



УДК 311.1:633.1

STATISTICAL ANALYSIS OF RYE YIELD IN UKRAINE СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ УРОЖАЙНОСТІ ЖИТА В УКРАЇНІ

Chukhlib A.V./ Чухліб А.В.

с.е.с., as.prof. / к.е.н., доц.

Gizetdinov E. R./ Гізетдінов Е. Р.

student /студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Київ, вул. Героїв оборони, 11, 03041

National University of life and environmental sciences of Ukraine,

Kiev, Heroiv Oborony Str. 11, 03041

Анотація. В статті здійснено ретроспективний аналіз урожайності жита в Україні. Розкрито статистичний інструментарій виявлення тенденції зміни урожайності жита в часі. Здійснено статистичний аналіз урожайності жита, проаналізовано варіацію емпіричного і аналітичного рядів динаміки. Обґрунтовано вибір трендового рівняння для проведення прогностичних розрахунків.

Ключові слова: жито, урожайність, оцінка, тенденція, тренд, модель, прогноз.

Вступ. Жито – стратегічна продовольча культура Полісся України. За хімічним складом і живильною цінністю жито майже не відрізняється від ячменю і дуже близьке до пшениці. Зерно жита багато мінеральними речовинами, містить вітаміни групи В, Д, Е, РР, протеїн – 12%, в тому числі перетравний – 9,1%, білок – 14,6%, крохмаль – до 70%, олію – 1,6-2,6%. Жито перевищує пшеницю за вмістом у білку незамінної лімітуючої амінокислоти лізину на 39%, тому біологічна цінність білка жита вища, ніж пшениці.

В 2011 р. в Україні житом було засіяно 284 тис. га, у 2021 р. площі посіву культури скоротились на 38,3% і становили 175,3 тис. га. Урожайність жита зросла з 20,7 ц/га у 2011 р. до 34,5 ц/га у 2021 році. Як результат, валовий збір жита підвищився на 2,5% і в 2021 р. становив 593,1 тис. т.

Метою статті є аналітична оцінка тенденції урожайності жита в Україні, виявлення перспектив розвитку його виробництва.

Основний текст.

Аналітична оцінка тенденції урожайності жита здійснюється із застосуванням як простих методів аналізу динаміки, так і побудови трендових моделей.

Для побудови кількісної моделі, що виражає загальну тенденцію зміни урожайності жита в динаміці, використано метод аналітичного вирівнювання динамічного ряду за прямою способом найменших квадратів (табл. 1, рис. 1).

Рівняння лінійного тренду має вигляд:

$$Y_t = a_0 + a_1 t, \quad (1)$$

де a_0, a_1 - параметри прямої (початковий рівень і щорічний приріст); t - час.

Параметри a_0 і a_1 визначають способом найменших квадратів, розв'язавши систему рівнянь:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt \end{cases} \quad (2)$$


Таблиця 1 - Виявлення тенденції урожайності жита в Україні

Рік	Урожайність, ц/га	t	t ²	yt	y _t	(y - \bar{y}) ²	(y _t - \bar{y}) ²	(y - y _t) ²
2007	16,7	-7	49	-116,9	17,35	68,89	58,5225	0,4225
2008	22,9	-6	36	-137,4	18,44	4,41	42,9961	19,8661
2009	20,7	-5	25	-103,5	19,54	18,49	29,8584	1,3556
2010	16,7	-4	16	-66,8	20,63	68,89	19,1094	15,4337
2011	20,7	-3	9	-62,1	21,72	18,49	10,7490	1,04337
2012	22,7	-2	4	-45,4	22,81	5,29	4,7773	0,0131
2013	22,8	-1	1	-22,8	23,91	4,84	1,1943	1,2258
2014	25,8	0	0	0	25,00	0,64	0	0,6400
2015	25,9	1	1	25,9	26,09	0,81	1,19433	0,0372
2016	27,3	2	4	54,6	27,19	5,29	4,7773	0,0131
2017	29,6	3	9	88,8	28,28	21,16	10,7490	1,7462
2018	26,6	4	16	106,4	29,37	2,56	19,1094	7,6808
2019	28,9	5	25	144,5	30,46	15,21	29,8584	2,4470
2020	33,2	6	36	199,2	31,56	67,24	42,9961	2,6990
2021	34,5	7	49	241,5	32,65	90,25	58,5225	3,4225
Σ	375	0	280	306	375	392,46	334,4140	58,0460

Джерело: побудовано авторами на основі власних розрахунків

Лінійна трендова модель матиме вигляд:

$$Y_t = 25 + 1,093t$$

Середній рівень урожайності жита за період 2007-2021 роки становить 25ц/га, щороку відбувалося підвищення урожайності жита, в середньому, на 1,093 ц/га.

