

ОПТИМІЗАЦІЯ НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

М.В. Лісовий¹, В.М. Ніконенко², О.І. Сліденко³

¹доктор сільськогосподарських наук

²кандидат сільськогосподарських наук

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: ¹⁻³labl@meta.ua

ORCID: ¹0000-0002-9394-2974, ²0000-0002-4842-2283, ³0000-0002-3948-0668

Надійшла 15.08.2022

Мета. Оптимізувати норми мінеральних добрив під пшеницю озиму на чорноземах типових і розробити математичні моделі прогнозування її урожайності за рахунок природної родючості ґрунту та добрив в умовах недостатнього зволоження Лісостепу лівобережного високого України. **Методи.** Польовий, аналітичний, статистичний (багатофакторний регресійний аналіз). **Результати.** На основі аналітичних обчислень встановлено оптимальну норму мінеральних добрив під пшеницю озиму ($N_{60}P_{70}K_0$) і розраховано прогнозу її врожайність за рахунок природної родючості ґрунту на рівні 5,76 т/га та за рахунок мінеральних добрив — 0,37 т/га. **Висновки.** Для збільшення валового збору зерна пшениці озимої на чорноземі типовому Лісостепу лівобережного високого оптимальною нормою мінеральних добрив є $N_{60}P_{70}K_0$, що забезпечує прогнозу врожайність на рівні 6,13 т/га.

Ключові слова: мінеральні добрива, урожайність, чорнозем типовий, прогнозні моделі, Лісостеп лівобережний високий.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202208-09>

Пшениця озима — основна продовольча культура України та інших країн світу. Відомо, що її врожайність формується за рахунок природної родючості ґрунту та внесених органічних і мінеральних добрив. Тому на сьогодні актуальним залишається не тільки збільшення обсягів застосування добрив, а й оптимізація їхніх норм з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зоні досліджень питаннями впливу різних природних і антропогенних факторів на урожайність пшениці озимої займалися відомі вчені [1–9]. Але їхні результати

на сьогодні недостатньо розкривають взаємозв'язки між ґрунтом, добривами та врожаєм в умовах недостатнього вологозабезпечення.

У дослідженнях використано математичне планування схем польового дослідження, сучасні методи статистичної обробки експериментальної інформації для оптимізації норм мінеральних добрив і прогнозування врожайності пшениці озимої [1–12].

Мета досліджень — оптимізувати норми мінеральних добрив під пшеницю озиму на чорноземах типових і розробити математичні моделі прогнозування її врожайності за рахунок природної родючості ґрунту

Вплив мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі типовому

Номер варіанта	Норми добрив, кг/га д. р.				Урожайність за повтореннями, ц/га				
	N	P	K	H	Y1	Y2	Y3	Y4	Y
1	0	0	0	0	44,8	45,0	49,6	51,3	47,68
2	60	0	90	0	56,9	61,8	53,1	55,4	56,80
3	0	120	90	0	57,2	53,7	52,1	58,5	55,38
4	60	120	0	0	60,9	55,8	55,1	57,9	57,43
5	0	60	45	0	55,2	55,7	60,5	53,5	56,23
6	30	120	45	0	56,9	57,3	54,6	50,4	54,80
7	30	60	90	0	58,0	50,7	54,5	50,0	53,30
8	60	120	90	0	56,0	58,1	56,9	59,3	57,58
9	0	120	0	0	62,6	63,4	55,2	62,0	60,80
10	60	0	0	0	54,5	60,3	59,7	54,4	57,23
11	0	0	90	0	47,1	51,1	48,2	36,9	45,83
12	60	60	45	0	58,7	64,5	52,9	52,6	57,18
13	30	0	45	0	53,3	54,5	58,2	62,6	57,15
14	30	60	0	0	57,9	61,7	61,9	67,3	62,20
15	30	60	45	0	58,0	61,8	54,2	62,5	59,15
Середнє	30,00	60,00	45,00	0	55,87	57,03	55,11	55,64	55,91
Дисп	600,00	2400,00	1350,0		20,28	27,78	13,77	49,58	17,51

Примітка. Чотирифакторний дослід, де норма мінеральних добрив, кг/га д. р.: N — азотних; P — фосфорних; K — калійних; H — органічні добрива, т/га; Y1, Y2, Y3, Y4 — урожайність за повтореннями, ц/га; Y — середня врожайність, ц/га

та добрив в умовах недостатнього зволоження Лісостепу лівобережного високого України.

