

УДК 631.51:633.11

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.6>

УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Дудка О.А. – здобувач кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Паєлов О.С. – доцент кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Останні дослідження українських та зарубіжних вчених вказують, що урожайність, економічна та енергетична ефективність вирощування ярих зернових колосових культур, зокрема й пшениці ярої, значною мірою залежить від ресурсного наповнення системи землеробства. Особливо значний вплив мають такі ланки як система удобрення та обробіток ґрунту.

У статті наведено результати наукових досліджень, які проводилися впродовж 2018–2020 рр. в умовах стаціонарного 2-факторного дослідження кафедри землеробства та гербології закладеного в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Визначено вплив трьох систем землеробства з різним ресурсним наповненням – промислової, екологічної та біологічної та чотирьох систем основного обробітку ґрунту – оранки на 20–22 см, чизелювання на 20–22 см, дискування на 10–12 см та дискування на 6–8 см на урожайність, економічну та енергетичну ефективність вирощування пшениці ярої в Правобережному Лісостепу України.

Аналіз даних дозволив визначити оптимальне поєднання досліджуваних систем землеробства та варіантів основного обробітку ґрунту за впливом на урожайність пшениці ярої. Поєднання екологічної системи землеробства з чизельним основним обробітком ґрунту забезпечувало найвищу в досліді урожайність культури 5,6 т/га, що суттєво (+ 11,0 %) переважало контроль.

Економічну ефективність досліджуваних систем землеробства та обробітку ґрунту оцінювали за рівнем рентабельності, який за три роки досліджень був найвищим за екологічної системи землеробства в комплексі чизельним основним обробітком ґрунту – 115,2 %, що на 47,5 % краще за контроль.

Аналіз результатів енергетичного балансу засвідчив, що вищевказане поєднання варіантів забезпечувало й найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності в досліді – 5,5.

Ключові слова: пшениця яра, промислова, екологічна, біологічна системи землеробства, оранка, чизелювання, дискування, урожайність, рентабельність, коефіцієнт енергетичної ефективності.

Dudka O.A., Pavlov O.S. Yield, economic and energy efficiency of spring wheat cultivation under different farming systems in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Recent studies by Ukrainian and foreign scientists indicate that the yield, economic and energy efficiency of growing spring cereals, including spring wheat, largely depends on the resource content of the farming system. Such elements as fertilization and tillage systems have a particularly significant impact.

The article presents the results of research conducted in 2018–2020 in the stationary 2-factor experiment of the Department of Agriculture and Herbology in NUBIP of Ukraine «Agronomic Research Station». The study determines the impact of three farming systems with different resource content – industrial, environmental, and organic – and four systems of primary tillage (plowing at a depth of 20–22 cm, chiseling at 20–22 cm, disking at 10–12 cm and disking at 6–8 cm) on the productivity, economic and energy efficiency of spring wheat cultivation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The analysis of the data allowed us to determine the optimal combination of the studied farming systems and the options of the main tillage according to the influence on the yield of spring wheat. The combination of the environmental farming system with chisel primary tillage provided the highest crop yield in the experiment of 5.6 t/ha, which significantly (+11.0 %) outweighed the control.

The economic efficiency of the studied systems of agriculture and tillage was assessed by the level of profitability, which for three years of research was the highest in the environmental farming system in the complex with chisel main tillage – 115.2 %, which is 47.5 % better than control.

The analysis of the results of the energy balance showed that the above combination of options provided the highest coefficient of energy efficiency in the experiment – 5.5.

Key words: spring wheat, industrial, environmental, and organic farming systems, plowing, chiseling, disking, yield, profitability, energy efficiency ratio.

