ГРУППОВОЙ РАСЧЕТ РЕЦЕПТОВ КОМБИКОРМОВ И РАЦИОНОВ

В. НОВОСЕЛЬСКИЙ, доцент Тверской государственной сельскохозяйственной академии

ПОД РАСЧЕТОМ РЕЦЕПТА КОМБИКОРМА ПОНИМАЕТСЯ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТОВ ВВОДА СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, В ЕГО СОСТАВ. РАССЧИТАННЫЕ РЕЦЕПТЫ ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ ОПРЕДЕЛЕННЫМ НОРМАТИВАМ.

Для многих видов животных и птицы с учетом их физиологического состояния и хозяйственного назначения разработаны стандарты и нормативы, определяющие удельные максимальные и/или минимальные требования к питательности комбикормов. Такие требования приведены, например, в методических указаниях по расчету рецептов комбикормовой продукции. Среди них нормы по содержанию показателей питательности, измеряемому как в процентах (например, сухое вещество, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка), так и в удельных единицах (например, обменная энергия — в Мдж/кг, микро- и макроэлементы — в г/т, витамины — в г/т или в миллионах МЕ/кг). Содержание показателей питательности компонентов комбикорма, как правило, известно из специальных справочников или определяется лабораторными анализами. Кроме того, разработаны и применяются нормы ввода различных видов сырья в состав комбикормов конкретного назначения в минимальных и/или максимальных допустимых процентах.

На основе этих данных и с учетом специфики производства, объемов заказа продукции покупателями, имеющихся запасов сырья на складе и производится расчет рецептов комбикормов. Нередко для этого используют симплекс-метод решения задачи линейного программирования, как предлагается, например, в книге «Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве» (под редакцией профессора А.М. Гатаулина, 2009).

Обычно рецепты рассчитывают по очереди, то есть один за другим. Если при этом сырье хранится на складе в ограниченном количестве, то после расчета первого рецепта необходимо будет рассчитывать следующий и вместе с этим пересчитывать данные о запасах сырья, израсходованного на первый рецепт. Все это придется повторять при расчете каждого последующего рецепта, что не очень удобно, но хуже другое. Истратив излишне щедро какой-то вид сырья (недорогого и богатого питательными веществами) на первые рецепты, можно дойти до того, что последующие рецепты будут слишком дорогие или не отвечать требованиям по качеству. И специалисту, занимающемуся расчетом, приходится заново пересчитывать все рецепты, заботясь об обеспечении разумной их стоимости и о распределении сырья. Это непросто. Возможен и другой вариант, когда производители комбикормов вынуждены закупать лимитирующее сырье. Это связано с затратами оборотных средств, в то время как при оптимальном распределении сырья по видам продукции можно было бы обойтись без этого.

Это указывает на целесообразность одновременного расчета группы рецептов всех требующихся комбикормов на единой исходной сырьевой базе. И такую задачу возможно решить. Для ее формализации введем следующие обозначения:

- I — количество видов сырья, используемого в производстве;
- i — индекс сырья — порядковый номер сырья в списке видов сырья $(i = 1 \ldots I)$;
- Z_i — складской запас i-го сырья;
- C_i — цена единицы веса i-го сырья;
- J — количество рецептов комбикормов;
- j — индекс рецепта комбикорма — номер комбикорма в производственном плане $(j = 1 \ldots J)$;
- W_j — планируемый объем производства (вес) j-го комбикорма;
- K — количество характеристик (показателей) питательности (требований к характеристикам);
- k — индекс характеристики питательности — номер характеристики в полном списке характеристик;
- K_j — множество номеров характеристик питательности, требования по которым предъявляются к комбикорму с номером j;
- $H_{k,I}$ — удельное содержание (значение) k-ой характеристики питательности в i-ом сырье (проценты или единицы на килограмм);
- $N_{k,j}$ — максимальное допустимое значение k-ой характеристики питательности для j-го комбикорма;
- $n_{k,j}$ — минимальное допустимое значение k-ой характеристики питательности для j-го комбикорма;
- $V_{i,j}$ — максимальный допустимый процент ввода i-го вида сырья в j-ый комбикорм;
- $v_{i,j}$ — минимальный допустимый процент ввода i-го вида сырья в j-ый комбикорм;
- $X_{i,j}$ — подлежащий расчету процент ввода i-го вида сырья в j-ый комбикорм;

Значения $X_{i,j}$ должны быть неотрицательными, что записывается системой неравенств:

$$X_{i,j} \geq 0 \quad (i = 1 \ldots I, j = 1 \ldots J). \quad [1]$$

Ограничения запасов сырья запишутся в виде системы неравенств:

$$\sum_{j=1}^{J} (X_{i,j} \cdot W_j / 100) \leq Z_i \quad (i = 1 \ldots I). \quad [2]$$

Требования к выполнению нормативов по характеристикам питательности запишутся в виде системы двусторонних неравенств:

$$n_{k,j} \le \sum_{j=1}^{J}(X_{i,j} \cdot H_{k,i}) \le N_{k,j} \quad (j = 1...J, k \in Kj). \quad [3]$$

