

Раздел 5. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ

Данная модель позволяет в полной мере учесть особенности развития животных, их кормления и формирования продуктивности. Она применима, в первую очередь, в высокоорганизованных хозяйствах, фермерских хозяйствах, где есть возможность кормовую базу подчинить интересам формирования оптимальных рационов кормления отдельных видов животных.

Задача решается в расчете на 1 голову или кормо-день без непосредственной связи с наличными ресурсами кормов.

Расчет по модели может производиться на планируемый год или ближайшую перспективу. При этом следует учитывать 3 группы требований:

- производственные;
- зоотехнические;
- экономические.

Производственные требования предполагают, что решение задачи будет осуществлено на основе кормов, которые имеются в хозяйстве или поступление которых извне гарантируется.

Зоотехнические требования учитываются с целью обеспечения условий для наращивания продуктивности животного и выражаются в следующем.

В рационе кормления (или рецепте комбикорма) должно содержаться питательных веществ не меньше минимально достаточного для получения исходной или минимально планируемой продуктивности. При этом не исключается, что в связи со сбалансированностью оптимального рациона исходная продуктивность может быть превышена.

Чтобы исключить непродуктивный расход питательных веществ, выделяются вещества, находящиеся в рационе с другими в пропорциональной связи (например, кормовые единицы с переваримым протеином и каротином, Са, Р, Fe и т.д.).

Полноценное кормление предполагает определенное разнообразие кормов и ориентирует на то, что питательность однородной группы кормов ограничивается снизу и сверху. Выход за эти пределы снижает общую окупаемость рационов.

Количество питательного вещества, находящегося с другими в пропорциональной связи, должно ограничиваться снизу и сверху.

Например, содержание переваримого протеина в расчете на 1 кг кормовых единиц в рационе коров с продуктивностью 35 ц молока в год может колебаться в пределах от 95 до 115 г.

Вес отдельных кормов в рационе не должен выходить за допустимые пределы. При решении данной модели используются различные критерии оптимальности.

Наиболее распространенными являются критерии:

а) минимум стоимости рациона. В условиях стабильности цен на корма и ресурсы этот критерий весьма эффективен;

б) максимум условной прибыли. С целью ее определения рассчитывается выход условного молока или другой продукции животноводства в расчете на единицу каждого из кормов и с учетом их стоимости определяется условная прибыль. Подобная методика чаще всего используется в Канаде и США;

в) минимум условной пашни для получения кормов рациона. Для использования критерия определяется потребность в пашне для получения единицы корма. Данный критерий эффективен в условиях платы за землю (аренды, ее частной собственности и в условиях интенсивной работы предприятий).

Структурная ЭММ и основные ограничения экономико-математической задачи

Для записи структурной модели вводим условные обозначения.

Индексация:

j – номер корма;

J_0 – множество видов кормов;

j_0 – номер корма однородной группы, $j_0 \in J$;

J_1 – множество кормов однородной группы, $J_1 \subset J_0$;

J_2 – множество групп однородных видов кормов, $J_2 \subset J_0$;

i – номер питательного вещества;

I_0 – множество питательных веществ рациона;

I_1 – множество веществ, находящихся с другими в пропорциональной связи (т.е. от которых устанавливаем вес других), $I_1 \subset I_0$;

I_2 – множество пар питательных веществ, находящихся друг с другом в пропорциональной связи, $I_2 \subset I_0$.

Неизвестные:

x_j – вес корма j в рационе;

x_i – точное количество питательного вещества i , от которого зависит вес других веществ.

Известные:

A_i – минимальная потребность в i -м питательном веществе;

\tilde{W}_j, W_j – соответственно минимальная и максимальная нормы скармливания корма j ;

a_{ij} – питательность, т.е. содержание вещества i в единице корма j ;

a_{ij}^0 – содержание вещества i в корме j , принадлежащего к j^0 -й однородной группе;

\tilde{d}_i, d_i – соответственно минимальная и максимальная нормы питательного вещества i на единицу другого вещества;

$\tilde{b}_{ij}^0, b_{ij}^0$ – соответственно минимальная и максимальная по веществу i питательность кормов j^0 , принадлежащего к однородной группе кормов;

λ_j – стоимость единицы корма j .

