

УДК 631. 332.1

Н. Г. Тома

Уманський національний університет садівництва

ПРОГНОЗ ПОКАЗНИКІВ УРОЖАЙНОСТІ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗЕРНОВИХ ТА ЗЕРНОБОБОВИХ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ

В статті здійснено аналіз та прогноз показників урожайності органічної продукції за допомогою економіко-математичного метода, екстраполяції трендів

Ключеві слова: органічна продукція, урожайність, прогноз, екстраполяція трендів

N. Toma

FORECAST OF HARVEST ORGANIC PRODUCE GRAIN AND LEGUMINOUS BASED USE OF ECONOMIC-MATHEMATICAL METHODS

The article implement analysis and forecast yields of organic products with economic and mathematical extrapolation of trends

Keywords: organic products, productivity, weather, extrapolation of trends

Н. Г. Тома

ПРОГНОЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОЖАЙНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В статье осуществлен анализ и прогноз показателей урожайности органической продукции с помощью экономико-математического метода, экстраполяции трендов

Ключевые слова: органична продукція, урожайність, прогноз, екстраполяція трендов

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Зернове господарство є однією із провідних галузей агропромислового комплексу України. Це пояснюється тим, що наша держава має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для розвитку зернового виробництва та багатовіковий досвід українських землеробів у

виращуванні високих урожаїв зернових культур. У всі часи зерно визначало продовольчу безпеку людства та впливало на благополуччя аграрних товаровиробників. Зернова галузь впливає на родючість ґрунтів, формує експортні поставки та надходженні валютних коштів, забезпечує зайнятість сільського населення України. В останні роки запроваджено органічний спосіб вирощування продукції, а зокрема, і зернових і зернобобових, яким вже понад 75 років і займається ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області.

На сучасному етапі розвитку економіки України особливу увагу привертає проблема запровадження елементів планування та прогнозування на підприємстві, гарантування їх економічної безпеки та оцінка їх ефективності за допомогою математичного апарату. Тобто йдеться про використання економіко-математичних методів та моделей для розв'язання задач планування. Для господарських суб'єктів загальним завданням є зміцнення позицій на внутрішньому ринку, підтримка ділових відносин з іноземними партнерами та ін. Для вирішення цих завдань потрібне запровадження на підприємствах прогресивних методів прогнозування та планування, важливе місце серед яких займає прогнозування урожайності продукції методом екстраполяції трендів.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Питаннями, пов'язаними з використанням в практиці господарювання прогнозних методів у системі управління займалися такі вітчизняні науковці: І. Іванова, Б. Грабовецького, О. Карагодової, А. Данильченка, І. Михасюка, Н. Дубровіної, Л. Канторовича, Т. Клебанової, В. Науменка, В. Царьова Б. Панасюка, та ін.

Цілі статті. Метою даної статті є дослідження показників урожайності органічної продукції ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області та прогноз їх до 2016 року за допомогою економіко-математичного методу, екстраполяції трендів.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. При вирішенні головних завдань у плануванні урожайності органічної продукції ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської

області використовує наступні інструменти, а саме: розробка стратегічних планів розвитку, постійне підвищення якості продукції за рахунок використання натуральної сировини, використання маркетингових досліджень для аналізу показників господарської діяльності підприємства. Вважаємо, що ці засоби не завжди вирішують проблеми планування діяльності підприємства, тому для їх розв’язання звернемося до математичного апарату.

Дослідження побудуємо на основі динаміки показників урожайності органічної продукції ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області, а саме, урожайність зернових та зернобобових за 2007–20011 рр. та спрогнозуємо її до 2016 рік. Для цього використаємо метод екстраполяції трендів.

Рівняння тренда може бути описане широким спектром залежностей, зокрема: лінійною, квадратичною, степеневою, показниковою, експоненційною та ін. Дослідження наше сконцентруємо на квадратичному рівнянні тренда, яке представимо наступною залежністю (1):

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (1)$$

де, t – фактор часу; a_0 , a_1 , a_2 – коефіцієнти рівняння; \hat{y} – розрахункове значення функції.

Для використання тренда у якості інструменту прогнозу планових урожайності органічної зернової та зернобобової продукції ПП «Агроекологія» слід чисельно оцінити параметри (коефіцієнти) рівнянь (a_0 , a_1 , a_2).

