

УДК 338.43

DOI 10.32342/2074-5354-2023-1-58-3

*В.В. КОЗЮК,*

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки та економічної теорії Західноукраїнського національного університету, м. Тернопіль (Україна)

<https://orcid.org/0000-0002-5715-2983>

*А.В. ЛІПЕЦЬКА,*

магістрантка ОНП «Аналітична економіка» Західноукраїнського національного університету, м. Тернопіль (Україна)

<https://orcid.org/0000-0003-1129-182X>

*О.В. ДЛУГОПОЛЬСЬКИЙ,*

доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки та економічної теорії Західноукраїнського національного університету, Тернопіль (Україна), професор Інституту публічного управління та бізнесу Вищої школи економіки та інновацій, м. Люблін (Польща)

<https://orcid.org/0000-0002-2040-8762>

*О.П. ШИМАНСЬКА,*

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки та економічної теорії Західноукраїнського національного університету, м. Тернопіль (Україна)

<https://orcid.org/0000-0003-0084-3799>

## **КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ**

Зернова галузь займає лідируючі позиції серед вітчизняного аграрного ринку і сьогодні за умов війни 2022 р. вкрай важливим є ефективне функціонування ринку зернових культур задля вирішення проблеми забезпечення продовольчої та національної безпеки не лише України, але й багатьох інших країн світу. Мета наукового дослідження – провести кореляційно-регресійний аналіз рентабельності зерновиробництва в Україні, виокремити основні фактори впливу, на основі яких побудувати модель лінійної регресії. Попередні дослідження, присвячені даній тематиці (вчені з України, Великої Британії, Єгипту, Бангладеш, Ірану, Нігеру, Нігерії, Зімбабве, Китаю), охоплюють широкий спектр факторів впливу на рентабельність зерновиробництва. Проте автори припускають, що найбільшою мірою на досліджуваний показник впливають саме ті фактори, які виходять із сутності визначення показника рентабельності. З метою перевірки даної гіпотези застосовано метод кореляційно-регресійного аналізу, при проведенні якого було виявлено чинники, що здійснюють найсуттєвіший вплив на рентабельність зерновиробництва в Україні. Виявлено, що найбільш значущими змінними є урожайність, ціна реалізації та витрати на виробництво і збут, на основі чого побудовано модель лінійної регресії, яка відображає залежність рентабельності зерновиробництва в Україні від вищезгаданих показників

( $y = -35,2396 + 1,2750x_2 + 0,0242x_4 - 0,0007x_5$ ). Спираючись на аналіз розподілу залишків, модель можна вважати задовільною. У ході аналізу виявлено негативний ефект масштабу в зерновій галузі, якого можна уникнути за умови ефективного використання сільськогосподарських угідь. Скасування мораторію на продаж землі відкриває шляхи до переходу землі більш ефективним користувачам, що позитивно позначиться на рентабельності виробництва.

**Ключові слова:** рентабельність, АПК, зернова галузь, кореляційно-регресійний аналіз  
**JEL:** C21, Q10

**Вступ.** Зернова галузь займає лідируючі позиції серед вітчизняного аграрного ринку. У сучасних надскладних умовах війни 2022 р. вкрай важливим є ефективне функціонування ринку зернових культур задля вирішення проблеми забезпечення продовольчої та національної безпеки. Крім того, національний зерновий ринок забезпечує потреби багатьох країн світу.

Зважаючи на надзвичайну важливість розвитку ринку зернових культур, його безперервного функціонування на коротко- і довгострокову перспективу, актуальним є вивчення проблем підвищення рентабельності виробництва зернових культур. Особливо важливим є врахування впливу таких факторів, як: зібрана площа, урожайність, обсяг і ціна реалізації продукції, витрати.

**Метою статті** є дослідження чинників, які впливають на економічну ефективність виробництва зернових культур вітчизняними аграріями, що є на сьогоднішній день досить актуальним питанням.

**Аналіз останніх публікацій.** Питаннями аналізу та моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні займалися багато вчених як в Україні, так і за кордоном. Зокрема П.М. Грицюк та Т.Ю. Бабич побудували модель регресійної залежності рентабельності зерновиробництва від валового збору зернових та їх середньорічної ціни на зовнішніх ринках [1]. С.Г. Черемісіна та В.В. Россоха провели комплексний аналіз ефективності виробництва зернових культур в Україні [2]. М.М. Жибак та Г.М. Христенко виокремили найбільш значущі фактори впливу на прибутковість зернової галузі [3], а Н.В. Рунчева та А.С. Бритвенко провели кореляційно-регресійний аналіз залежності між витратами і урожайністю

соняшника з встановленням прямої залежності між ними [4].

Проблематикою інвестиційної привабливості АПК займалися Б.Д. Долінський та О.С. Рибачок, які за допомогою кореляційно-регресійного аналізу визначили основні чинники впливу на досліджуваний об'єкт [5]. Н.Є. Голомша та О.Я. Голомша здійснили факторний аналіз параметрів, які визначають конкурентоспроможність української пшениці на світових ринках. На основі найбільш вагомих факторів ними було побудовано кореляційно-регресійну модель [6].

