

УДК 658.562(075.8)

## ОЦІНКА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ І ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ

*О. Лиса, к.т.н., А.-В. Мідик, студент*  
*Львівський національний аграрний університет*

**Ключові слова:** модель, якість, векторно-оптимізуюча модель, нечіткі описи.

У статті встановлено єдину оцінку рівня якості сільськогосподарської продукції з оптимізацією при цьому показників вирощування шляхом побудови багатоцільової лінійної оптимізуючої моделі оцінки якості. Модель враховує границі зміни якісних характеристик продукції через введення нечітких описів характеристик якості продукції. Виведено коефіцієнти вагомості окремих характеристик якості сільськогосподарської продукції.

**Постановка проблеми.** Важливими задачами народного господарства є забезпечення населення якісними, екологічно чистими продуктами харчування, а також вихід із сільськогосподарською продукцією на міжнародні ринки. Для цього потрібно збільшувати обсяги виробництва та якість сільськогосподарської продукції. Саме якість підвищує конкурентоспроможність продукції, можливість її реалізації та, в загальному, покращує фінансовий стан підприємства. Отож, якісну продукцію виробляти економічно доцільно, а тому необхідно науково-обґрунтовано встановити норму якості сільськогосподарської продукції. Сільськогосподарська продукція має багато властивостей, характеризується багатьма різними показниками якості. І виробнику, і споживачу необхідно враховувати всю сукупність окремих властивостей – показників якості, мати єдину кількісно виражену норму якості сільськогосподарської продукції. Тому проблема кількісного оцінювання якості сільськогосподарської продукції є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На системній основі проблема оцінювання якості сільськогосподарської продукції лише починає досліджуватись. У роботах [3,4] викладено теоретичне підґрунтя визначення рівня якості продукції. Проте у запропонованій віртуальній мірі якості вважається, що якісною є продукція, характеристики якої мають лише певні значення, і не враховується той факт, що якісною є продукція,

характеристики якої мають не конкретне значення, а належать до певного діапазону значень.

У роботі [5] досліджується якість зерна ячменю з точки зору вмісту у ньому білка і крохмалю з метою його використанні у пивоварінні. Проте у [5] подано лише сукупність показників якості (відсотковий вміст білка, крохмалю), не дано комплексної оцінки представлених показників, не виведено залежності зміни якісних показників сільськогосподарської продукції від умов її вирощування та зберігання.

У [11] подано рекомендації щодо доз мінеральних добрив, які треба вносити в ґрунт для одержання сільськогосподарської продукції певної якості. Проте знову ж таки, показники якості розрізнені, не запропоновано їх комплексну оцінку.

У [6] розкрито суть методів та способів визначення показників якості продукції, зазначено особливості класифікації та застосування показників якості для різних видів продукції. Проте не враховано особливості сільськогосподарської продукції.

**Формулювання цілі статті.** Мета даного дослідження – отримати комплексну оцінку якості сільськогосподарської продукції і на її основі подати пропозиції щодо вирощування максимальної кількості продукції потрібної якості.

Завдання дослідження:

- побудувати багатокритеріальну модель оцінювання якості сільськогосподарської продукції з гнучкими граничними обмеженнями;
- дати рекомендації щодо вирощування максимальної кількості продукції потрібної якості.

**Виклад основного матеріалу.** Для сільськогосподарських підприємств важливим є не тільки оцінити сільськогосподарську продукцію, але й одержати рекомендації для вирощування продукції потрібної якості, виростивши цієї продукції якнайбільше, тобто одночасно необхідно досягти різні цілі. У такому випадку доцільно застосувати векторно-оптимізуючу модель [2]:

$$Z(x) = \begin{pmatrix} z_1(x) \\ \vdots \\ z_n(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 \cdot x \\ \vdots \\ C_n \cdot x \end{pmatrix} \rightarrow \max \quad (1)$$

за умов 
$$\begin{aligned} g_i(x) &\equiv a_i \cdot x \lesseqgtr b_i, \quad b_i + d_i \quad i = \overline{1, m_1} \\ g_i(x) &\equiv a_i \cdot x \leq b_i, \quad i = \overline{m_1 + 1, m} \end{aligned} \quad (2)$$

Вектори  $x = (x_1; \dots; x_n)$ ,  $C_k = (c_{1k}; \dots; c_{nk})$ ;  $k = \overline{1, K}$   $a_i = (a_{i1}; \dots; a_{in})$ ,  $i = \overline{1, m}$  та числа  $b_i$   $i = \overline{1, m}$ ,  $d_i > 0$   $i = \overline{1, m_1}$  дійсні.