Требуется найти x_j, x_i при следующих условиях.

1. Содержание питательных веществ в рационе должно быть в размере, не меньшем установленного минимума:

$$\sum_{j \in J_0} a_{ij} x_j \geq A_i, \quad i \in I_0.$$

Выражение $a_{ij} x_j$ обозначает питательность корма по какому-то из веществ i . Если $i = 1$, например, кормовые единицы, то выражение $a_{ij} x_j$ обозначает количество кормовых единиц в каком-то из кормов j .

Поскольку полноценность рациона зависит не только от веса отдельных питательных веществ, но и от отношения между веществами, то необходимо ввести равенство по тем веществам, по отношению к которым определяется вес других веществ и окупаемость этих веществ. Например, окупаемость кормовых единиц в зависимости от переваримого протеина и т.д.

2. По точному содержанию питательных веществ в рационе

$$\sum_{j \in J_0} a_{ij} x_j = x_i, \quad i \in I_1.$$

3. По количеству питательных веществ, находящихся друг с другом в пропорциональной связи,

$$\tilde{d}_i x_i \leq \sum_{j \in J_0} a_{ij} x_j \leq d_i x_i, \quad i \in I_2.$$

4. По питательности отдельных однородных групп кормов в общей питательности рациона

$$\tilde{b}_{ij^0} x_i \leq \sum_{j \in J_1} a_{ijj^0} x_j \leq b_{ij^0} x_i, \quad i=1, \quad j^0 \in J_2.$$

5. По весу отдельных кормов в рационе

$$\tilde{W}_j \leq x_j \leq W_j, \quad j \in J_0.$$

6. Ограничение неотрицательности

$$x_j, \quad x_i \geq 0$$

Неизвестными этой задачи являются веса кормов, ц: x_1 – концентраты; x_2 – сено; x_3 – сенаж; x_4 – зеленый корм.

Составим систему уравнений и неравенств, а также целевую функцию, которые в совокупности будут отражать требования к рациону. Требования состоят в том, чтобы: во-первых, содержание питательных веществ в рационе было не менее установленного минимума, во-вторых, вес отдельных кормов не должен превышать допустимые пределы, в-третьих, стоимость рациона должна быть минимальной.

Следовательно, требуется найти веса отдельных кормов в рационе (x_1, x_2, x_3, x_4) при следующих условиях:

1. Содержание кормовых единиц в рационе составит не меньше минимума: $1,2x_1 + 0,5x_2 + 0,3x_3 + 0,2x_4 \geq 31$.

2. Содержание перевариваемого протеина в рационе составит не меньше минимума: $0,13x_1 + 0,05x_2 + 0,033x_3 + 0,02x_4 \geq 3,17$.

3. Нижняя граница по весу концентратов составляет $x_1 \geq 7$.

4. Верхняя граница по весу концентратов составляет $x_1 \leq 12$.

5. Нижняя граница по весу сена составляет $x_2 \geq 10$.

6. Верхняя граница по весу сенажа составляет $x_3 \leq 40$.

7. По весу зеленого корма – $x_4 \leq 60$.

Минимальная стоимость рациона выражается уравнением

$$F = 12x_1 + 4,2x_2 + 2,4x_3 + 1,2x_4 \rightarrow \min.$$

Система неравенств задачи имеет вид:

1) $1,2x_1 + 0,5x_2 + 0,3x_3 + 0,2x_4 \geq 31$;

2) $0,13x_1 + 0,05x_2 + 0,033x_3 + 0,02x_4 \geq 3,17$;

3) $x_1 \geq 7$;

4) $x_1 \leq 12$;

5) $x_2 \geq 10$;

6) $x_3 \leq 40$;

7) $x_4 \leq 60$;

$$F_{\min} = 12x_1 + 4,2x_2 + 2,4x_3 + 1,2x_4.$$