У праці А. Durmanov та S. Umarov запропоновано уніфіковану модель формування оптимальної виробничої програми та використання ресурсного потенціалу регіону з розробкою нормативних показників збереження родючості ґрунтів [7]. М. Ноке та М. Наке обґрунтували за допомогою коефіцієнта кореляції та множинної регресії те, що головною детермінантою прибутковості у виробництві насіння рису в різних районах Бангладеш є соціально-економічні чинники [8]. Праця А. Soulé, В. Auwalu, Z. Mainassara та S. Yahaya присвячена дисперсійному і кореляційному аналізу між деякими характеристиками врожайності кількох сортів пшениці в Нігері, на основі чого було встановлено додатну кореляцію між врожайністю зернових і внесенням азотних добрив в ґрунти, масою ядер пшениці, тоді як від'ємну – між врожайністю і кількістю насаджень на одиницю площі [9].

Вчені М. Amoozad-Khalili, R. Rostamian, M. Esmailpour-Troujeni та А. Kosari-Moghaddam проаналізували та змоделивали економічні індекси різних систем виробництва пшениці з використанням моделей множинної лінійної ре-

гресії на території Північного Ірану [10]. Їхні висновки полягали в такому: собівартість виробництва пшениці вища в напівмеханізованій системі, тоді як вартість насіння пшениці в механізованій системі є нижчою, а чистий прибуток – вищим. А. El-Mohsen продемонстрував за допомогою кореляційного і регресійного аналізу (на прикладі Єгипту) зв'язок між врожайністю та деякими її компонентами: вагою зерна, кількістю колосків на квадратний метр площі посіву, довжиною колоска, порого року [11].

S. Vilas-Ghiso та D. Liverman провели аналіз впливу ефекту масштабу та НТП на сільськогосподарське виробництво в Мексиці [12], а Q. Zhang, A. Razzaq, J. Qin, Z. Feng, F. Ye та M. Xiao обґрунтували необхідність якнайшвидшого переходу сільського господарства Китаю від екстенсивного до інтенсивного способу виробництва [13]. Вчені встановили U-подібний взаємозв'язок між економічною ефективністю виробництва сільськогосподарських культур і масштабами діяльності фермерів (з розширенням масштабів діяльності економічна ефективність демонструє тенденцію «спочатку підвищення, а потім зниження», сягаючи певного піку в точці 6.67, 13.33 hm<sup>2</sup>).

Проте, незважаючи на значну кількість публікацій з цієї тематики, питання впливу на рентабельність зерновиробництва в Україні таких факторів, як зібрана площа, урожайність, витрати, реалізація та ціна реалізації, залишається відкритим.

**Інформаційна база та методи дослідження.** Одним з основних показників економічної ефективності виробництва зерна вважається показник рентабельності. Математично показник рентабельності розраховується як співвідношення прибутку до витрат, виражене у відсотках. Тобто він демонструє віддачу вкладених у виробництво сукупних матеріальних і трудових ресурсів [2].

До пріоритетних чинників впливу на прибутковість зернової галузі слід віднести ціну, собівартість та обсяг реалізації зернопродукції [3]. Зниження показника рентабельності зерновиробництва опо-

середковане суттєвим зростанням витрат на оплату праці, мінеральні добрива та засоби захисту рослин, паливе та мастильні матеріали, а також необґрунтованим збільшенням інших прямих і загальнови-робничих витрат.

Для визначення рентабельності виробництва зернових культур застосовують формулу [2]:

$$R = \frac{(S \cdot U \cdot Ch \cdot Ts - V)}{V} * 100\%, \quad \dots \quad (1)$$

де R – рентабельність виробництва, %; S – зібрана площа, тис. га; U – урожайність, ц/га; Ch – частка реалізованої продукції у валовому зборі; Ts – ціна реалізації, грн/т; V – витрати на виробництво, тис. грн.

Зважаючи на формулу (1), основними факторами впливу на рентабельність зерновиробництва в Україні є: зібрана площа, урожайність, обсяг і ціна реалізації, витрати. Для оцінки того, як під впливом вищезгаданих факторів змінюється показник рентабельності зерновиробництва в Україні, застосуємо метод кореляційно-регресійного аналізу.

Кореляційно-регресійний аналіз – це побудова та аналіз економіко-математичної моделі у вигляді рівняння регресії (рівняння кореляційного зв'язку), що відображає залежність результативної ознаки від однієї або кількох ознак факторів і надає оцінку міри тісноти зв'язків [14]. Кореляційно-регресійний аналіз є класичним методом імовірнісного моделювання, який вивчає взаємозв'язки показників діяльності, коли залежність між ними не є строго функціональною або спотворена впливом сторонніх (випадкових) факторів. У результаті здійснюються пошук і оцінювання тісноти зв'язку між двома випадковими ознаками або факторами (кореляційний аналіз), а в подальшому встановлюється конкретний вид залежності між досліджуваними параметрами (регресійний аналіз) [15].