Сформулюємо багатокритеріальну лінійну оптимізуючу модель оцінювання якості сільськогосподарської продукції з оптимізацією при цьому показників вирощування (наприклад маси сільськогосподарської продукції, кількості мінеральних добрив, використовуваних при вирощуванні та ін.)

$$Z(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{pmatrix} z_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \vdots \\ z_r(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^p w_j^2 \left( \sum_{i=0}^n a_i x_i - \mu_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \right)^2} \\ \vdots \\ \sum_{i=0}^n a_i x_i \end{pmatrix} \rightarrow \max \quad (3)$$

де  $\mu_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$  - функції належності, які можуть мати трикутну, трапецієвидну, дзвоноподібну та інші форми. Якщо функції належності мають трикутну форму, то у (3)  $\mu_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$  визначається ядром  $q_c$ . У випадку трапецієвидної форми  $\mu_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$  визначається ядром  $[q_1, \bar{q}_1]$ .

$w_j$  - коефіцієнт вагомості  $j$ -того показника якості.

При цьому повинні виконуватися умови (2) та  $x_0=1$ .

Для прикладу розглянемо двоцільову лінійну оптимізуючу модель оцінювання якості ячменю пивоварного з оптимізацією при цьому маси зернин в залежності від внесених мінеральних добрив при вирощуванні культури:

$$Z(x_1, x_2, x_3) = \begin{pmatrix} 1 - \sqrt{w_1^2 \cdot (2,47x_1 + 2,47x_2 - 2,07x_3 + 7,7 - [9;11])^2 + w_2^2 \cdot (-0,8x_1 - 0,8x_2 - 0,54x_3 + 67,83 - [60;75])^2} \\ 2,93x_1 + 2,93x_2 - 2,33x_3 + 37,23 \end{pmatrix} \quad (4)$$

→ max

За умов

$$\begin{aligned} g_1(x) &= -0,247 \cdot x_1 - 0,247 \cdot x_2 + 0,207 \cdot x_3 \leq -0,03 \\ g_2(x) &= 0,247 \cdot x_1 + 0,247 \cdot x_2 - 0,207 \cdot x_3 \leq 0,13; 0,13 + 0,3 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} g_3(x) &= 0,08 \cdot x_1 + 0,08 \cdot x_2 + 0,054 \cdot x_3 \leq 0,78 \\ g_4(x) &= x_1 \geq 0,1 \\ g_5(x) &= x_1 \leq 0,3 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} g_6(x) &= x_2 \geq 0,1 \\ g_7(x) &= x_2 \leq 0,3 \\ g_8(x) &= x_3 \geq 0,15 \\ g_9(x) &= x_3 \leq 0,4 \\ &x \geq 0; \end{aligned}$$

Гнучкі відношення складено на підставі структурної матриці,

$$A = \begin{pmatrix} -0,247 & -0,247 & 0,207 \\ 0,247 & 0,247 & -0,207 \\ 0,08 & 0,08 & 0,054 \end{pmatrix} \quad (7)$$

одержаної із даних дослідів із впливу добрив на пивоварну якість зерна ярого ячменю та умов, яким повинні відповідати показники якості зерна пивоварного ячменю.

