуктивністю культури – вміст аскорбінової кислоти та крохмалю (рис. 2, 3). Так, в умовах досліду між урожайністю культури і вмістом вітаміну С існує лінійна залежність:  $Ascorbic\ acid=16.685+0.13478 \times Yield$ , ( $r=0,84$ ,  $R^2=0,70$ ), (рис. 2).

Таблиця 1. Урожайність картоплі залежно від систем удобрення і застосування рідких комплексних добрив

Система удобрення	Рідке добриво	Середнє, т/га	Приріст від систем удобрення		Приріст від застосування препаратів	
			±	%	±	%
1. Біологічний контроль	Обробка водою	24,1	–	–	–	–
2. Органічна	Обробка водою	29,3	5,2	21,4	–	–
	Мочевин К №1	34,4	10,3	42,7	5,1	17,5
	Мочевин К №2	37,3	13,2	54,6	8,0	27,3
	Органік Д2М	37,3	13,2	54,6	8,0	27,3
	Гумат калію	36,1	11,9	49,5	6,8	23,1
3. Органо-мінеральна	Обробка водою	31,9	7,8	32,2	–	–
	Мочевин К №1	35,4	11,3	46,7	3,5	11,0
	Мочевин К №2	38,5	14,4	59,7	6,6	20,8
	Органік Д2М	38,0	13,9	57,5	6,1	19,2
	Гумат калію	36,9	12,8	53,0	5,0	15,8
4. Мінеральна	Обробка водою	31,0	6,8	28,3	–	–
	Мочевин К №1	35,1	11,0	45,6	4,2	13,5
	Мочевин К №2	37,2	13,1	54,3	6,3	20,2
	Органік Д2М	36,4	12,3	50,8	5,4	17,5
	Гумат калію	37,7	13,6	56,4	6,8	21,8
НІР <sub>05</sub> , %		1,05	0,47		0,52	

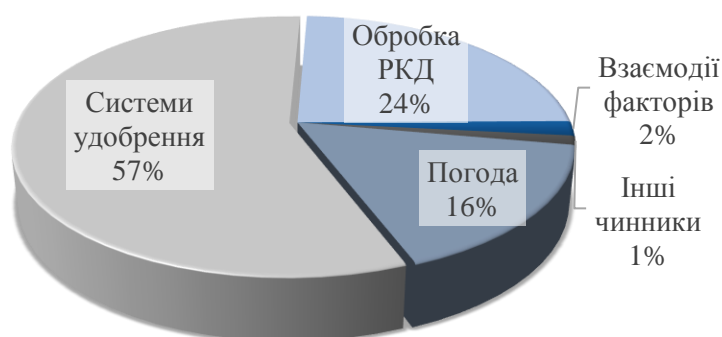


Рис. 1. Частка впливу факторів на урожайність картоплі (2014–2016 рр.)

Дещо нижчий рівень зв'язку ( $r=0,74$ ,  $R^2=0,54$ ) зафіксовано між урожайністю культури і вмістом крохмалю у бульбах:  $Starch=11.927+0.08099 \times Yield$  (рис. 3). У певній мірі,

наведені лінійні залежності показують, що, знаючи фактичний рівень продуктивності культури, можна спрогнозувати деякі якісні показники врожаю (вміст вітаміну С і крохмалю).