Припустимо, що зв'язок між ознаками описується лінійним рівнянням регресії:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5, \quad (2)$$

де y – рентабельність виробництва та реалізації зернових культур в Україні;  $x_1$  – зі-

брана площа (тис. га);  $x_2$  – урожайність (ц/га);  $x_3$  – реалізація (тис. т);  $x_4$  – ціна реалізації (грн/т),  $x_5$  – витрати на виробництво та збут (тис. грн);  $b_0$  – вільний член рівняння регресії;  $b_n$  – коефіцієнти рівняння регресії, які характеризують кількісний вплив на результуючий показник зміни величини відповідного факторного показника на одиницю його виміру.

Для проведення кореляційно-регресійного аналізу потрібно згенерувати вибірку статистичних даних. Для цього використаємо дані Державної служби статистики України у річному вимірі [16]. Вибір річних показників є виправданим, оскільки обіг коштів зернової галузі становить один рік, а тому такий показник, як наприклад, рентабельність зерновиробництва, розраховується саме за рік.

Для аналізу було взято вибірку даних за 11 років (2010–2020) – табл. 1. Зрозумі-

ло, що невеликий розмір вибірки та віддаленість статистичних даних у часі зменшує точність кореляційно-регресійного аналізу, але, як було зауважено вище, це спричинено особливістю даної галузі.

**Результати дослідження.** За допомогою пакета статистичного аналізу даних STATISTICA було побудовано регресійну модель та розраховано відповідні коефіцієнти, результати чого наведено у табл. 2, 3 і 4. Надамо економічно-математичну інтерпретацію результатів регресійного аналізу.

Коефіцієнт множинної кореляції  $R = 0,93$ , отже, у рівнянні дуже тісний кореляційний зв'язок, який характеризує залежність результативного показника від факторів, які включено у модель. Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,86$ , отже, 86% зміни вихідної змінної визначаються впливом вхідних змінних (табл. 2).

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення кореляційно-регресійного аналізу

Рік	y	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
2020	23,8	15282,9	42,5	42246,5	4794,1	144500,5
2019	14,5	15291,9	49,1	49019,1	3867,5	158042,7
2018	26,1	14794,1	47,4	42454,7	4315,0	141318,2
2017	27,9	14560,3	42,5	38174,6	3771,6	114541,5
2016	37,8	14337,1	46,1	36655,9	3414,0	94996,7
2015	43,1	14640,9	41,1	45830,2	2912,1	73058,1
2014	25,8	14627,3	43,7	40220,5	1801,4	54048,5
2013	1,5	15804,4	39,9	37954,2	1297,2	47122,9
2012	15,7	14792,1	31,2	33116,3	1545,8	38721,3
2011	26,1	15321,3	37,0	27788,5	1374,7	29543,5
2010	13,9	14575,7	26,9	22630,7	1225,0	23020,3

\*Джерело: складено за даними [16].

Таблиця 2

Результати регресійної статистики

Statistic	Summary Statistics
	Value
Multiple R	0,927710676
Multiple R <sup>2</sup>	0,860647098
Adjusted R <sup>2</sup>	0,721294197
F(5,5)	6,17602568
p	0,0336638093
Std.Err. of Estimate	6,12127592

\*Джерело: авторські розрахунки.

Наступним кроком є порівняння отриманих даних (табл. 3) з табличним критерієм Фішера.  $F_{\text{факт}} = 6,18 > F_{\text{крит}} = 5,05$ , тобто між всіма вхідними змінними в цілому та вихідною змінною існує лінійна залежність (дана лінійна модель є значущою).

Далі застосовуємо оцінку статистичної значимості параметрів регресії за допомогою t-критерію Стюдента (табл. 4).  $t_{\text{крит}} = 2,57$ , тому для змінних  $x_1$  (зібрана площа),  $x_2$  (урожайність) та  $x_3$  (реалізація) –  $|t_{\text{факт}}| < t_{\text{крит}}$ , тобто ці змінні не є статистично значущими для моделі. У той час як для змінних  $x_4$  (ціна реалізації) та  $x_5$  (витрати) –  $|t_{\text{факт}}| > t_{\text{крит}}$ , що свідчить про наявність лінійної залежності між цими змінними та вихідною змінною, а тому вони є статистично значущими. Також про значущість свідчить значення p-value, яке має бути нижчим 0,05. Значущі змінні програма STATISTICA виділяє червоним кольором.

Для того, щоб посилити якість моделі, обравши найбільш значущі змінні, скористуємося методом покрокового включення та методом покрокового виключення.

Метод покрокового виключення (Backward stepwise) базується на дослідженні часткових F-критеріїв, які дають змогу встановлювати статистичну значущість співвідношення між залишками моделі з найбільшою кількістю факторів і залишками моделі з одним вилученим фактором. Якщо для деякого вилученого фактора таке співвідношення не є значущим, то він до моделі не повертається [17]. Метод покрокового включення (Forward stepwise) діє у зворотному порядку порівняно з попереднім методом, тобто до моделі поступово включаються фактори, що мають найбільший коефіцієнт кореляції із залежною змінною. Модель аналізується за значеннями коефіцієнта детермінації та частковими F-критеріями. Фактори, що не задовольняють критерії, з моделі вилучаються. Процес припиняється, коли жоден з факторів рів-

Таблиця 3

## Результати дисперсійного аналізу

Effect	Analysis of Variance; DV: Y				
	Sums of Squares	df	Mean Squares	F	p-value
Regress.	1157,079	5	231,4158	6,176026	0,033664
Residual	187,350	5	37,4700		
Total	1344,429				

\*Джерело: авторські розрахунки.