$w_1$  та  $w_2$  - коефіцієнти вагомості відсоткового вмісту білка і крохмалю визначено за методом граничних і оптимальних значень, оскільки для ячменю, який використовується у пивоварінні, встановлено граничнодопустимі значення показників якості, які встановлюють його придатність для пивоваріння.

$$w_i = \frac{\frac{1}{P_{ni} - P_{epi}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{P_{ni} - P_{epi}}} \quad (8)$$

де  $P_{ni}$  – номінальне значення  $i$ -того показника якості;  $P_{epi}$  – граничнодопустиме значення  $i$ -того показника якості

[9;11] – оптимістична оцінка параметра – ядро параметра білка;

[60;75] - оптимістична оцінка параметра – ядро параметра крохмалю;

[8;12] - песимістична оцінка параметра – носій параметра білка;

[50;80] - песимістична оцінка параметра – носій параметра крохмалю.

$$w_1 = \frac{\frac{1}{9-8}}{\frac{1}{9-8} + \frac{1}{65-60}} = 0,833 \quad (9)$$

$$w_2 = \frac{\frac{1}{65-60}}{\frac{1}{9-8} + \frac{1}{65-60}} = 0,167 \quad (10)$$

У цій задачі ставимо перед собою дві мети:

1) одержати зерно ячменю пивоварного з наступними показниками якості: вміст білка у зерні має бути більшим за 8%, але меншим за 9-12%, вміст крохмалю – більшим за 60-70%.

2) одержати зерно ячменю з максимальним показником маси зернин.

Досягнення цих цілей залежить від умов вирощування культури і, у значній мірі, від кількості мінеральних добрив, використовуваних при вирощуванні. Щоб досягти другої мети, тобто одержати зерно з максимальною масою зернин, треба вносити якнайбільше азотних добрив.

Проте таке збільшення маси зернин веде до збільшення відсоткового вмісту у зерні білка і відповідно зниження його якості як сировини для пивоваріння. Зменшення відсоткового вмісту білка можна досягнути, зменшивши кількість азотних добрив, проте відразу ж зменшується маса зернин. Отже, дві поставлені цілі є протилежними, тому необхідно знайти компромісний розв'язок.

Для знаходження компромісного розв'язку системи (4) за умов (5)-(6), використаємо багатоцільовий підхід Белмана-Заде [2]. При цьому будемо порівнювати різні цілі.

$$\max_{x \in X_U} \left( Z_1(x); \dots; Z_k(x); \mu_1(x); \dots; \mu_{m_1}(x) \right). \quad (11)$$

Кожне цільове значення  $Z_k = Z_k(x)$  будемо співставляти із мірою  $\widetilde{\mu}_{Z_k}(z_k)$ .

$$\text{Оптимальний розв'язок } X_k^{**} = \max_{x \in X} Z_k(x)$$

$$\text{де } \bar{X} = \left\{ \begin{array}{l} x \in X^n \mid g_i(x) = a_i \cdot x \leq b_i + d_i \quad \forall i = \overline{1, m_1} \\ g_i(x) = a_i \cdot x \leq b_i \quad \forall i = \overline{m_1 + 1, m} \end{array} \right\} \quad (12)$$

Максимальне значення  $\bar{Z}_k = Z_k(x_k^{**})$ :

$$\bar{Z}_1 = Z_1(1; 1; 1,5) = 1 \quad \text{для } x_1^{**} = (1; 1; 1,5)$$

$$Z_1(x_1^*) = Z_1(3; 2; 4) = 0,99 \quad \text{для } x_1^* = (3; 2; 4)$$

ЛП-модель  $Z_2(x_1, x_2, x_3) = 2,93x_1 + 2,93x_2 - 2,33x_3 + 37,23 \rightarrow \max$  за умов (5)...(6) дає оптимальний розв'язок  $(x_1, x_2, x_3) = (3; 2; 4)$  з максимальним значенням цільової функції  $Z_2^* = Z_2^*(x_1^*, x_2^*, x_3^*) = Z_2(3; 2; 4) = 42,84$ ,  $Z_2^* = Z_2^*(x_1^*, x_2^*, x_3^*) = Z_2(1; 1; 1,5) = 39$ .

Отже, продукцію потрібної якості із максимальною масою зернин одержимо, застосувавши мінеральні добрива  $N_{60} P_{45} K_{120}$ . Застосувавши добрива  $N_{30} P_{30} K_{45}$ , також можна одержати продукцію потрібної якості, проте маса зернин є меншою.