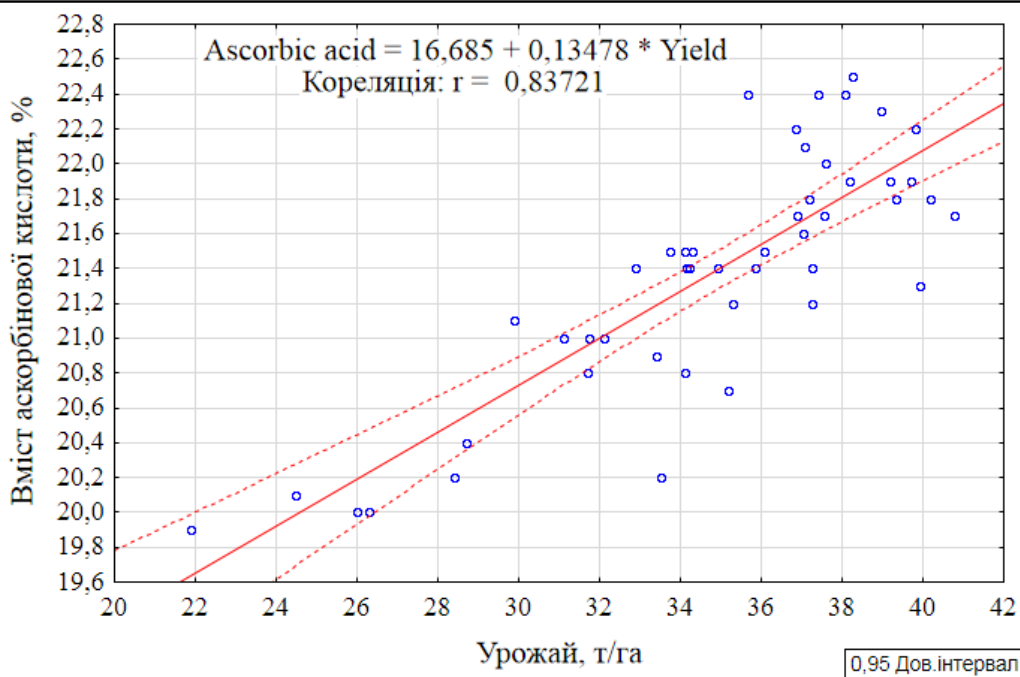


Рис. 2. Лінійна залежність між врожаєм і вмістом аскорбінової кислоти у бульбах картоплі в досліді (середнє за 2014–2016 рр.)

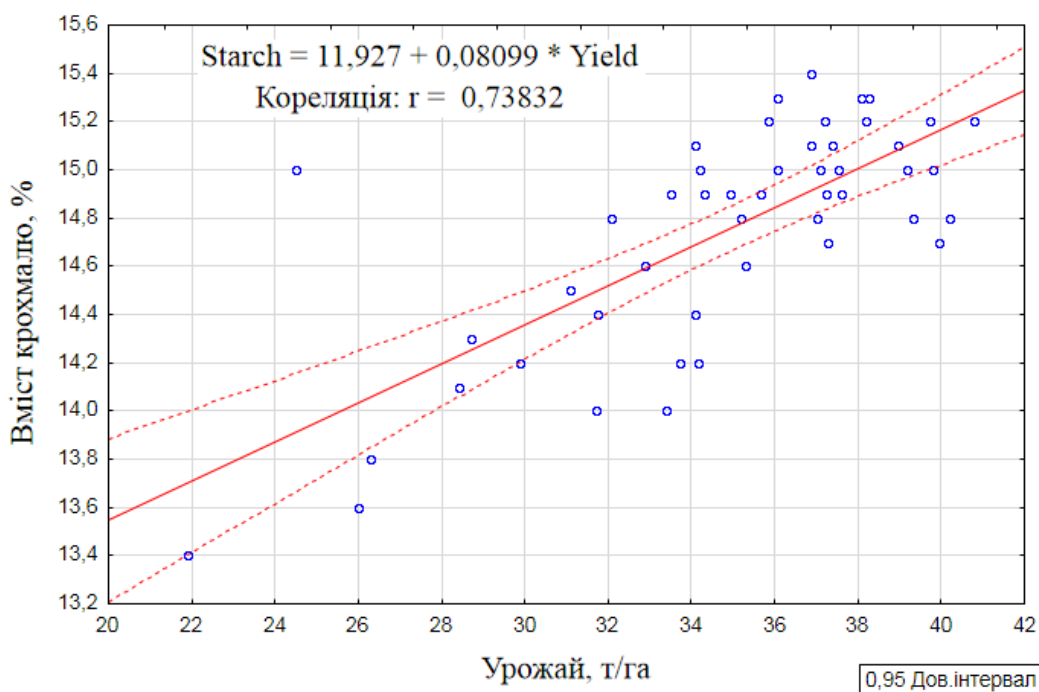


Рис. 3. Лінійна залежність між врожаєм і вмістом крохмалю у бульбах картоплі в досліді (середнє за 2014–2016 рр.)

Під час дослідження якісних показників врожаю встановлено, що системи удобрення сприяли підвищенню вмісту аскорбінової кислоти у бульбах картоплі на 0,63–0,87 % ( $НІР_{заг}=0,49\%$ ). Так, найбільший уміст вітаміну С був зафіксований за вирощування картоплі за

технологіями, що базувалися на органіно-мінеральній і мінеральній системах удобрення – 20,87 та 20,70 мг/кг, відповідно. На контрольному варіанті органічної системи удобрення також зафіксовано суттєве підвищення вмісту аскорбінової кислоти. Проте визначальним

фактором на ріст показника була обробка рідкими комплексними добривами (частка впливу значно перевищувала відповідний показник по системам удобрення і становила 46 %). Зазначений агрозахід забезпечив збільшення умісту вітаміну С за органічної і мінеральної систем на 0,63–1,17 %, органічно-мінеральної – на 0,53–1,10 %

(НІР<sub>зар.</sub>=0,49 %, НІР<sub>сист.</sub>=0,22, НІР<sub>преп.</sub>=0,29 %), (табл. 2). Найвищий вміст аскорбінової кислоти в урожаї картоплі зафіксовано на варіантах, де застосовувалась органічно-мінеральна система удобрення з обробкою препаратами Органік Д2М і Гумат калію, забезпечивши приріст показника на 9,8 і 9,5 % відносно абсолютного контролю.