Таблиця 4

## Результати регресійного аналізу

	Regression Summary for Dependent Variable					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(5)	p-value
Intercept			104,3896	81,81107	1,27598	0,258020
X1	-0,35484	0,200248	-0,0092	0,00520	-1,77199	0,136596
X2	0,56539	0,334924	0,9716	0,57555	1,68812	0,152190
X3	0,23926	0,316567	0,0004	0,00048	0,75579	0,483837
X4	2,20126	0,696747	0,0190	0,00601	3,15934	0,025114
X5	-2,52274	0,779019	-0,0006	0,00018	-3,23835	0,022991

\*Джерело: авторські розрахунки.



Коефіцієнт множинної кореляції  $R = 0,87$ , отже, зв'язок між вхідними змінними та вихідною змінною має високу щільність. Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,76$ , який показує частку варіацій результативного значення, що пояснюється зміною факторів  $x_2, x_4, x_5$ . Тобто 76% рентабельності виробництва та реалізації зернових в Україні пояснюється змінами урожайності, ціни реалізації та витрат. На частку факторів, які не ввійшли до моделі, припадає лише 24%.

Модель багатофакторної лінійної регресії буде мати вигляд:

$$y = -35,2396 + 1,2750x_2 + 0,0242x_4 - 0,0007x_5. \quad (4)$$

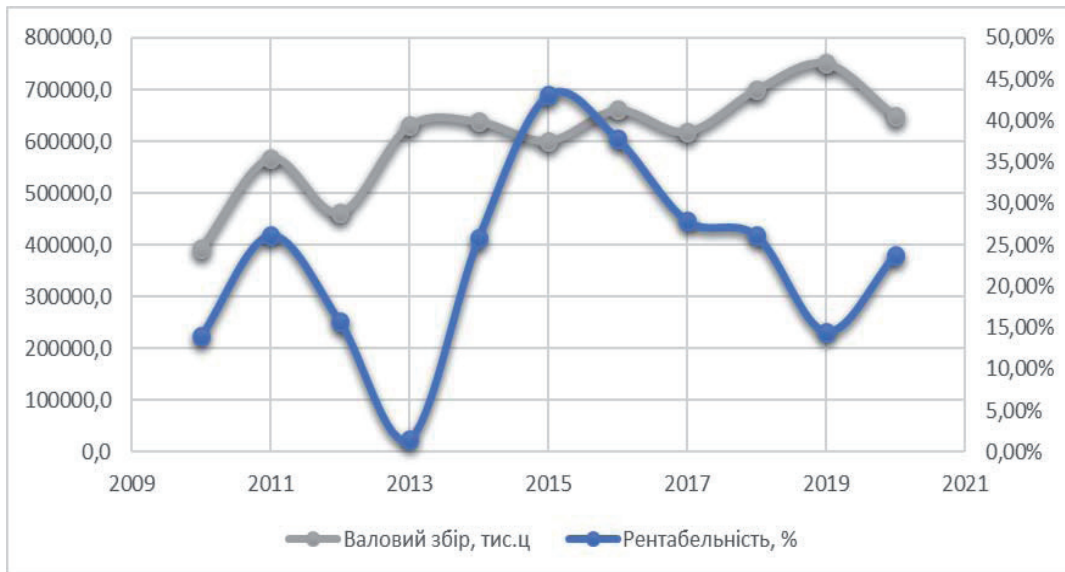
При збільшенні урожайності на одиницю рентабельність збільшується на 1,27 од. Після зростання на одиницю ціни реалізації рентабельність збільшується на 0,0242. За умови збільшення витрат на одиницю рентабельність зернових зменшиться на 0,0007.

Як бачимо, модель 4 краще пояснює результативний показник, ніж модель 3, а тому зробимо вибір на користь моделі 4, хоча кожна з них має право на існування.

Залежність рентабельності від ціни та витрат обумовлена самою сутністю поняття «рентабельність». Що стосується урожайності, то, з однієї точки зору, збільшення врожайності означає збільшення рентабельності, однак з іншої – надвисокий врожай спричинятиме спад ціни, а відповідно, й рентабельності. Така поведінка нагадує модель взаємозв'язку між рентабельністю та площею збору. Ці факторні ознаки можна об'єднати в одну – валовий збір зерна, який визначається як добуток зібраної площі на урожайність.

Обернену залежність між рентабельністю та валовим збором ілюструє рис. 1. Цікавим фактом є те, що при злитті цих факторних ознак в одну – валовий збір зерна – виявлено статистичну незначущість при регресійному аналізі нової моделі.

Віднайдемо коефіцієнти часткової та напівчасткової кореляції як альтернативу коефіцієнтам парної кореляції для того, щоб «очистити» кореляційний зв'язок між двома змінними від можливого впливу третьої змінної. Часткові коефіцієнти кореляції (Partial Cor) показують ступінь впливу однієї незалежної змінної на за-



**Рис. 1. Залежність рентабельності зерновиробництва в Україні від валового збору зерна за 2010–2020 рр.**

\*Джерело: побудовано за даними [16].