Требования по выполнению норм ввода сырья в комбикорм запишутся в виде системы двусторонних неравенств:

$$v_{i,j} \le X_{i,j} \le V_{i,j} \quad (i = 1...I, j = 1...J). \quad [4]$$

Требования по выполнению заданного плана производства комбикормов запишутся в виде системы уравнений:

$$\sum_{i=1}^{I}(X_{i,j} \cdot W_j / 100) = W_j \quad (j = 1...J), \quad [5]$$

или, что то же самое, сумма процентов ввода сырья в рецепт должна быть равна 100%:

$$\sum_{i=1}^{I} X_{i,j} = 100 \quad (j = 1...J). \quad [5]$$

Требование по минимальной стоимости сырья (себестоимости) для производства всех заданных комбикормов запишется как требование минимизации целевой функции:

$$F = \sum_{i=1}^{I} C_i \cdot (\sum_{j=1}^{J} (X_{i,j} \cdot W_j / 100)) \to min. \quad [6]$$

Система неравенств [1]—[5] и целевой функции [6] описывает задачу линейного программирования, которая решается, в частности, модификацией симплекс-метода для задачи с двусторонними ограничениями, описанной, например, в книге «Линейное и выпуклое программирование» (авторы С.И. Зуховицкий и Л.И. Авдеева, 1967).

На практике цена продажи комбикорма обычно зависит не столько от его качества, сколько от стоимости израсходованного сырья. Приведенные выше ограничения это не учитывают, поэтому при общей минимизации расходов на сырье одни рецепты могут оказаться слишком дорогими, другие — слишком дешевыми. Чтобы избежать этого, необходимо ввести новые характеристики рецептов — минимальную и максимальную цену комбикорма — соответственно p_j и P_j. Тогда требования к стоимости сырья, израсходованного на производство комбикормов, запишутся так:

$$p_j \le \sum_{i=1}^{I}(X_{i,j} \cdot C_i) \le P_j \quad (j = 1...J). \quad [7]$$

Добавление к системе неравенств основной задачи системы неравенств [7] исключает отмеченную проблему. Если связь между отпускной ценой и стоимостью сырья не столь проста, то, конечно, неравенство [7] целесообразно усложнить, однако эти аспекты здесь рассматривать не будем.

Оценим сложность задачи. Например, необходимо разработать 30 различных рецептов комбикормов, к каждому из которых предъявляется 10 требований по характеристикам питательности; для выработки комбикормов на складе хранятся 20 видов сырья. При таких условиях надо отыскать 600 (20•30) переменных. При этом у задачи 600 ограничений вида [1], 20 ограничений вида [2], 300 ограничений вида [3], 300 ограничений вида [4] и по 30 ограничений вида [5] и вида [7]. Ясно, что решить эту задачу непросто, тем более с учетом некоторых вычислительных нюансов. Тем не менее это можно сделать.

Автор статьи разработал соответствующую программу по расчету рецептов комбикормов с учетом некоторых дополнительных алгоритмических решений. (С программой можно ознакомиться на сайте: *www.rrk.tvercenter.ru*) Конечно, с помощью этой программы можно рассчитывать рецепты нужных комбикормов и по отдельности — как обычно.

Если дефицита сырья нет, то и разницы не будет. Но, как правило, перед производителями комбикормов стоит задача по снижению размера сырьевых запасов и улучшения их структуры. Это позволяет сократить потребность в оборотных средствах, которые можно направить на другие производственные нужды, снизить возможные затраты на кредитование. Разработанная программа поможет оптимизировать закупки и запасы сырья. Она поймет и выполнит задание по сбережению или, наоборот, по использованию в рецепте определенного вида сырья; рассчитает рецепты, которые позволят выработать максимальный объем продукции из имеющегося сырья (здесь постановка задачи несколько усложняется). Программа поможет составить самый дешевый план дозакупок сырья для обеспечения планового производства продукции. Если из имеющегося сырья невозможно составить нужный рецепт комбикорма, программа покажет, в чем трудности, и рассчитает рецепт, наиболее близкий по питательности к требующемуся (здесь также несколько усложнена постановка по сравнению с изложенной).

Другой задачей, обозначенной в заголовке статьи, является составление рационов кормления сельскохозяйственных животных. Целесообразность группового расчета здесь также очевидна по тем же причинам. Постановка этой задачи близка к изложенной, но отличия все же есть. При составлении рационов важнее не удельное (процентное) содержание питательных веществ, а их конкретное весовое количество в рационе. Кроме того, имеется специфика в задании нормативов содержания этих веществ. Например, в справочном пособии «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных» (под редакцией А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова, 2003) они даны в виде одного числа, а не пары чисел — верхней и нижней границ. Естественно, такие жесткие ограничения резко снижают качество решения (по стоимости затраченных кормов), а зачастую их просто нет. Мы предлагаем устранить эту особенность, вводя, как и для комбикормов, граничные требования к нормативам. Определенно, это не делает решение нашей задачи более узким.