Таблиця 2. Вміст аскорбінової кислоти у бульбах картоплі залежно від систем удобрення і застосування рідких комплексних добрив (2014–2016 рр.)

Система удобрення	Рідке добриво	Середнє, %	Приріст від систем удобрення		Приріст від застосування РКД	
			±	%	±	%
1. Біологічний контроль	Обробка водою	20,00	–	–	–	–
2. Органічна	Обробка водою	20,63	0,63	3,2	–	–
	Мочевин К №1	21,23	1,23	6,2	0,60	2,9
	Мочевин К №2	21,63	1,63	8,2	1,00	4,8
	Органік Д2М	21,80	1,80	9,0	1,17	5,7
	Гумат калію	21,73	1,73	8,7	1,10	5,3
3. Органо-мінеральна	Обробка водою	20,87	0,87	4,3	–	–
	Мочевин К №1	21,40	1,40	7,0	0,53	2,6
	Мочевин К №2	21,80	1,80	9,0	0,93	4,5
	Органік Д2М	21,97	1,97	9,8	1,10	5,3
	Гумат калію	21,90	1,90	9,5	1,03	5,0
4. Мінеральна	Обробка водою	20,70	0,70	3,5	–	–
	Мочевин К №1	21,30	1,30	6,5	0,60	2,9
	Мочевин К №2	21,70	1,70	8,5	1,00	4,8
	Органік Д2М	21,87	1,87	9,3	1,17	5,6
	Гумат калію	21,47	1,47	7,3	0,77	3,7
НІР <sub>05</sub> , %		0,49	0,22		0,29	

Вміст крохмалю у бульбах картоплі визначався, передусім, впливом РКД і погодних умов протягом вегетації. Частка впливу зазначених факторів становила 45 і 26 %, відповідно. За органічної і мінеральної систем удобрення краще зарекомендували себе

препарати Органік Д2М та Гумат калію, а на фоні органічно-мінеральної – Мочевин К №2 і Органік Д2М (табл. 3). Найвищий вміст крохмалю в бульбах було отримано за умови обробки посівів РКД Органік Д2М на фоні усіх систем удобрення – 15,0–15,2 %.

Таблиця 3. Вміст крохмалю у бульбах картоплі залежно від систем удобрення і застосування рідких комплексних добрив (2014–2016 рр.)

Система удобрення	Рідке добриво	Середнє, %	Приріст від систем удобрення		Приріст від застосування РКД	
			±	%	±	%
1. Біологічний контроль	Обробка водою	14,00	–	–	–	–
2. Органічна	Обробка водою	14,00	0,00	0,0	–	–
	Мочевин К №1	14,67	0,67	4,8	0,67	4,8
	Мочевин К №2	14,67	0,67	4,8	0,67	4,8
	Органік Д2М	15,03	1,03	7,4	1,03	7,4
	Гумат калію	14,73	0,73	5,2	0,73	5,2
3. Органо-мінеральна	Обробка водою	14,43	0,43	3,1	–	–
	Мочевин К №1	14,87	0,87	6,2	0,43	3,0
	Мочевин К №2	15,17	1,17	8,3	0,73	5,1
	Органік Д2М	15,17	1,17	8,3	0,73	5,1
	Гумат калію	15,03	1,03	7,4	0,60	4,2
4. Мінеральна	Обробка водою	14,20	0,20	1,4	–	–
	Мочевин К №1	15,00	1,00	7,1	0,80	5,6
	Мочевин К №2	14,80	0,80	5,7	0,60	4,2
	Органік Д2М	15,23	1,23	8,8	1,03	7,3
	Гумат калію	14,93	0,93	6,7	0,73	5,2
НР <sub>05</sub> , %		0,42	0,19		0,21	

### Висновки

1. Картопля має значний потенціал продуктивності, але потребує високих агрофонів. Найвищу урожайність у досліді на ясно-сірому лісовому ґрунті на варіантах без внесення РКД за 2014–2016 рр. було отримано у агротехнологіях, що базувалися на органо-мінеральній системі – 31,9 т/га, що на 7,8 т/га, або 32,2 % більше, ніж на біологічному контролі.

2. Обробка рідкими комплексними препаратами підвищила ефективність технології вирощування, забезпечивши додаткове збільшення урожайності на 3,5–8,0 т/га, або 11,0–27,3 %. Так, найменш ефективним був Мочевин К №1 – приріст залежно від системи удобрення становив 3,5–5,1 т/га, або 11,0–17,5 %. Гумат калію сприяв підвищенню урожайності на 5,0–6,8 т/га, або 15,8–23,1 %, Органік Д2М – на 5,4–8,0 т/га, або 17,5–27,3 %, а Мочевин К №2 – на

6,3–8,0 т/га, або 20,2–27,3 %.