лежну змінну за умови, що інші незалежні змінні закріплені на постійному рівні, тобто контролюється їх вплив на залежну змінну. Напівчасткова кореляція (Semipart Cor) – кореляція незалежної змінної і залежної в припущенні, що контролюється вплив інших незалежних змінних на дану факторну змінну, але не контролюється вплив факторних змінних на результативний показник [18].

Для моделі 4 часткові та напівчасткові коефіцієнти кореляції мають достатньо високе значення, і за ступенем впливу на залежну змінну (рентабельність) їх можна проранжувати як: 1) ціна реалізації; 2) витрати; 3) урожайність. З табл. 7 видно, що фактор  $x_2$  (урожайність) має самостійну частину в поясненні рентабельності, тому що значення Semipart Cor значно менше від Partial Cor.

Як завершальний етап аналізу проведемо оцінку адекватності моделі на основі аналізу залишків. Залишки – це різниці

між спостережуваними значеннями (емпіричними) та модельованими (аналітичними), тобто значеннями, підрахованими за моделлю з оціненими параметрами. Модель можна вважати задовільною, якщо залишки некорельовані й розподілені (приблизно) за нормальним законом [18].

Побудуємо таблицю залишків (табл. 8) і перевіримо, чи виходять залишки за межі інтервалу  $(-3s; 3s)$ , де  $s$  – емпіричне середньоквадратичне відхилення залишків (на графіку залишок позначений \*). У моделі 4 залишки не виходять за межі даного інтервалу. Середнє залишків 0, а медіана 0,5661.

Як бачимо, розподіл залишків близький до нормального розподілу, точки-залишки графіка (рис. 2) достатньо близько розташовані біля (червоної) теоретичної прямої, а гістограма розподілу залишків (рис. 3) наближена до графіка нормального розподілу, отже, можна стверджувати про адекватність даної моделі.

Таблиця 7

Часткові і напівчасткові коефіцієнти кореляції моделі 4

Variable	Variables currently in the Equation; DV: Y						
	b* in	Partial Cor.	Semipart Cor.	Tolerance	R-square	t(7)	p-value
X2	0,74194	0,676234	0,446404	0,362006	0,637994	2,42864	0,045511
X4	2,80438	0,855366	0,803000	0,081989	0,918011	4,36868	0,003279
X5	-3,07217	-0,847158	-0,775365	0,063697	0,936303	-4,21833	0,003945

\* Джерело: авторські розрахунки.

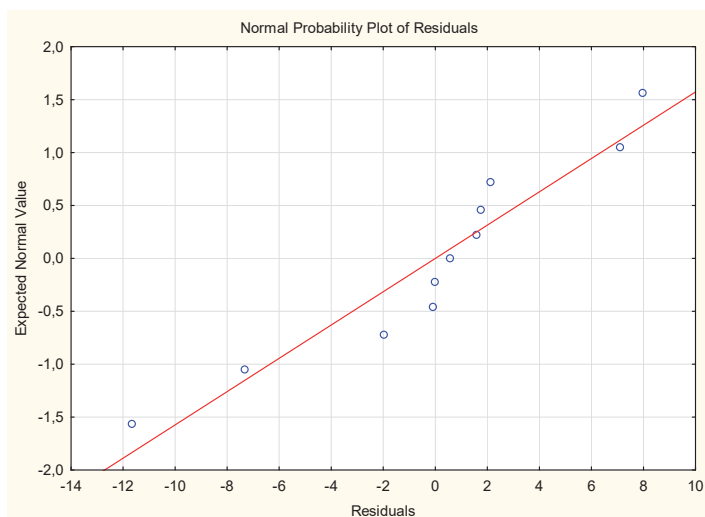
Таблиця 8

Залишки множинної регресійної моделі

Case name	Raw Residuals						Raw Residual Dependent variable: Y		
	-3s	.	.	0	.	+3s	Observed Value	Predicted Value	Res
2020	.	.	*	.	.	.	23,80000	31,13132	-7
2019	.	.	.	.	*	.	14,50000	7,40091	7
2018	.	.	.	*	.	.	26,10000	28,07381	-1
2017	.	.	.	*	.	.	27,90000	27,91461	-0
2016	.	.	.	*	.	.	37,80000	37,89297	-0
2015	.	.	.	.	*	.	43,10000	35,13488	7
2014	.	.	.	*	.	.	25,80000	25,23388	0
2013	.	.	*	.	.	.	1,50000	13,16565	-11
2012	.	.	.	*	.	.	15,70000	14,12287	1
2011	.	.	.	*	.	.	26,10000	23,97119	2
2010	.	.	.	*	.	.	13,90000	12,15792	1
Minimum	.	.	*	.	.	.	1,50000	7,40091	-11
Maximum	.	.	.	.	*	.	43,10000	37,89297	7
Mean	.	.	.	*	.	.	23,29091	23,29091	-0