Постановка проблеми. Пшениця яра – важлива сільськогосподарська культура, площі під якою за інформацією Державної служби статистики України варіюють в межах 170–190 тис. га та суттєво залежать від перезимівлі озимих зернових культур. Хоча сучасні сорти пшениці ярої за продуктивністю не поступаються іншим зерновим культурам, урожайність її в Україні зазвичай не перевищує 3,5 т/га, що є досить низьким показником. Проте, пшениця яра, особливо тверда, має відмінні хлібопекарські властивості та більш придатна порівняно з озимою для виготовлення дійсно високоякісних макаронних виробів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження українських та зарубіжних вчених вказують, що урожайність, економічна та енергетична ефективність вирощування ярих зернових колосових культур, зокрема й пшениці ярої, значною мірою залежить від ресурсного наповнення системи землеробства. Особливо значний вплив мають такі ланки як система удобрення та обробіток ґрунту [1, 2, 3, 4, 5].

Згідно досліджень Новожицького М. В. максимальні витрати сукупної енергії за вирощування пшениці ярої припадають на оборотні засоби – насіння, добрива, паливно-мастильні матеріали, машини та обладнання. Значно менше впливають на енергоємність технології пестициди, електроенергія, праця людини [10]. Kovacev I. та ін. вказує, що постійне зростання цін на паливо, добрива, робочу силу та ін. збільшує, зокрема, актуальність технологій з використанням елементів мінімізації [8, 9, 11]. Згідно досліджень Vach M. та ін. найнижчі сумарні витрати та найвищу економічну ефективність вирощування зернових колосових культур забезпечував варіант з мінімальним обробітком ґрунту [6]. Схожі результати отримані іншими чеськими вченими. Згідно їх багаторічних досліджень, мінімальний обробіток з внесенням побічної продукції с.-г. культур виявився найдешевшим методом з економічної та енергетичної точки зору порівняно з оранкою. Повна відмова від обробітку ґрунту (no-till) не призводила до подальшого зниження витрат, оскільки вони часто зростали через необхідність використання дорожчих пестицидів [7]. Схожі результати щодо ефективності no-till отримані Чорним С. Г. та Волошенюком А. В. [12].

Постановка завдання. Дослідження проводилися впродовж 2018–2020 рр. в умовах стаціонарного 2-факторного досліді кафедри землеробства та гербології закладеного в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», с. Пшеничне Васильківського району Київської області.

Метою досліджень було визначити вплив систем землеробства з різним ресурсним наповненням – промислової, екологічної та біологічної та чотирьох систем основного обробітку ґрунту – оранки на 20–22 см, чизелювання на 20–22 см, дискування на 10–12 см та дискування на 6–8 см на урожайність, економічну та енергетичну ефективність вирощування пшениці ярої в Правобережному Лісостепу України.

У стаціонарному досліді проводилися дослідження трьох варіантів системи землеробства (фактор А) та чотирьох варіантів системи основного обробітку

грунту (фактор В) в короткоротаційній зернопросапній сівозміні з наступним чергуванням с.-г. культур: соя – пшениця озима – сояшник – пшениця яра – кукурудза на зерно.

Контрольним варіантом фактора А була промислова система землеробства, що включала внесення на один гектар у сівозміні 12 т органічних (гній) та 300 кг діючої речовини мінеральних добрив ($N_{92}P_{100}K_{108}$), у тому числі під пшеницю яру 290 кг/га діючої речовини ($N_{90}P_{90}K_{100}$) та інтенсивним застосуванням рекомендованих пестицидів. Гній вносили під сояшник та кукурудзу на зерно з нормами 30 т/га. Індекс екологізації за такої системи землеробства становить 25 (300/12).

З контрольним варіантом порівнювали системи екологічного й біологічного землеробства. За екологічного землеробства вносили на гектар ріллі в сівозміні 24 т/га органічних і 150 кг/га NPK мінеральних добрив у діючій речовині ($N_{47}P_{78}K_{25}$), зокрема під пшеницю яру 130 кг/га діючої речовини ($N_{50}P_{20}K_{60}$). Використання органічних добрив у сівозміні за цієї системи передбачало внесення 12 тон на гектар сівозмінної площі гною та 12 т/га зеленої маси сидератів (гірчиця біла), які висівалися після збирання пшениці озимої та ярої. Внесення пестицидів в цій системі екологічно обґрунтоване за критерієм еколого-економічного порогу чисельності шкідливих організмів. Індекс екологізації землеробства становить 6,2 (150/24).