Параметри рівняння визначаються за допомогою методів найменших квадратів:

$$\sum (y_t - \hat{y}_t)^2 = \min, \quad (2)$$

де, y_t – фактичне значення функції; \hat{y}_t – розрахункове значення функції.

Запишемо залежність для даного квадратичного рівняння.

$$\sum (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2)^2 = \min \quad (3)$$

З рівняння (3) бачимо, що y_t та t є відомими величинами, а коефіцієнти (a_0 , a_1 , a_2) – невідомими.

Для їх визначення прирівнюємо до нуля похідні від даного рівняння по кожному початковому коефіцієнту

(параметру) окремо. Після відповідних перетворень отримуємо систему нормальних рівнянь, яка має наступний вигляд [1]:

$$\begin{cases} \sum y_t = a_0 n + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 \\ \sum y_t t = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 \\ \sum y_t t^2 = a_0 \sum t^2 + a_1 \sum t^3 + a_2 \sum t^4 \end{cases}, \quad (4)$$

де, n – період часу (у нашому випадку кількість років).

Підставивши значення (a_0, a_1, a_2), отримані шляхом розв'язання системи (4) у квадратичне рівняння (1), запишемо рівняння тренда, у яке підставивши лише фактор часу t , отримаємо заплановане значення прогнозованого показника \hat{y} .

Таблиця 1

Динаміка урожайності органічної зернової та зернобобової продукції ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області та розрахунок проміжних показників для визначення параметрів і статистичних характеристик квадратичної залежності рівняння тренда

| Роки, (t) | Фактична урожайність зернових та зернобобових, ц/га (yt) | yt ² | t ² | t ³ | t ⁴ | yt ² | Урожайність зернових та зернобобових, розрахована на основі рівняння тренда, ц/га, (ŷt) | Відхилення, ц/га, yt-ŷt | Квадрат відхилення, ц/га, (yt-ŷt) ² | (yt-ŷt)/yt |
|-------------|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---|--------------------------|--|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 2007 | 44,31 | 44,31 | 1 | 1 | 1 | 44,31 | 48,54 | 4,23 | 17,85 | 0,10 |
| 2008 | 62,2 | 124,4 | 4 | 8 | 16 | 248,8 | 60,27 | 1,93 | 3,72 | 0,03 |
| 2009 | 48,05 | 144,15 | 9 | 27 | 81 | 432,45 | 52,49 | 4,44 | 19,68 | 0,09 |
| 2010 | 45,17 | 180,68 | 16 | 64 | 256 | 722,72 | 49,18 | 4,01 | 16,11 | 0,09 |
| 2011 | 45,11 | 225,55 | 25 | 125 | 625 | 1127,75 | 42,36 | 2,75 | 7,54 | 0,06 |
| \sum_{15} | 244,84 | 719,09 | 55 | 225 | 979 | 2576,0 | 252,8 | 17,35 | 64,92 | 0,37 |

Власні розрахунки автора

У таблиці 1 наведені дані стосовно урожайності органічної

продукції зернових та зернобобових ПП «Агроєкологія» за 2007–2011 рр., за допомогою яких буде проведений розрахунок параметрів і статистичних характеристик для квадратичного рівняння у відповідності з наведеними формулами.

На основі розрахованих нами параметрів $a_0 = 41,28$, $a_1 = 9,01$, $a_2 = -1,76$ квадратичне рівняння тренда записуємо так:

$$\hat{y}_t = 41,28 + 9,01t - 1,76t^2, \quad (5)$$

Підставивши у це рівняння (5) значення фактору часу t за період 2007–2011 років (у даному випадку $t = 1$ за 2007, $t = 2$ за 2008 рік і т. д.), отримаємо показники урожайності органічної продукції зернових та зернобобових (\hat{y}_t) за цей період, обчислені на основі квадратичного рівняння тренда (розрахункові дані наведені у стовпці 8 таблиці 1).

Для оцінки рівня адекватності побудованого рівняння тренда реальному процесу нами розрахована середня помилка апроксимації ($\bar{\varepsilon}$), що розраховується за формулою (6) і дорівнює 7,36 %.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100, \quad (6)$$

Вона свідчить про високий рівень адекватності квадратичного рівняння до реальних умов господарської діяльності ПП «Агроєкологія», оскільки обчислена помилка не повинна перевищувати 10 %. Дане твердження дає нам можливість розрахувати прогностичні показники урожайності органічної продукції зернових та зернобобових на наступні 2012–2016 роки, використовуючи наявну квадратичну залежність рівняння тренда (5). Результати розрахунків наведені у табл. 2.