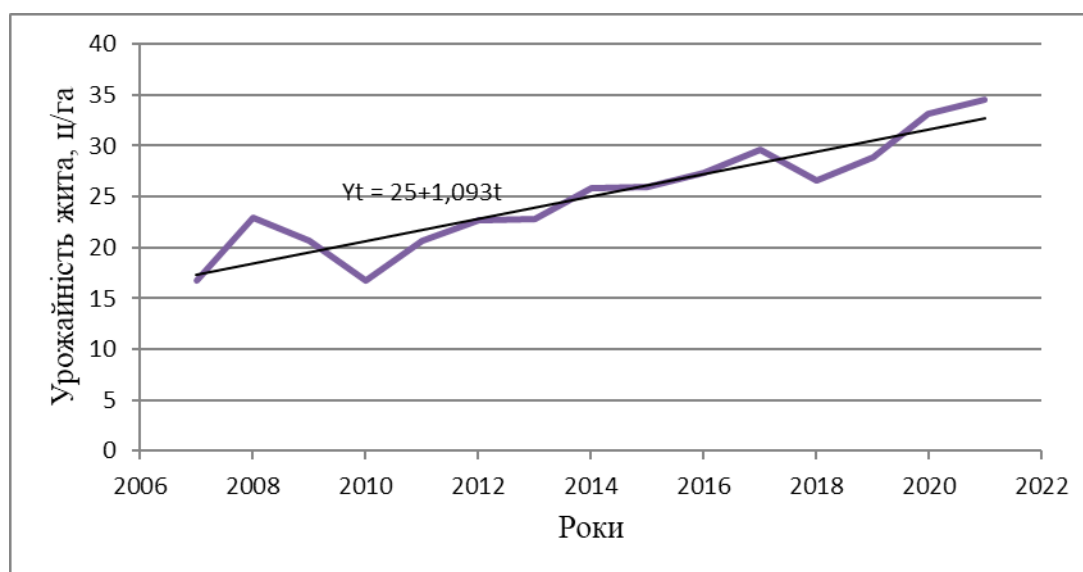


Рис. 1. Динаміка фактичних і теоретичних рівнів урожайності жита в Україні за 2007-2021 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі власних розрахунків



Оцінка аналітичного рівняння здійснюється за показниками варіації – для здійснення висновків щодо коливання аналітичного ряду навколо середньої, кореляційним відношенням і коефіцієнтом детермінації – для здійснення висновків щодо близькості аналітичного ряду до емпіричного.

Для емпіричного ряду динаміки урожайності жита дисперсія, середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації становлять:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} = \frac{392,46}{15} = 26,164 \text{ ц/га}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{26,164} = 5,115 \text{ ц/га}$$

$$v = \frac{\sigma}{y} \cdot 100\% = \frac{5,115}{25} \cdot 100\% = 20,46\%$$

Тобто, коливання емпіричного ряду урожайності жита значне, по роках становить 20,46%, або 5,115 ц/га.

Аналогічні показники для аналітичного ряду урожайності жита становитимуть:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} = \frac{334,414}{15} = 22,294 \text{ ц/га}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{22,294} = 4,722 \text{ ц/га}$$

$$v = \frac{\sigma}{y} \cdot 100\% = \frac{4,722}{25} \cdot 100\% = 18,887\%$$

Колівання аналітичного ряду урожайності жита, вирівняного за прямою, навколо середньої значне, становить 18,887%, або 4,722 ц/га, але менше, ніж коливання емпіричного ряду.

Кореляційне відношення і коефіцієнт детермінації:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - y_i)^2}{\sum (y - \bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{58,046}{392,46}} = 0,923$$

$$D = R^2 \cdot 100\% = 0,923^2 \cdot 100 = 85,21\%$$

За проведеними розрахунками можна зробити висновок, що аналітичний ряд, вирівняний за прямою, близький до емпіричного ряду, тобто, лінійна функція достатньо точно відображує тренд урожайності жита.