3. Органо-мінеральна система з використанням рідких комплексних добрив Мочевин К№2 та Органік Д2М забезпечила отримання найбільшої продуктивності культури (38,0–38,5 т/га) в досліді, а також підвищення пластичності сорту, що зменшило варіювання урожайності по роках.

4. Встановлено, що визначальним фактором щодо покращення якісних показників урожаю картоплі (вміст аскорбінової кислоти і крохмалю) є застосування рідких органо-мінеральних препаратів. Так, обробка посадок картоплі препаратами Органік Д2М і Гумат калію на фоні органо-мінеральної системи удобрення забезпечила найвищий вміст аскорбінової кислоти в бульбах. Органік Д2М сприяв отриманню найбільшого вмісту крохмалю (15,0–15,2 %) незалежно від системи удобрення.

## References

- Baliuk, S. A., Batsula, O. O., Tymchuk, V. M., Tsekhmeistruk, M. H. & Salo, O. S. (2010). Orhanichni dobryva [Organic fertilizers]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba* (pp. 128–134). Kyiv : NAAN Ukrainy [in Ukrainian].
- Bondarchuk, A. A. (2008). Stan i priorityetni napriamy rozvytku haluzi kartopliarstva v Ukraini [Status and priority directions of development of potato industry in Ukraine]. *Kartopliarstvo*, 37, 7–13 [in Ukrainian].
- Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
- Jeziarska-Thöle, A., Gwiażdzińska-Goraj, M. & Wiśniewski, Ł. (2017). Current status and prospects for organic agriculture in Poland. *Quaestiones Geographicae*, 36 (2), 23–36. doi: <https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0012>.
- Klonsky, K. (2012). Comparison of production costs and resource use for organic and conventional production systems. *American Journal of Agricultural Economics*, 94, 314–321. doi: <https://doi.org/10.1093/ajae/aar102>.
- Kravchuk, M. M., Kropyvnytskyi, R. B., Andriiash, V. V., Klymchuk, V. V. & Mysko, K. V. (2019). Zmina ahrofizychnykh pokaznykiv gruntu ta produktyvnosti kartopli za gruntozakhysnykh ahrotekhnolohii [Change in soil agrophysical indicators and potato productivity in soil protection agrotechnologies]. *Scientific horizons*, 11 (84), 61–68. doi: [10.33249/2663-2144-2019-84-11-61-68](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-84-11-61-68) [in Ukrainian].
- Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N. & Brüggemann, J. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nat. Commun.*, 8, 1290. doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>.
- Powell, Sh. M., McPhee, J. E., Dean, G., Hinton, S., Sparrow, L. A., Wilson, C. R. & Tegg, R. S. (2020). Managing soil health and crop productivity in potato: a challenging test system. *Soil research*. doi: <https://doi.org/10.1071/SR20032>.
- Reganold, J. P. & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nat. Plants*, 2 (2), 15221. doi: [10.1038/nplants.2015.221](https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221).
- Smith, O. M., Cohen, A. L., Rieser, C. J., Davis, A. G., Taylor, J. M., Adesanya, A. W. ... Crowder, D. W. (2019). Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 82. doi: [10.3389/fsufs.2019.00082](https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00082).
- Stovolos, N. (2014). Model for the formation of a national system for the production of organic products. *Visnyk ZhDTU*, 4 (70), 98–102. doi: [https://doi.org/10.26642/jen-2014-4\(70\)-98-102](https://doi.org/10.26642/jen-2014-4(70)-98-102).
- Vlasenko, M. Yu. & Rudenko, H. S. (1987). Vplyv riznykh norm mineralnykh dobryv na vmist na vrozhainist i yakist novykh sortiv kartopli [Influence of different norms of mineral fertilizers on yield and quality of new varieties of potatoes]. *Kartopliarstvo*, 18, 40–42 [in Ukrainian].
- Volkohon, V. V., Pyrig, O. V., Volkohon, K. I. & Dimova, S. B. (2019). Methodological aspects of determining the trend of organic matter mineralization - synthesis processes in croplands. *Agricultural science and practice*, 6 (1), 3–9. doi: <https://doi.org/10.15407/agrisp6.01.003>.
- Yakist gruntu. Statsionarni polovi doslidzhennia. Vymohy do zakladannia polovykh doslidiv [Soil quality. Stationary field research. Requirements for field experiments]. (2016). DSTU 7858:2015. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Zhuravel, S. V., Kravchuk, M. M., Kropyvnytskyi, R. B., Klymenko, T. V., Trembitska, O. I., Radko, V. H., Nihorodova, S. A., Diachenko, M. O., Zhuravel, S. S., Polishchuk, V. O. (2020). Orhanichni dobryva [Organic fertilizers]. Zhytomyr : Poliskyi natsionalnyi universytet [in Ukrainian].