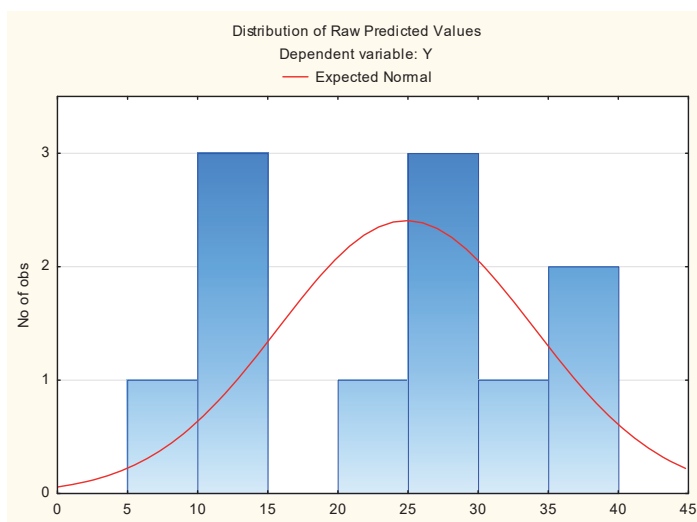
\* Джерело: авторські розрахунки.





**Рис. 2. Нормальний ймовірнісний графік**

\*Джерело: авторські розрахунки.



**Рис. 3. Гістограма розподілу залишків**

\*Джерело: авторські розрахунки.

**Висновки.** На основі дослідження часових рядів зібраної площі, урожайності, реалізації, ціни реалізації та витрат на виробництво і збут зернових побудовано кореляційно-регресійну модель залежності рентабельності зерновиробництва в Україні від даних факторів. Показано, що найсуттєвіший вплив на формування рентабельності здійснюють такі фактори з відповідним ранжуванням за ступенем впливу: ціна реалізації, витрати та урожайність. Ці фактори з високою тісністю зв'язку пояснюють

76% рентабельності зерновиробництва в Україні. На основі аналізу залишків модель можна вважати задовільною та адекватною.

У ході аналізу виявлено негативний ефект масштабу в зерновій галузі, якого можна уникнути за умови ефективного використання сільськогосподарських угідь. Також виявлено обернену залежність між рентабельністю та обсягом валового збору зерна, де прослідковується причинно-наслідковий зв'язок: високий урожай – падіння цін на зерно – зниження рентабельності.

### Список використаної літератури

1. Грицюк П.М., Бабич Т.Ю. Економіко-математичне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні. НУВГП. 2014. №2(66). С. 62–70. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/10721>
2. Черемісіна С.Г., Россоха В.В. Ефективність виробництва зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи підвищення. Економіка АПК. 2021. №6. С. 54–67. URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106054>
3. Жибак М.М., Христенко Г.М. Фактори впливу на прибутковість зернової галузі. Глобальні та національні проблеми економіки. 2014. № 2. С. 754–757. URL: <http://global-national.in.ua/issue-6-2015/archive/6-2015/197.pdf>
4. Рунчева Н.В., Бритвенко А.С. Кореляційний аналіз концентрацій і ефективності виробництва й переробки соняшнику в агрохолдингах України та оцінка їх впливу на розвиток спеціалізованих аграрних ринків. Ефективна економіка. 2019. № 5. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.5.2>
5. Долінський Л.Б., Рибачок О.С. Кореляційно-регресійний аналіз інвестиційної привабливості АПК. Економічний аналіз. 2016. №24(1). Р. 30–37. URL: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1148>
6. Голомша Н.Є., Голомша О.Я. Кореляційно-регресійне моделювання конкурентоспроможності української пшениці на світових ринках. Економіка АПК. 2019. №10. С. 88–97. URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201910088>
7. Durmanov A.Sh., Umarov S.R. Economic-mathematical modeling of optimization of agricultural production. *Asia Pacific Journal of Research in Business Management*. 2018. Vol. 9(6). P. 10–21.
8. Hoque M.Z., Haque M.E. Socio-economic factors influencing profitability of rice seed production in selected areas of Bangladesh. *The Agriculturists*. 2014. Vol. 12(1). P. 33–40.
9. Soulé A.M., Auwalu B.M., Mainassara Z.A., Yahaya S.U. Correlation and Regression analysis of bread wheat (*Triticumaestivum* L.) varieties grown at different Nitrogen levels on clay soil in the southern valley of Niger. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2021. Vol. 20(9). P. 11–18. URL: <https://doi.org/10.9790/0853-2009131118>
10. Amoozad-Khalili M., Rostamian R., Esmaeilpour-Troujeni M., Kosari-Moghaddam A. Economic modeling of mechanized and semi-mechanized rainfed wheat production systems using multiple linear regression model. *Information Processing in Agriculture*. 2020. Vol. 7. P. 30–40. URL: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.06.002>
11. El-Mohsen A.A. Correlation and Regression Analysis in Barley. *Egyptian Journal of Plant Breeding*. 2012. Vol. 16(3). P. 205–226. URL: <https://doi.org/10.12816/0003958>
12. Vilas-Ghiso, S.J., Liverman, D.M. Scale, technique and composition effects in the Mexican agricultural sector: the Influence of NAFTA and the institutional environment. *Third North American Symposium on Assessing the Environmental Effects of Trade* (Montreal, 30 November – 1 December). Environmental Change Institute, University of Oxford. 2006. 37 p. URL: <http://www.cec.org/files/documents/publications/2258-scale-technique-and-composition-effect-in-mexican-agricultural-sector-influence-en.pdf>
13. Zhang Q., Razaq A., Qin J., Feng Z., Ye F., Xiao M. Does the expansion of farmers' operation scale improve the efficiency of agricultural production in China? Implications for environmental sustainability. *Frontiers in Environmental Studies*. 2022. Vol.10. 918060. URL: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.918060>
14. Hayes A., Anderson S. Correlation. Investopedia. 2021. URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/correlation.asp>
15. Павлюк К.В. Методичні підходи до розроблення нормативів і оцінки науково-дослідницької праці на основі багатофакторного кореляційно-регресійного аналізу. Наукові праці НДФІ. 2020. №3(92). С. 5–19. URL: <https://doi.org/10.33763/npndfi2020.03.005>
16. Офіційний сайт державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>

