ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

ДМИТРИЙ КАЛИШЕВИЧ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ В АНАЛИЗЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ЕДИНИЦЫ ПРИРОСТА ЖИВОЙ МАССЫ СВИНЕЙ-ОТКОРМОЧНИКОВ

Пролог: в работе представлены методические предложения по использованию функции прироста живой массы свиней-откормочников в анализе изменения единицы себестоимости продукции. Зависимость суточных приростов живой массы от доли объемных кормов (силос ССМ, картофель, обрат) представлена в виде функций первой, второй и третей степеней соответственно. Приведенные расчеты показали, что долю данных кормов в питании откормочников можно определить по выведенным в работе формулам (9), (12), (1). Одной из возможностей снижения стоимости прироста массы 1 головы откормочника является замена кормов. Она заключается во введении в рацион кормов с меньшей стоимостью кормовой единицы. Уровень суточных приростов массы изменяется в зависимости от вида примененного корма и его доли в структуре скармливаемых кормов. На уровень прироста 1 головы главным образом влияет изменение двух показателей: уровня кормления и времени откорма.

Одной из целей замены кормов является уменьшение средней стоимости кормовой единицы, величину которой при использовании в питании двух видов кормов можно рассчитать по формуле

$$К_{к.ед} = x \cdot Z_1 + (1 - x) \cdot Z_2, \tag{1}$$

где x — доля более дешевого корма в общей сумме кормовых единиц; Z_1, Z_2 — стоимость кормовой единицы этого корма и в дополняющей или остальной части смеси соответственно.

При этом должно быть выполнено условие, что $Z_1 < Z_2$. Используя среднюю стоимость кормовой единицы, стоимость единицы прироста массы можно представить в виде формулы

$$К = \frac{P\,(x \cdot Z_1 + (1 - x)\,Z_2\,) + Z_3}{Y}, \tag{2}$$

Дмитрий Калишевич, профессор Института экономики и организации сельского хозяйства Польской сельскохозяйственно-технической академии в г.Ольштыне.

где P — средний дневной уровень кормления; Z_3 — величина единичных стоимостей других расходов ежедневно; Y — суточные единицы прироста массы откормочника, зл./кг.

Дальнейшие расчеты оптимальной доли дешевого корма в питании откормочников зависят от величины суточных приростов массы, выраженной соответствующей функцией.

При условии, что приросты массы выражены функцией первой степени типа $y = a + bx$, стоимость единицы прироста можно определить по формуле

$$K = \frac{(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2)\,x + P \cdot Z_2 + Z_3}{a + bx}. \qquad (3)$$

Функция стоимости единицы прироста (3) будет определена тогда, когда $a + bx \neq 0$. Это условие будет выполнено, если $x \neq -a/b$. Если b $= 0$ и $x \neq 0$, функция (3) будет линейной. Если $P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2 = 0$, и $b = 0$, и $a \neq 0$, функция (3) является непрерывной. Функция (3) гомографическая в случае, когда не является непрерывной и когда $b \neq 0$. График этой функции представляет собой гиперболу.

Если $P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2 = 0$, то функция (3) может быть представлена формулой

$$\frac{P \cdot Z_2 + Z_3}{a + bx}. \qquad (4)$$

Тогда функция (3) не будет имееть нулевого значения, а ее график не пересечет оси OX.

Если $P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2 \neq 0$, то гипербола, которая является графиком функции (3), пересекает ось OX в точке пересечения:

$$\frac{-(P \cdot Z_2 + Z_3)}{P \cdot Z_1 + P \cdot Z_2}. \qquad (5)$$

Функцию (3) можно представить в следующем виде:

$$K = \frac{P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2}{b} + \frac{b\,(P \cdot Z_2 + P \cdot Z_3) - a\,(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2)}{b\,(a + bx)}. \qquad (6)$$

Функция (6) является функцией убывающей тогда и только тогда, когда

$$b\,(P \cdot Z_2 + Z_3) - a\,(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2) > 0.$$

Это значит, что при увеличении доли дешевых кормов в рационах стоимость единицы прироста массы будет уменьшаться. Стоимость единицы прироста массы будет увеличиваться, если

$$b\,(P \cdot Z_2 + Z_3) - a\,(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2) < 0.$$

Основываясь на том, что величина суточных приростов массы с точки зрения возрастающей доли дешевого корма достовернее отражается в функции многозначного типа $y = a + bx + cx^2$, формулу (2) можно представить в виде

$$K = \frac{P\,(x \cdot Z_1 + (1 - x)\,Z_2) + Z_3}{a + bx + cx^2}. \qquad (7)$$

Функция (7) будет определена, когда $a + bx + cx^2 \neq 0$. Это условие сохраняется, когда

$$\Delta < 0;$$

$$\Delta = 0 \Rightarrow x \neq \frac{-b}{2c};$$

$$\Delta > 0 \quad x \neq \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2c}.$$