За біологічного землеробства у сівозміні застосовували лише 24 т/га органічних добрив – 12 тон на гектар сівозмінної площі гною та 12 т/га зеленої маси сидератів (гірчиця біла), які висівалися після збирання пшениці озимої та ярої. Індекс екологізації землеробства у цьому варіанті системи становить 0 (0/24).

У моделях систем землеробства у стаціонарному досліді методом розщеплених ділянок розміщено чотири варіанти основного обробітку ґрунту (фактор В) під пшеницю яру: 1) оранка на 20–22 см (контроль); 2) чизелювання на 20–22 см; 3) дискування на 10–12 см; 4) дискування на 6–8 см.

Дослід закладений за методом розщеплених ділянок. Ділянки, на яких здійснюють варіанти основного обробітку ґрунту, мають посівну площу 280 м² (8 × 35 м), а облікову – 225 м² (7 × 32,1 м). Ділянки, на яких застосовують відповідні системи удобрень і захисту рослин, характерні для окремих варіантів системи землеробства, мають посівну площу 93,6 м² (8 × 11,7 м), а облікову – 75 м² (7 × 10,7 м). Кількість повторень у досліді – 4.

Облік урожайності зерна культури проводили у фазі повної стиглості пшениці ярої методом суцільного збирання з облікових площ з приведенням до 100 % чистоти і стандартної вологості з кожного варіанта в усіх повтореннях окремо.

Економічну оцінку вирощування пшениці ярої визначали розрахунковим методом з використанням технологічних карт за цінами, які склалися у роки проведення досліджень.

Для оцінки енергетичної ефективності вирощування пшениці ярої в досліді використовували коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}), що визначається через відношення загальної енергії у вирощеній продукції (E_n) до кількості непоновлюваної енергії, затраченої на її вирощування (E_s). Енергетичну ефективність оцінювали за шкалою: висока – $K_{ee} > 5$, середня – за $K_{ee} > 2-5$ і низька – $K_{ee} < 2$ [13, 14].

Статистичний аналіз експериментальних даних проводили за допомогою програмного забезпечення Excel from MS Office 365 та Statistica 10.

Виклад основного матеріалу дослідження. Головним показником оцінки системи землеробства є урожайність вирощуваних культур. Статистичний аналіз отриманих даних засвідчив вплив як досліджуваних систем землеробства

вцілому, так і варіантів основного обробітку ґрунту, зокрема. Контрольний варіант промислової системи землеробства забезпечив середню врожайність пшениці ярої за роки досліджень на рівні 4,8 т/га. Повна відмова від хімічних засобів захисту культури та мінеральних добрив, навіть на фоні внесення органіки у вигляді гною та сидератів, призвело до 44,1 %-го зниження урожайності пшениці до ярої. Ресурсне наповнення екологічної системи землеробства, що включало поєднання органічних та мінеральних добрив і внесення засобів захисту за ЕПШ, дозволило отримати приріст урожайності культури 0,2 т/га до 5 т/га, що є суттєвим показником (табл.).

Достовірним також був вплив і варіантів основного обробітку ґрунту. Заміна оранки на дискування в третьому та четвертому варіантах призводила до суттєвого

Таблиця

Урожайність, економічна та енергетична ефективність систем землеробства за вирощування пшениці ярої, в середньому за 2018–2020 рр.