Загальна дисперсія, що становить $\sigma^2 = 26,164$ ц/га, відображає варіацію урожайності жита як за рахунок рівня агротехніки, так і за рахунок випадкових чинників.

Залишкова дисперсія показує варіацію урожайності жита за рахунок випадкових чинників (погодних умов):

$$\sigma_0^2 = \frac{\sum (y - y_i)^2}{n} = \frac{58,0460}{15} = 3,870 \text{ ц/га}$$

Факторна дисперсія відображає варіацію урожайності жита за досліджуваний період за рахунок рівня агротехніки:

$$\delta^2 = \sigma^2 - \sigma_0^2 = 26,164 - 3,870 = 22,294 \text{ ц/га}$$

Коефіцієнт детермінації становитиме:



$$D = \frac{\delta^2}{\sigma^2} \times 100\% = 85,2\%$$

Таким чином, за досліджуваній період рівень агротехніки вирощування жита впливав на урожайність культури на 85,2%, погодні умови – на 14,8%.

Прикладний аспект використання трендових моделей для прогнозування урожайності жита може бути реалізований лише після перевірки моделі на адекватність. З цією метою обчислюють коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y_t - y_t)^2 \div n}{\frac{\sum y_t^2}{n} - \left(\frac{\sum y_t}{n}\right)^2} \quad (3)$$

Якщо фактичне значення коефіцієнта детермінації перевищить теоретичне значення, визначене за таблицею критичних значень, це означатиме, що трендова модель є адекватною.

Інший спосіб перевірити трендову модель на адекватність – розрахувати стандартну похибку апроксимації:

$$v = \sqrt{\frac{1}{n-m-1} \times \sum \left(\frac{Y_t - y_t}{y_t}\right)^2} \times 100\%, \quad (4)$$

де y_t , Y_t – відповідно емпіричні та теоретичні рівні урожайності жита, n – число рівнів динамічного ряду, m – кількість параметрів трендового рівняння.

Стандартна похибка апроксимації становить:

$$v = \sqrt{\frac{1}{n-m-1} \times \sum \left(\frac{Y_t - y_t}{y_t}\right)^2} \times 100\% = \sqrt{\frac{1}{15-2-1} \times 0,124882} \times 100\% = 10,2\%$$

Лінійна трендова модель вважається адекватною, оскільки значення стандартної похибки апроксимації не перевищує 15%.

Прогнозний рівень урожайності жита можна визначити як за допомогою рівнянь стійких трендів, так і середніх характеристик ряду динаміки – середнього абсолютного приросту та середнього темпу зростання.

Висновки.

Таким чином, ефективним методом виявлення тенденції урожайності жита в Україні є аналітичне вирівнювання динамічного ряду. Оцінка аналітичного рівняння здійснюється за допомогою показників варіації, що характеризують коливання аналітичного ряду навколо середньої, кореляційного відношення і коефіцієнта детермінації – для здійснення висновків щодо близькості аналітичного ряду до емпіричного. Прикладний аспект використання трендових моделей для прогнозування урожайності жита може бути реалізований лише після перевірки їх на адекватність. Проведення прогностичних розрахунків урожайності жита здійснюють як за допомогою аналітичної функції, отриманої у результаті вирівнювання ряду динаміки, так і середніх характеристик ряду динаміки - середнього абсолютного приросту, середнього темпу зростання.

Застосування статистичного інструментарію дає можливість здійснити комплексну оцінку виробництва жита, виявити основні тенденції урожайності та валового виробництва жита, провести науково обґрунтовані прогнози, обґрунтувати стратегію розвитку зернової галузі.

**Література:**

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Горкавий В. К. Статистика: навчальний посібник. К. : ЦНЛ, 2012. 608с.

Abstract. *The article provides a retrospective analysis of rye yield in Ukraine. Methodical aspects of revealing the tendency of change of productivity of rye by the way of analytical alignment are considered. The statistical analysis of rye yield in Ukraine is committed, variations of empirical and analytical time series are analyzed, the choice of the type of trend equation for prognostic calculations is substantiated.*

Key words: *rye, crop yield, assessment, tendency, trend, model, forecast.*

Стаття відправлена: 25.11.2022 р.
© Чухліб А.В.