В целях определения доли дешевого корма, при которой стоимость единицы прироста будет наименьшей, необходимо исследовать ход изменения функции (7). Функция имеет экстремумы в точках, где ее первая производная равна 0 и при пересечении через эти точки производная изменяет знак. Производную функции (7) можно выразить через формулу

$$K = \frac{(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2)(a + bx + cx^2) - (b + 2cx)(P \cdot Z_1 \cdot x + P \cdot Z_2 - P \cdot Z_2 \cdot x + Z_3)}{(a + bx + cx^2)^2}. \quad (8)$$

Чтобы определить, при какой доле дешевого корма (объемного) стоимость прироста массы будет наименьшей, надо решить уравнение

$$\begin{gathered} x^2 (P \cdot Z_2 \cdot c - P \cdot Z_1 \cdot c) + x(-2P \cdot Z_2 \cdot c - 2Z_3 \cdot c) + \\ + P \cdot Z_1 \cdot a - P \cdot Z_2 \cdot a - P \cdot Z_2 \cdot b - Z_3 \cdot b = 0. \end{gathered} \quad (9)$$

В случае, когда величину приростов массы с позиции доли дешевого корма достовернее отражает функция, многозначная третьей степени, формулу (2) можно представить в виде

$$K = \frac{P(x \cdot Z_1 + (1 - x) Z_2) + Z_3}{a + bx + cx^2 + dx^3}. \quad (10)$$

Функция (10) будет определена тогда, когда $a + bx + cx^2 + dx^3 \neq 0$. С целью определения оптимальной доли дешевого корма необходимо исследовать ход изменения функции (10). Эта функция имеет экстремумы в точках, в которых ее первая производная равна 0 и при пересечении через эти точки производная меняет знак. Производная функции (10) имеет вид

$$\begin{gathered} K = \frac{(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2)(a + bx + cx^2 + dx^3)}{(a + bx + cx^2 + dx^3)^2} - \\ - \frac{(b + 2cx + 3dx^2)(P \cdot Z_1 x + P \cdot Z_2 - P \cdot Z_2 x + Z_3)}{(a + bx + cx^2 + dx^3)^2}. \end{gathered} \quad (11)$$

Чтобы определить, при какой доле дешевого корма стоимость единицы прироста массы будет наименьшей, необходимо решить уравнение

$$\begin{gathered} x^3 (2P \cdot Z_2 d - 2P \cdot Z_1 d) + x^2 (P \cdot Z_2 c - P \cdot Z_1 c - 3P \cdot Z_2 d - 3Z_3 d) + \\ + x(-2P \cdot Z_2 c - 2Z_3 c) + P \cdot Z_1 a - P \cdot Z_2 a - P \cdot Z_2 b - Z_3 b = 0. \end{gathered} \quad (12)$$

В целях верификации представленной методики анализа функции стоимости единицы прироста использованы результаты экспериментов питательности корма [1, 2, 3]. При определении взаимозависимости между долей объемного корма и уровнем суточных приростов массы откормочников применен метод аппроксимации многостепенных графиков. В расчетах использованные факторы корреляции верифицированы с помощью теста Ф.Сneденцова [4].

Исследования показали, что увеличение доли силоса в питании откормочников сопровождалось снижением суточных приростов массы. Величину приростов массы с учетом доли силоса характеризует следующая модель функции:

$$y = 0{,}595 - 0{,}180\,x, \tag{13}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}699)$ величина $100R^2 = 88{,}20$; $a < 0{,}001$;

$$y = 0{,}586 - 0{,}0933x - 0{,}124x^2, \tag{14}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}699)$ величина $100R^2 = 89{,}87$; $a < 0{,}01$;

$$y = 0{,}59 - 0{,}191x + 0{,}247x^2 - 0{,}353x^3, \tag{15}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}699)$ величина $100R^2 = 90{,}35$; $a < 0{,}05$,
где y — суточные приросты массы откормочников, кг/гол.; x — доля силоса в сумме кормовых единиц.

Так как степень существенности функции (14) и (15) была ниже, то для дальнейшего рассмотрения принята функция первой степени.

Исследования изменений стоимости единицы прироста массы проведены при принятии следующего уровня цен на средства производства: Z_1=1500 зл./к.ед.; Z_2=2500 зл./к.ед.; Z_3=2500 зл./к.ед.