Фактор А	Фактор В	Урожайність, т/га	+/- до St, %	Рівень рентабельності, %	+/- до St, %	Коефіцієнт енергетичної ефективності, K_{ee}	+/- до St, %
П (St)	О (St)	5,1	–	78,1	–	3,2	–
	Ч	5,3	4,3	96,7	23,9	3,4	4,8
	Д 1	4,6	–8,8	72,1	–7,7	3,0	–7,2
	Д 2	4,1	–19,1	60,6	–22,4	2,7	–16,1
Е	О (St)	5,2	3,4	91,5	17,1	4,8	49,1
	Ч	5,6	11,0	115,2	47,5	5,5	70,3
	Д 1	4,8	–4,1	87,0	11,4	4,9	52,1
	Д 2	4,4	–12,2	81,1	3,9	4,6	41,7
Б	О (St)	2,8	–44,6	28,3	–63,8	3,4	6,1
	Ч	3,1	–39,4	55,8	–28,6	3,9	19,0
	Д 1	2,6	–48,1	36,3	–53,5	3,2	–1,8
	Д 2	2,2	–59,2	19,4	–75,1	2,5	–23,2
HiP ₀₅ (AB)		0,25	6,1	42,03	61,4	1,54	40,5
В середньому по фактору А							
П		4,8	–	76,9	–	3,1	–
Е		5,0	5,8	93,7	21,9	5,0	60,7
Б		2,7	–44,1	35,0	–54,5	3,2	4,8
HiP ₀₅ (A)		0,13	3,2	21,01	30,7	0,77	20,26
В середньому по фактору В							
О		4,4	–	66,0	–	3,8	–
Ч		4,6	6,6	89,2	35,3	4,3	11,0
Д 1		4,0	–7,7	65,1	–1,3	3,7	–3,4
Д 2		3,6	–18,4	53,7	–18,5	3,3	–14,8
HiP ₀₅ (B)		0,14	3,4	23,26	33,9	0,89	23,4

Примітка: А – системи землеробства; В – системи основного обробітку ґрунту; О – оранка на 20–22 см, Ч – чизелювання на 20–22 см, Д 1 – дискування на 10–12 см, Д 2 – дискування на 6–8 см.

зниження урожайності культури на 7,7 та 18,4 %, яке було більшим за поверхневого обробітку. Чизельний обробіток на ту ж глибину, що й на контролі, забезпечив збільшення урожайності пшениці ярої на 6,6 % до 4,6 т/га.

Аналіз даних дозволив визначити оптимальне поєднання досліджуваних систем землеробства та варіантів основного обробітку ґрунту за впливом на урожайність пшениці ярої. Поєднання екологічної системи землеробства з чизельним основним обробітком ґрунту забезпечувало найвищу в досліді урожайність культури 5,6 т/га, що суттєво (+11,0 %) переважало контроль.

Економічну ефективність досліджуваних систем землеробства оцінювали за рівнем рентабельності, який за три роки досліджень за промислового землеробства становив 76,9 % за середніх виробничих витрат на 1 га в межах 17,1 тис. грн. За біологічного землеробства цей показник був меншим у 2,2 рази і становив лише 35 % навіть на фоні зменшення витрат до 12,7 тис грн/га, що зумовлено суттєвим зниженням урожайності культури. Екологічна система землеробства забезпечувала середні витрати на вирощування пшениці ярої в межах 16,5 тис грн/га, що не суттєво менше за промислову. Проте, збільшення урожайності в цьому варіанті дозволило вирощувати культуру з рентабельністю 93,7 %, що на рівні контролю.

Серед варіантів основного обробітку ґрунту 35,3 %-ве збільшення рентабельності забезпечив чизельний обробіток на 20–22 см. Варіанти з дискуванням мали результати на рівні з контролем (оранкою) з несуттєвою перевагою мілкого обробітку ґрунту над поверхневим.

Найвищу рентабельність в досліді забезпечило поєднання екологічного землеробства з чизельним основним обробітком ґрунту – 115,2 %, що на 47,5 % краще за контроль, проте згідно статистичного аналізу даних ця перевага не була суттєвою ($H_i P_{05}(AB) = 61,4 \%$).