17. Лещинський, О.Л., Рязанцева, В.В., Юнькова, О.О. Економетрія: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К.: Персонал, 2008. 208 с. URL: [https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/dmo\\_5.pdf](https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/dmo_5.pdf)

18. Ляшенко О., Ковальчук О. Прогнозна модель світового людського розвитку: економетричний підхід. Український журнал прикладної економіки. 2016. Т. 1(2). С. 73–85. URL: <http://dSPACE.wunu.edu.ua/bitstream/316497/2458/3/73-85.PDF>

19. Gao X., Li B., Jiang S., Nie Y. Can increasing scale efficiency curb agricultural nonpoint source pollution? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18(16). 8798. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph18168798>

## References

1. Hrytsyuk P., Babych T. (2014). Ekonomiko-matematychnе modelyuvannya rentabelnosti zernovirobnitstva v Ukraini [Economic and mathematical modeling of the profitability of grain production in Ukraine]. *НУВГП [NUVGP]*, 2(66), 62-70. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/10721>

2. Cheremisina S., Rossoha V. (2021). Efektivnist virobnitstva zernovih kultur v Ukraini: analiz suchasnogo stanu ta perspektivi pidvishenna [Efficiency of production of grain crops in Ukraine: analysis of the current state and prospects for improvement]. *Ekonomika APK [Economy of Agro-Industrial Complex]*, 6, 54-67. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106054>

3. Zibak M., Hrystenko G. (2014). Faktory vplivu na pributkovist zernovoji galuzi [Factors affecting the profitability of the grain industry]. *Globalni ta natsionalni problem ekonomiki [Global and National Economic Problems]*, 2, 754-757. URL: <http://global-national.in.ua/issue-6-2015/archive/6-2015/197.pdf>

4. Runcheva N., Brytvenko A. (2019). Korelyatsiyniy analiz kontsentratsii i efektyvnosti virobnytstva i pererobky sonyashniku v agrohodingah Ukraini ta otsinka ih vplivu na rozvytok spetsializovanih agrarnykh rynkiv [Correlational analysis of concentrations and efficiency of sunflower production and processing in agricultural holdings of Ukraine and assessment of their impact on the development of specialized agricultural markets]. *Efektivna ekonomika [Efficient economy]*, 5. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.5.2>

5. Dolynskyi L., Rybachok O. (2016). Korelyatsiyno-regresiyniy analiz investytsiynoyi privablivosti APK [Correlation-regression analysis of the investment attractiveness of the agricultural industry]. *Ekonomichnyi analiz [Economic analysis]*, 24(1), 30-37. URL: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1148>

6. Holomsha N., Holomsha O. (2019). Korelyatsiyno-regresiyne modelyuvannya konkurentospromozhnosti ukrainskoyi pshenitsi na svitovih rynkakh [Correlation-regression modeling of the competitiveness of Ukrainian wheat on world markets]. *Ekonomika APK [Economy of Agro-Industrial Complex]*, 10, 88-97. URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201910088>

7. Durmanov A.Sh., Umarov S.R. (2018). Economic-mathematical modeling of optimization of agricultural production. *Asia Pacific Journal of Research in Business Management*, 9(6), 10-21.

8. Hoque M.Z., Haque M.E. (2014). Socio-economic factors influencing profitability of rice seed production in selected areas of Bangladesh. *The Agriculturists*, 12(1), 33-40.

9. Soulé A.M., Auwalu B.M., Mainassara Z.A., Yahaya S.U. (2021). Correlation and Regression analysis of bread wheat (*Triticumaestivum* L.) varieties grown at different Nitrogen levels on clay soil in the southern valley of Niger. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 20(9), 11-18. URL: <https://doi.org/10.9790/0853-2009131118>

10. Amoozad-Khalili M., Rostamian R., Esmaeilpour-Troujeni M., Kosari-Moghaddam A. (2020). Economic modeling of mechanized and semi-mechanized rainfed wheat production systems using multiple linear regression model. *Information Processing in Agriculture*, 7, 30-40. URL: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.06.002>

11. El-Mohsen A.A. (2012). Correlation and Regression Analysis in Barley. *Egyptian Journal of Plant Breeding*, 16(3), 205-226. URL: <https://doi.org/10.12816/0003958>