Для математического ее описания введем новые обозначения:

- I — количество видов кормов, используемых для составления рационов;
- i — индекс корма — порядковый номер корма в списке видов кормов $(i = 1...I)$;
- Z_i — складской запас i-го корма;
- C_i — цена единицы веса i-го корма;
- J — количество различных, подлежащих расчету рационов (видов откармливаемого поголовья животных с учетом физиологического состояния и производственного назначения);

j — индекс рациона — номер рациона в производственном плане *(j = 1...J)*;

W_j — произведение поголовья животных, для которого предназначен *j*-ый рацион, на число дней кормления (точнее, число порций данного рациона, требующихся на период планирования);

k — индекс характеристики питательности — номер характеристики в списке характеристик;

K_j — множество номеров характеристик питательности, требования по которым предъявляются для рациона с номером *j*;

$H_{k,I}$ — содержание (абсолютное значение) *k*-ой характеристики питательности в 1 кг *i*-го корма;

$N_{k,j}$ — максимальное допустимое значение *k*-ой характеристики питательности для *j*-го рациона;

$n_{k,j}$ — минимальное допустимое значение *k*-ой характеристики питательности для *j*-го рациона;

$V_{i,j}$ — максимальный допустимый вес *i*-го вида корма в *j*-ом рационе;

$v_{i,j}$ — минимальный допустимый вес *i*-го вида корма в *j*-ом рационе;

$X_{i,j}$ — подлежащий расчету вес *i*-го вида корма в *j*-ом рационе.

Значения $X_{i,j}$ должны быть неотрицательными, что записывается системой неравенств:

$$X_{i,j} \geq 0 \quad (i = 1...I, j = 1...J). \quad [11]$$

Ограничения запасов кормов запишутся в виде системы неравенств:

$$\sum_{j=1}^{J} (X_{i,j} \cdot W_j) \leq Z_i \quad (i = 1...I). \quad [12]$$

Требования к выполнению нормативов по характеристикам питательности запишутся в виде системы двусторонних неравенств:

$$n_{k,j} \leq \sum_{i=1}^{I} (X_{i,j} \cdot H_{k,i}) \leq N_{k,j} \quad (j = 1...J, k \in Kj). \quad [13]$$

Требования по выполнению норм ввода кормов в рацион запишутся в виде системы двусторонних неравенств:

$$v_{i,j} \leq X_{i,j} \leq V_{i,j} \quad (i = 1...I, j = 1...J). \quad [14]$$

Требований, подобных учтенным в системе равенств [5], в рассматриваемой задаче нет. Однако есть другое, близкое по смыслу. При повышенной влажности кормов может оказаться, что (вес) объем рассчитанного рациона будет слишком велик, из-за чего рацион не будет полностью съеден. Поэтому целесообразно ограничить максимальный его вес.

Обозначим через Pj максимальный допустимый вес j-го рациона. Требования к весу запишутся так:

$$\sum_{i=1}^{I} X_{i,j} \leq P_j \quad (j = 1 \ldots J). \quad [15]$$

Требование по минимизации стоимости используемых кормов для всех рассчитываемых рационов с учетом поголовья запишется в виде целевой функции:

$$F = \sum_{i=1}^{I} C_i \cdot [\sum_{j=1}^{J} (X_{i,j} \cdot W_j)] \rightarrow min. \quad [16]$$

Поскольку рационы составляются для конкретного хозяйства, то балансировать и оптимизировать их цены не требуется (по типу неравенств [7]).

Задачи расчетов группы рецептов комбикормов и группы рационов кормления почти одинаковы, поэтому могут решаться аналогичным способом. Автором разработана программа группового расчета рационов кормления сельскохозяйственных животных, снабженная объемной базой по нормативам и характеристикам различных кормов (данные использованы из справочного пособия «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных»). (С программой можно ознакомиться на сайте: *www.rcn.tvercenter.ru.*) Конечно, реализованная в ней постановка задачи сложнее той, что описана в статье. Эта модификация вызвана специфическими требованиями к рационам, то есть тем, что нормативы задаются, как правило, одним значением, а не верхней и нижней границами. Однако это усложнение не является принципиальным. Следует отметить также: программа позволяет оптимизировать, как собственное производство комбикормов, так и их закупку, с учетом соответственно плановой себестоимости и наличия и цен на рынке.

Таким образом, групповой подход к расчету комбикормов и рационов для сельскохозяйственных животных, при котором их составы рассчитываются одновременно для всей производственной программы на общей сырьевой или кормовой базе, упрощает подготовку исходных данных для расчета рецептов комбикормов и рационов различного назначения, обеспечивает эффективное распределение компонентов между ними. ■

ПРЕМИКСЫ

для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы

Производство – в России:
г. Лакинск
Владимирская область

- ЛИЗИН
- ТРЕОНИН
- ТРИПТОФАН
- ХОЛИНХЛОРИД
- САЛИНОМИЦИН
- ВИТАМИНЫ
- МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

ООО "Коудайс МКорма"
Тел./факс: (495) 645-21-59, 651-85-20
www.kmkorma.ru, e-mail: info@kmkorma.ru

КОРМА

реклама