Методика досліджень. Дослідження проводили в умовах польового стаціонарного досліді «Агроєкологічний моніторинг»,

Рівняння регресії									
$Y_r = b_0 + (b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4) + (b_5 \cdot x_{11} + b_6 \cdot x_{22} + b_7 \cdot x_{33} + b_8 \cdot x_{44}) + (b_9 \cdot x_{12} + b_{10} \cdot x_{13} + b_{11} \cdot x_{14} + b_{12} \cdot x_{23} + b_{13} \cdot x_{24} + b_{14} \cdot x_{34})$									
*Коефіцієнти регресії b і статистики Стьюдента tb									
	b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8
b =	57,6105	0,06767	0,0355	-0,0366			-0,0007		
tb =	46,67	2,3257	2,4402	-1,8846			-1,6837		
		b9	b10	b11	b12	b13	b14		
b =		-0,0015							
tb =		-2,7795							
Змінні									
X1 = N	x1 = X1 - X1cp			x11 = x1·x1		x12 = x1·x2		x23 = x2·x3	
X2 = P	x2 = X2 - X2cp			x22 = x2·x2		x13 = x1·x3			
X3 = K	x3 = X3 - X3cp			x33 = x3·x3					
X1cp = 30,0	X2cp = 60,0			X3cp = 45,0					
Коефіцієнт детермінації				R2 = 0,7831					
73,9% мінливості Y пояснюється прийнятою квадратичною моделлю									
Коефіцієнт Фішера					F = 5,09516				
Табличні значення:				F05 = 3,4817		F01 = 6,0569			
Оскільки F > F05, то модель значима за критерієм Фішера									
Табличні значення статистики Ст'юдента					t05 = 2,262		t01 = 3,250		
Коефіцієнт b значимий за Ст'юdentом, якщо tb > t05									
Модель може містити кілька незначимих за критерієм Ст'юдента членів									

Рис. 1. Текстова інформація математичної моделі врожайності пшениці озимої

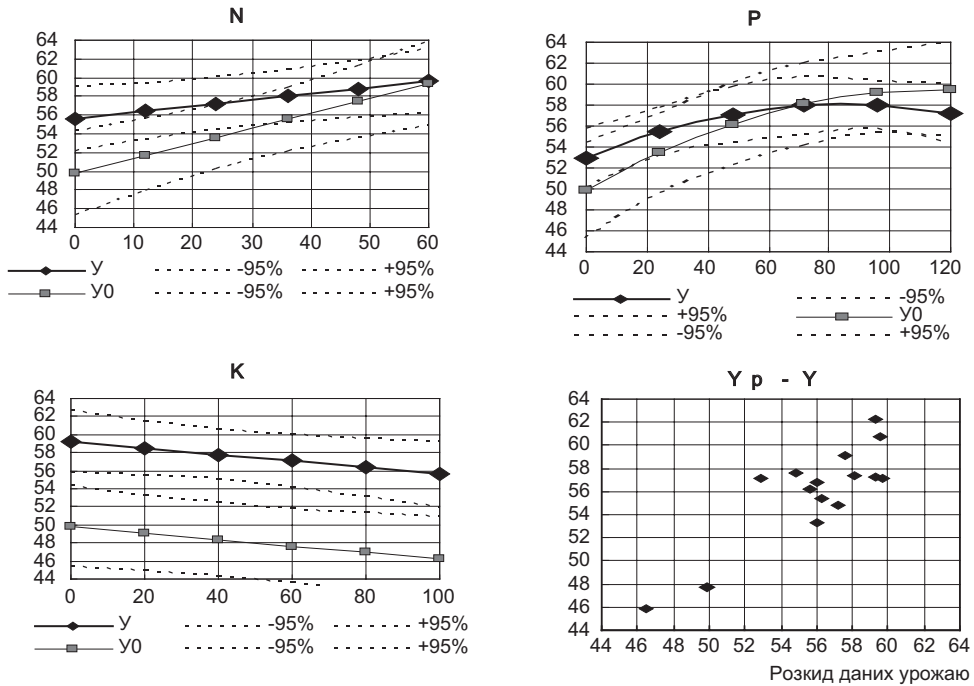


Рис. 2. Вплив окремих видів добрив на врожайність зерна пшениці озимой: графіки Y — при середніх значеннях фіксованих факторів; графіки Y0 — при нульових значеннях фіксованих факторів

закладеного в «ДГ «Граківське» ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Дослід закладено в 1990 р. за математично спланованою схемою О.О. Єгоршина, яка включає 3 фактори — мінеральні добрива (N, P, K) і один фактор — гній (прийнято за 0) (таблиця).

Результати досліджень. Дані врожайності пшениці озимой обробляли регресійним рівнянням за допомогою комп'ютерної програми (таблиця).

Текстова інформація математичної моделі врожайності представлена рис. 1.

Рівняння регресії після виключення незначимих членів за критерієм Ст'юдента має такий вигляд:

$$Y_p = 57,6 + 0,06767(N - 30,0) + 0,0355(P - 60,0) - 0,03656(K - 45,0) - 0,0007071 \times (P - 60,0)^2 - 0,001507(N - 30,0)(P - 60,0) = 61,3 \text{ ц/га}$$

За допомогою рівняння регресії розраховано ефективність окремих видів добрив (N, P, K) за середніх і нульових значень двох інших. За розрахованими даними побудовано графіки впливу мінеральних добрив на врожайність пшениці озимой (рис. 2).