Перевагу екологічної системи землеробства підтвердив і розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності, який становив 5 проти 3,1 на контролі. Енергетична ефективність біологічної системи була на рівні контрольного варіанту і становила 3,2.

Серед основного обробітку ґрунту не виявлено варіанту з суттєвою перевагою над контролем. Всі обробітки забезпечували вирощування культури з енергетичною ефективністю 3,3–4,3. Проте чизельний обробіток суттєво переважав дискування на 6–8 см (табл.).

Найбільш енергетично прибутковим поєднанням досліджуваних факторів залишився варіант екологічної системи землеробства в комплексі з чизельним основним обробітком ґрунту, що забезпечив енергетичну ефективність на рівні 5,5.

Висновки і пропозиції. За результатами трирічних досліджень оптимальним є поєднання екологічної системи землеробства та чизельного основного обробітку ґрунту на 20–22 см за вирощування пшениці ярої, що дозволило отримати найвищу врожайність культури в досліді на рівні 5,0 т/га з рентабельністю 93,7 % та енергетичною ефективністю 5,5.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Каленська С. М., Шутий О. І. Формування продуктивності та якості пшениці твердої ярої залежно від мінерального живлення у Правобережному Лісо-степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. № 3(82). С. 19–24.
2. Андрійченко Л. В., Макарова Г. А. Особливості реакції сортів ярої пшениці на мінеральні добрива. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Спец. Вип. 4, Т. 1. 2006. С. 4–9.

3. Economics of spring wheat production in the middle volga / N. P. Bakaeva, O. L. Saltykova, N. Yu Korzhavina, M. S. Prikazchikov. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. № 315(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/2/022056>
 4. Productivity, quality and economics of four spring wheat (*triticum aestivum* L.) cultivars as affected by three cultivation technologies / M. Zargar, P. Polityko, E. Pakina [et all] *Agronomy Research*. 2018. № 16(5). P. 2254–2264. <https://doi.org/10.15159/ar.18.204>
 5. Рожков А. О., Сєвідова І. О. Біоенергетична ефективність агротехнічних заходів вирощування пшениці ярої твердої та тритикале ярого. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2015. Вип. 10(4). С. 53–57.
 6. Vach M., Strašil Z., Javůrek M. (2016). Economic efficiency of selected crops cultivated under different technology of soil tillage. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 2016. № 47(1), 40–46. doi:10.1515/sab-2016-0007
 7. Javurek, M., Vach, M., Strašil, Z. Production, economics and energetic aspects of continuous ten-year use of conservation soil tillage. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 2007. № 38. P. 179–185.
 8. Kovacev I., Kosutic S., Filipovic D., Pospisil M., Copec K. Economic efficiency of non-conventional soil tillage systems in oil seed rape and winter barley production. *Book Series: Actual Tasks on Agricultural Engineering*. Zagreb, 2011. № 39. P. 271–279.
 9. Kovacev I., Copec K., Fabianic G., Kosutic S. Economic efficiency of non-conventional soil tillage systems in oil seed rape and winter barley production. *Book Series: Actual Tasks on Agricultural Engineering*. Zagreb, 2013. № 41. P. 65–75.
 10. Новохижній М. В. Біоенергетична ефективність технології вирощування пшениці твердої ярої залежно від норм добрив та хімічного захисту в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2011. Вип. 56. С. 142–146.
 11. Hernáinz J. L., Girón V. S., Cerisola C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*. 2019. № 35(4). P. 183–198.
 12. Чорний С. Г., Волошенюк А. В. Оцінка біоенергетичної ефективності технології no-till. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 2. С. 67–73.
 13. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К.: Нора-прінт, 2001. 59 с.
 14. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Бердніков О. М. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва. К.: Аграр. наука, 2005. 200 с.
-