12. Vilas-Ghiso, S.J., Liverman, D.M. (2006). Scale, technique and composition effects in the Mexican agricultural sector: the Influence of NAFTA and the institutional environment. Third North American Symposium on Assessing the Environmental Effects of Trade (Montreal, 30 November – 1 December). Environmental Change Institute, University of Oxford, 37 p. URL: <http://www.cec.org/files/documents/publications/2258-scale-technique-and-composition-effect-in-mexican-agricultural-sector-influence-en.pdf>

13. Zhang Q., Razzaq A., Qin J., Feng Z., Ye F., Xiao M. (2022). Does the expansion of farmers' operation scale improve the efficiency of agricultural production in China? Implications for environmental sustainability. *Frontiers in Environmental Studies*, 10, 918060. URL: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.918060>

14. Hayes A., Anderson S. (2021). Correlation. Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/correlation.asp>

15. Povlyuk K.V. (2020). Metodichni pidhody do rozroblennya normativiv i otsinki naukovo-doslidnitskoyi prazi na osnovi bagatofaktornogo korelyatsiyno-regresiynogo analizu [Methodical approaches to the development of standards and evaluation of scientific research work based on multifactorial correlation-regression analysis]. *Naukovi pratsy NDFI [Scientific works of NDFI]*, 3(92), 5-19. URL: <https://doi.org/10.33763/npndfi2020.03.005>

16. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>

17. Leschinskiy, O., Ryazantseva, V., Yunkova, O. (2008). *Ekonometriya [Econometric]*. K.: Personal, 208 p. URL: [https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/dmo\\_5.pdf](https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/dmo_5.pdf)

18. Lyashenko O., Kovalchuk O. (2016). Prognozna model svitovogo ludського rozvitku: ekonometrychniy pidhid [Predictive model of global human development: an econometric approach]. *Ukrainskyi zurnal prikladnoyi ekonomiki [Ukrainian Journal of Applied Economics]*, 1(2), 73-85. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/2458/3/73-85.PDF>

19. Gao X., Li B., Jiang S., Nie Y. (2021). Can increasing scale efficiency curb agricultural nonpoint source pollution? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8798. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph18168798>

## **CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF PRODUCTION AND SALE OF CEREAL CROPS IN UKRAINE**

*Viktor Koziuk*, West Ukrainian National University, Ternopil (Ukraine).

E-mail: [victorkoziuk@ukr.net](mailto:victorkoziuk@ukr.net)

*Anastasiia Lipetska*, West Ukrainian National University, Ternopil (Ukraine).

E-mail: [anastasiia\\_khom14@ukr.net](mailto:anastasiia_khom14@ukr.net)

*Oleksandr Duhopolskyi*, West Ukrainian National University, Ternopil (Ukraine); WSEI University, Lublin (Poland).

E-mail: [dlugopolsky77@gmail.com](mailto:dlugopolsky77@gmail.com)

*Oksana Shymanska*, West Ukrainian National University, Ternopil (Ukraine).

E-mail: [oksanapetrivna70@gmail.com](mailto:oksanapetrivna70@gmail.com)

**DOI 10.32342/2074-5354-2023-1-58-3**

**Keywords:** *profitability, agro-industrial complex, grain industry, correlation-regression analysis*

**JEL:** *C21, Q10*

The grain industry occupies a leading position in the domestic agricultural market, and today, under the conditions of the 2022 war, the effective functioning of the grain market is extremely important to solve the problem of ensuring food and national security not only in Ukraine, but also in many other countries of the world. The purpose of the research is to conduct a correlation-regression analysis of the profitability of grain production in Ukraine, to single out the main influencing factors, to build a linear regression model based on the factors identified. Previous studies devoted to this topic (conducted by

scientists from Ukraine, Great Britain, Egypt, Bangladesh, Iran, Niger, Nigeria, Zimbabwe and China) cover a wide range of factors influencing the profitability of grain production. However, the authors assume that to the greatest extent the studied indicator is influenced by precisely those factors that come from the essence of the definition of the profitability indicator. In order to test this hypothesis, the method of correlation-regression analysis was used, which allowed to identify factors that significantly impact the profitability of grain production in Ukraine. Model building and calculation of the regression coefficients were conducted using the software package STATISTICA. It was found that the most significant variables are yield, sales prices, costs of production and sales, on the basis of which a linear regression model was built, that reflects the dependence of the profitability of grain production in Ukraine on the above-mentioned indicators ( $y = -35,2396 + 1,2750x_2 + 0,0242x_4 - 0,0007x_5$ ). With an increase in yield per unit, profitability increases by 1.27 units. With an increase in the selling price per unit, the profitability increases by 0.0242. If the cost per unit of production increases, then the profitability of cereals will decrease by 0.0007. The distribution of the residuals of the model obtained by the authors is close to the normal distribution, and the histogram of the distribution of residuals is close to the graph of the normal distribution, therefore, we can conclude that this model is adequate. Based on the analysis of the distribution of residues, the model can be considered satisfactory. The analysis revealed a negative scale effect in the grain industry, which can be avoided if agricultural land is used effectively. The cancellation of the moratorium on the sale of land opens the way for the transfer of land to more efficient users, which will have a positive effect on the profitability of production.

*Одержано 28.12.2022.*