За графіками визначено оптимальні норми добрив: азотних — 60,0 кг/га д. р., фосфорних — 70,0 кг/га д. р., калійних — 0.

Математична модель прогнозу врожайності зерна пшениці озимой має вигляд:

$$Y_p = 57,6 + 0,06767(N - 30,0) + 0,0355(P - 60,0) - 0,03656(K - 45,0) - 0,0007071 \times (P - 60,0)^2 - 0,001507(N - 30,0)(P - 60,0) = 61,3 \text{ ц/га}$$

За природної родючості ґрунту одержано врожайність пшениці озимой на рівні 57,6 ц/га; мінеральні добрива в оптимальній нормі (N₆₀P₇₀K₀) забезпечили приріст урожайності 3,7 ц/га.

Висновки

Для збільшення валового збору зерна пшениці озимої на чорноземі типовому Лісостепу лівобережного високого України оптимальними нормами мінеральних доб-

рив є $N_{60}P_{70}K_0$, що забезпечує врожайність на рівні 6,13 т/га, в тому числі за рахунок природної родючості ґрунту 5,76 т/га і за рахунок мінеральних добрив — 0,37 т/га.

Lisovyi M.¹, Nikonenko V.², Slidenko O.³

NSC «O.N. Sokolovsky Institute for Soil Science and Agrochemistry Research», 4 Chaikovska Str., Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: ¹⁻³labl@meta.ua; ORCID: ¹0000-0002-9394-2974, ²0000-0002-4842-2283, ³0000-0002-3948-0668

Optimization of the norms of mineral fertilizers under winter wheat and its yield forecast on the typical chernozem of Left-Bank Forest Steppe

Goal. To optimize the norms of mineral fertilizers for winter wheat on typical chernozems and to develop mathematical models for forecasting its yield due to the natural fertility of the soil and fertilizers in the conditions of insufficient moisture in the Forest-Steppe of the Left-Bank highlands of Ukraine. **Methods.** Field, analytical, statistical

(multivariate regression analysis). Results. Based on analytical calculations, the optimal rate of mineral fertilizers for winter wheat ($N_{60}P_{70}K_0$) was determined and its forecast yield was calculated due to the natural fertility of the soil at the level of 5.76 t/ha and due to mineral fertilizers — 0.37 t/ha. **Conclusions.** To increase the gross harvest of winter wheat grain on the typical chernozem of the highlands of the Left-Bank Forest-Steppe, the optimal norm of mineral fertilizers should be $N_{60}P_{70}K_0$, which ensures a forecast yield of 6.13 t/ha.

Key words: mineral fertilizers, productivity, typical chernozem, predictive models, highlands of the Left-Bank Forest-Steppe.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202208-09>

Бібліографія

1. Будьоний Ю.В., Попов С.І. Вплив способів основного обробітку ґрунту на умови формування урожаю озимої пшениці в східному Лісостепу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2007. № 30. С. 34–39.
2. Попов С.І. Урожайність озимої пшениці залежно від строків сівби та системи удобрення в умовах східного Лісостепу України. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2006. № 5. С. 128–136.
3. Авраменко С.В. Урожайність пшениці озимої залежно від комплексу агротехнічних прийомів вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 23–25.
4. Авраменко С.В., Попов С.І., Циганко В.А. Урожайність пшениці озимої за органічної та органічно-мінеральної системи удобрення в умовах східної частини Лісостепу України. Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі — стан та перспективи: збірник тез V міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених. м. Харків, 4–6 липня 2012 р. Харків, 2012. С. 91.
5. Кочмарський В.С., Колючий В.Т., Власенко В.А. та ін. Технології вирощування сучасних сортів пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 217–224.
6. Камінський В.Ф. Новітні технології вирощування конкурентоспроможної продукції рослинництва в системі стійкого землеробства України. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ: «ЕКМО», 2010. Вип. 3. С. 37–47.
7. Кисіль В.І., Лісовий М.В., Попов С.І. та ін. Особливості використання агропотенціалу ґрунтів та застосування добрив у господарствах Харківської області. Харків, 2004. 31 с.
8. Кононюк Л.М. Урожайність озимої пшениці за різних технологій вирощування в умовах Лісостепу. *Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН*. Київ, 2004. Вип. 1. С. 48–53.
9. Сайко В.Ф. Вітчизняне зернове господарство. Розмов багато, ефективності — мало. *Зерно і хліб*. 2005. № 3. С. 6–7.
10. Єгоршин О.О., Лісовий М.В. Математичне планування польових дослідів, статистична обробка експериментальних даних. Харків, 2005. 192 с.
11. Єгоршин О.О., Лісовий М.В. Планування і математична обробка багатофакторних дослідів. Харків, 2009. 30 с.
12. Дуда Г.Г. Планирование эксперимента для агрохимических исследований. Нью-Йорк, 2015. 304 с.