Для аналізу відхилень між фактичними і запланованими значеннями урожайності органічної продукції зернових та зернобобових ПП «Агроєкологія» та вибору рівняння тренда побудуємо лінійну залежність, яка має вигляд

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t \quad (7)$$

Для використання тренда у якості інструменту ділового планування слід знайти числові значення коефіцієнтів рівняння (a_0 , a_1).

Таблиця 2

Розрахунок прогнозних показників урожайності органічної продукції зернових та зернобобових ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області на 2012–2016 рр.

| Роки | 2012 р. | 2013 р. | 2014 р. | 2015 р. | 2016 р. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Прогнозні показники урожайності органічної продукції зернових та зернобобових | 46,46 | 47,76 | 49,10 | 50,33 | 51,34 |

Власні розрахунки автора

Згідно з методом найменших квадратів маємо

$$\sum (y_t - a_0 - a_1 t)^2 = \min \quad (8)$$

Після відповідних перетворень отримуємо систему лінійних рівнянь, яка має такий вигляд:

$$\begin{cases} \sum y_t = a_0 n + a_1 \sum t \\ \sum y_t t = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 \end{cases}, \quad (9)$$

Підставивши значення (a_0 , a_1), отримані шляхом розв'язання системи (9) у лінійну залежність (7), запишемо рівняння тренда. На основі розрахованих нами параметрів $a_0 = 58,23$ та $a_1 = - 3,09$ лінійне рівняння тренда запишемо наступним чином:

$$\bar{y}_t = 58,23 - 3,09t, \quad (10)$$

Підставивши у вказане рівняння (10) значення фактору часу t за період 2007–2011 рр., отримаємо показники урожайності органічної продукції зернових та зернобобових (\hat{y}_t) за цей період, обчислені на основі лінійного рівняння тренда (розрахункові дані наведені у стовпці 5 табл. 3).

Розрахувавши середню помилку апроксимації, пропонуємо оцінити якість квадратичної залежності рівняння тренду ще такими показниками як: середнє квадратичне відхилення (абсолютне та відносне) між фактичними та розрахунковими значеннями функції та середнє відхилення (абсолютне та відносне) між цими значеннями функції [2].

Середнє квадратичне відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями функції обчислюється:

- абсолютне $\sigma_{\hat{a}\hat{a}\hat{n}} = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{(n-1)}}$, $\sigma_{\hat{a}\hat{a}\hat{n}} = 7,3$ ц/га, (11)

- відносне σвід = $\sigma_{\hat{a}\hat{a}\hat{n}} = \sqrt{\sum ((y_t - \hat{y}_t) \div y_t)^2 \div (n-1)}$, (12)
 $\sigma_{\hat{a}\hat{a}\hat{n}} = 3,25$ %

Середнє відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями функції

- абсолютне $\bar{\Delta}_{\hat{a}\hat{a}\hat{n}} = \frac{\sum |y - \bar{y}_t|}{n}$, (13)

- відносне рівне середній помилці апроксимації 7,36 %.

Таблиця 3

Динаміка урожайності органічної продукції зернових та зернобобових ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області та розрахунок проміжних показників для визначення параметрів і статистичних характеристик лінійної залежності рівняння тренда

| Роки, (t) | | Фактична урожайність зернових та зернобобових, тис.т. (y _t) | y _t t | t ² | Урожайність зернових та зернобобових, розрахована на основі рівняння тренда, тис. т. (ŷ _t) | Відхилення, тис.т. y _t -ŷ _t | Квадрат відхилення, тис. т. (y _t -ŷ _t) ² |
|-----------|------|---|------------------|----------------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 2007 | 44,31 | 44,31 | 1 | 55,14 | 10,83 | 117,29 |
| 2 | 2008 | 62,2 | 124,4 | 4 | 52,05 | 10,15 | 102,94 |
| 3 | 2009 | 48,05 | 144,15 | 9 | 48,97 | 0,92 | 0,84 |
| 4 | 2010 | 45,17 | 180,68 | 16 | 45,88 | 0,71 | 0,51 |
| 5 | 2011 | 45,11 | 225,55 | 25 | 42,80 | 2,31 | 5,35 |
| Σ 15 | | 244,84 | 719,09 | 55 | 244,84 | 24,92 | 226,93 |

Власні розрахунки автора

Науково доведено, що чим менші значення даних показників (11, 12, 13), тим вища якість квадратичної залежності рівняння тренда.