Стоимость единицы прироста массы будет возрастать, если

$$b\,(P \cdot Z_2 + Z_3) - a\,(P \cdot Z_1 - P \cdot Z_2) < 0. \tag{16}$$

Для P=2,50 к.ед./гол. и $a = 0{,}595$; $b = -0{,}180$ неравенство (16) составляет $-88 < 0$, что означает выполнение условия (16) и одновременно непрерывный рост стоимости прироста массы для принятого уровня цен на средства производства.

В практике стоимость единицы прироста массы можно получить на относительно постоянном уровне даже тогда, когда не все необходимые условия выполнены ($b = -0{,}180$). Зависит это от соотношения цен на отдельные группы средств производства. При соотношении цен Z_1:Z_2:Z_3, как 1:1,713:1,607 стоимость единицы прироста массы для отдельных экспериментальных групп будет примерно одинаковой.

Положительные результаты исследований получены при скармливании силоса из запаренного картофеля. Величину суточных приростов массы с учетом доли картофеля выражает следующая модель функции:

$$y = 0{,}605 - 0{,}086x, \tag{17}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}81)$ величина $100R^2 = 59{,}39$; $a < 0{,}01$;

$$y = 0{,}591 + 0{,}0571x - 0{,}179x^2, \tag{18}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}81)$ величина $100R^2 = 77{,}99$; $a < 0{,}01$;

$$y = 0{,}591 - 0{,}0527x + 0{,}193x^2 - 0{,}302x^3, \tag{19}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}81)$ величина $100R^2 = 79{,}80$; $a < 0{,}05$,
где x — доля картофеля в сумме кормовых единиц.

Для дальнейших расчетов принята функция (18) с точки зрения высокой степени достоверности ее эмпирических данных. Анализ изменения стоимости единицы прироста массы проведен при следующем уровне цен на средства производства: Z_1=2000 зл./к.ед.; Z_2 = 2500 зл./к.ед.; Z_3 = 2500 зл./к.ед.

Для P = 2642 к.ед./гол. и a = 0,591; b = 0,0571; c = −0,179 стоимость единицы прироста массы достигает минимума для x = 0,41.

Получение меньшей стоимости кормовой единицы запаренного картофеля (например, Z_1=1500) станет причиной того, что с точки зрения минимализации стоимости единицы прироста массы целесообразно будет его скармливание увеличить до 77 % суммы кормовых единиц.

На величину суточных приростов массы откормочников положительно повлияло применение обрата, доля которого составила до 15 % кормовых единиц. Ее увеличение свыше 15 % в рационах привело к уменьшению прироста массы. Выразив величину суточных приростов массы с учетом доли обрата в рационе, получим следующую модель функции:

$$y = 0{,}686 - 0{,}0867x, \tag{20}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}45)$ величина $100R^2 = 17{,}88$; $a < 0{,}05$;

$$y = 0{,}648 + 0{,}4786x - 1{,}256061x^2, \tag{21}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}45)$ величина $100R^2 = 78{,}55$; $a < 0{,}001$;

$$y = 0{,}635 + 0{,}9415x - 3{,}96759x^2 + 4{,}017094x^3, \tag{22}$$

для $x \in (0{,}0;\ 0{,}45)$ величина $100R^2 = 87{,}61$; $a < 0{,}0001$,
где x — доля обрата в сумме кормовых единиц.

Функция третьей степени (22) характеризуется наибольшей степенью выражения эмпирических данных. Исследование изменения полученной функции подтверждает, что она достигает максимума для x=0,15, а минимума — для x=0,50. Это означает, что на промежутке $x \in (0{,}15;\ 0{,}50)$ формула (22) является убывающей.

Анализ изменений стоимости единицы прироста массы проведен при следующем уровне цен на средства производства: Z_1=1500 зл./к.ед.; Z_2=2500 зл./к.ед.; Z_3=2500 зл./к.ед.

Для P=2,60 к.ед./гол. и a=0,635; b=0,9415, c=-3,96759, d=4,017034 наименьшая стоимость единицы прироста массы получена для x=0,22. При меньшей стоимости кормовой единицы обрата (например, Z_1= =1200) обеспечивается наименьшая стоимость единицы прироста массы откормочников, причем его долю в рационе целесообразно повысить до 25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Юхневич М.* Эффективность выращивания кукурузы, предназначенной для ССМ и ее использование в питании откормочников. Ольштын, 1993.

2. *Калишевич Д., Тыхвоньчук И., Кисель Р., Куцка Э.* Анализ стоимостей прироста живой массы в зависимости от доли картофеля в питании откормочников. Ольштын, 1988.

3. *Калишевич Д., Осиньский А., Юхневич М.* Анализ стоимостей прироста живой массы в зависимости от доли обрата в питании откормочников. Ольштын, 1989.

4. *Бартковякова А.* Алгоритмы анализа регрессии. Практическая математика// Ежегодник Польского Союза математиков. Сер. 3, 7. 1976.