**Висновки.** Проблему оцінювання якості сільськогосподарської продукції з оптимізацією при цьому показників вирощування доцільно вирішити шляхом побудови багатоцільової лінійної оптимізуючої моделі оцінки якості.

Представлено запропоновану двоцільову лінійну оптимізуючу модель оцінювання якості продукції з оптимізацією при цьому показника вирощування. Модель враховує границі зміни якісних характеристик продукції шляхом введення нечітких описів характеристик якості продукції. Введено коефіцієнти вагомості окремих характеристик якості сільськогосподарської продукції.

Для знаходження розв'язку запропонованої моделі використано багатопільовий підхід Белмана-Заде – знайдено компромісний розв'язок.

Апробацію запропонованої моделі оцінювання якості сільськогосподарської продукції з оптимізацією маси зернин та кількості мінеральних добрив здійснено на підставі аналізу впливу мінеральних добрив на якість та масу зернин ячменю пивоварного.

#### **Бібліографічний список**

1. Лыса О.В. Теоретико-методологические подходы к определению оценки качества сельскохозяйственной продукции / О.В.Лыса, Б.И.Стадник - MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2013. Vol.15. No.4. p. 120-125

2. Сявавко М.С. Математичне моделювання за умов невизначеності: навч. посібник / М.С.Сявавко, О.М.Рибицька. – Львів: НВФ «Українські технології», 2000. – 317 с.

3. Мотало В.П. Аналіз і дослідження основних проблем розвитку теорії міри якості продукції / В.П. Мотало - Харків, Український метрологічний журнал №3 – 2012.

4. Мотало В.П. Використання методології багатовимірного шкалювання у кваліметричних вимірюваннях / В.П. Мотало - Метрологія і прилади №9 – 2012.

5. Бобер А.В. Зміна якості зерна ячменю залежно від умов та тривалості зберігання [Електронний ресурс] / А.В. Бобер, А.В. Скебало. – Наукові доповіді НУБіП – 2010-5(21). – режим доступу : <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-5/10bavcds.pdf>

6. Бубела Т.З. Методи та засоби визначення показників якості продукції: навч.посібник /Т.З.Бубела, П.Г.Столярчук, Є.В.Походило, М.С.Міхалева, В.М.Ванько. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 292с.

7. Генгало О.М. Позакореневе підживлення водорозчинними добривами з мікроелементами як спосіб оптимізації умов живлення пшениці озимої [Електронний ресурс] / О.М. Генгало, С.Д. Павлюк, А.А. Чумак, В.М. Кіщак - Наукові доповіді НУБіП – 2010-2(18) – режим доступу :<http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-2/10gom.pdf>

8. Воронков О.Г. Уровень качества продукции как объект оптимизации: Препр./ Воронков О.Г. - АН УССР, Ин-т кібернетики им. В.М. Глушкова – К.: 1988. – 14с. - (Препринт / АН УССР, Ин-т кібернетики им. В.М. Глушкова; 1988).

9. Куць В.Р. Кваліметрія: навч. посібник / В.Р. Куць, П.Г. Столярчук, В.М. Друзюк. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 256 с.

**Lysa O., Midyk A.-V. Evaluation of quality of agricultural products and selection bestoption**

In this paper is set a single national assessment of the quality of agricultural products with optimizing performance growing by constructing multipurpose linear optimizing model quality assessment. The model takes into account boundary changes in quality characteristics of products through the introduction of fuzzy descriptions of the characteristics of product quality. Displaying ratios importance of individual quality characteristics of agricultural products.

**Keywords:** model, quality, vector-optimizing model, fuzzy descriptions.

**Лиса О., Мідик А.-В. Оценка качества сельскохозяйственной продукции и выбор оптимального варианта.**

В статье установлена единая оценка уровня качества сельскохозяйственной продукции с оптимизацией при этом показателей выращивания путем построения многоцелевой линейной оптимизационной модели оценки качества. Модель учитывает границы изменения качественных характеристик продукции посредством введения нечетких описаний характеристик качества продукции. Выведены коэффициенты весомости отдельных характеристик качества сельскохозяйственной продукции.

**Ключевые слова:** модель, качество, векторно-оптимизирующая модели нечеткие описания.