Розраховані показники свідчать про правильність вибору саме квадратичного рівняння адже побудована нами квадратична залежність рівняння тренда є адекватною реальним умовам господарювання ПП «Агроекологія», про що свідчать розраховані нами значення середньої помилки апроксимації (7,36%); середнє квадратичне відхилення (7,3 ц/га та відносьне 3,25 %) між фактичними та розрахованими значеннями функції та середнє відхилення (абсолютне та відносьне) між цими значеннями функції.

Згідно дослідження, розраховані прогностні значення урожайності органічної продукції зернових та зернобобових ПП «Агроекологія» у ц/га (табл. 2) мають тенденцію до зростання їх темпів щорічно на 1,5-2% (Рис. 1.)

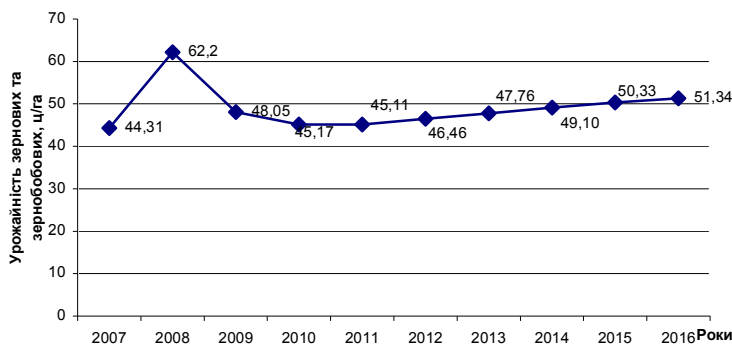


Рис. 1 Прогноз показників урожайності органічної продукції зернових та зернобобових ПП «Агроекологіч» Шишацького району Полтавської області

Ми дійшли висновку, що розвиток аграрних підприємств повинен ґрунтуватись на такому способі виробництва, який би був не лише економічно вигідним та задовольняв потреби суспільства у високоякісній продукції, але й сприяв соціальному розвитку села та зростанню добробуту сільського населення, завдаючи при цьому мінімальної шкоди довкіллю, а для цього потрібно вітчизняним виробникам сільськогосподарської продукції переходити на альтернативні методи виробництва продукції, яким і є органічне (екологічно чисте) виробництво.

Позитивна динаміка розвитку органічних підприємств спостерігається в даній області, де перше органічне підприємство

з'явилося ще 75 років томц. Активного розповсюдження виробництво органічної продукції в області набуло вже починаючи з 2007 р. Основними напрямками діяльності органічних підприємств області є вирощування та реалізація зернових та зернобобових культур, виробництво тваринницької продукції – вирощування великої рогатої худоби, виробництво молока та м'яса.

Вирощування культур на органічних засадах дозволяє забезпечити нехай і не дуже високі, але стабільні темпи росту.

Висновки. Отже, отриманий в результаті дослідження динамічний ряд прогнозованих показників урожайності органічної продукції зернових та зернобобових ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області на 2011–2016 рр., свідчить про зростання урожайності органічної продукції підприємства у майбутньому. Також варто зауважити і те, що незначне зростання урожайності органічної продукції зернових та зернобобових призведе до стрімкого зростання виробленої реалізованої органічної продукції у кількісному та вартісному еквіваленті.

Основними шляхами підвищення ефективності виробництва зернової та зернобобової продукції ПП «Агроекологія» є зростання урожайності зернових культур за рахунок органічному способу виробництва продукції, без застосування до неї хімічних засобів захисту та мінімальному обробітку ґрунту, що призводить до зниження собівартості продукції, підвищення цін реалізації та рентабельності її виробництва. Просте розширення посівних площ не завжди позитивно впливає на підвищення показників зерновиробництва. Позитивні зрушення мають місце у тому випадку, коли нова кількість призводить до появи нової, вищої якості, що, на нашу думку, є внутрішнім механізмом дії процесу концентрації виробництва.

1. Калінчик І.М. Прогнозування стійкого розвитку АПК України / І.М. Калінчик // Збірник наукових ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2010. – Вип. 3. – С. 164-174.

2. Яценко В.М. Методологічні основи стратегічного прогнозування розвитку економіки АПК / В.М. Яценко // Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія : Економічні науки. – 2009. – №24. – С. 47-51.