

6. Modification of the simultaneous allergic test for individual registration of the results of differential diagnosis / V.E. Kozlov, V.M. Bezgin, Yu.M. Myasoedov et al. // Veterinary Medicine. - 2011. - No. 8. - P. 28 - 32.

7. Development of a variant of allergic reaction for individual registration of skin test results in differential diagnosis of tuberculosis: materials of the International Scientific and Practical Conference / V.E. Kozlov, Yu.M. Myasoedov, N.N. Bykova, V.M. Bezgin // In: Scientific Foundations of Production and Quality Assurance of Biol. preparations for the agro-industrial complex, 5 - 7 December 2012 - Schelkovo, 2012. - P. 322 - 326.

УДК 631.15: 004.9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГОДОВОГО СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

КАРПОВИЧ А.М.,

старший преподаватель кафедры «Моделирования и проектирования» Белорусского государственного аграрного технического университета

Реферат. Одной из главных проблем в животноводстве является формирование качественных рационов кормления животных. Именно корректно сбалансированный рацион позволяет получить наибольшие результаты выращивания животных с минимальными финансовыми затратами на его формирование. Причем у большинства сельскохозяйственных предприятий нет неограниченного количества различных кормов.

Формирование годового сырьевого конвейера требует учета природных и экономических условий конкретной местности, которые оказывают значительное влияние на характеристики кормопроизводства и развития животноводства.

Практика работы сельскохозяйственного предприятия приводит к использованию некоторого ограниченного количества кормов, которые определяются возможностями имеющихся сельскохозяйственных земель и экономической эффективностью растениеводческой составляющей работы региона в этом аспекте. Зачастую сельскохозяйственного предприятия используют не более 5-10 основных видов растениеводческой продукции, а также различные добавки, которые нивелируют недостатки сформированного рациона.

В работе приведено формирование годового сырьевого конвейера для питания крупного рогатого скота в условиях Республики Беларусь. Целью системы годового сырьевого конвейера является получение оптимального рациона кормления молочного стада в условиях ограниченного количества кормов. Расчет годовой потребности стада крупного рогатого скота сводится к расчёту суточной потребности однородной группы животных.

Ключевые слова: сырьевой конвейер, годовая потребность в кормах, математическая модель, оптимизация, целевая функция.

Введение. Современная рыночная экономика ставит перед производителями сельскохозяйственной продукции большое количество задач, которые оцениваются исходя из экономических показателей деятельности данного предприятия в процессе решения данных задач. Именно экономическая эффективность позволяет определить успешность большинства выполненных предприятием действий. Сельскохозяйственное производство является сложной системой, одной из важнейших составляющих которой является животноводство. Животноводческая отрасль в значительной мере опирается на результа-

тивность действия сельскохозяйственных предприятий в сфере растениеводства. Причиной этой зависимости является то, что, по мнению экспертов, более чем на 55 % продуктивность животных зависит от рационов кормления. Высокопродуктивное стадо животных в условиях недостатка питания будет ориентировано на поддержание процессов жизнедеятельности, а не на получение сельскохозяйственной продукции.

Основная часть. Расчет годового сырьевого конвейера кормов предполагает наличие следующих исходных данных:

- характеристика имеющегося стада по поголовью и половозрастным группам (молочная корова, молодняк до 1 года, нетели и т.п.);

- планируемый временной период содержания различных групп животных (стойловое, привязное или беспривязное);

- планируемый результат продуктивности отдельного животного или среднее значения по стаду (удой, прирост живой массы и т.д.).

Сам по себе расчет сырьевого конвейера для всего стада невозможен из-за общей неоднородности всего стада по различным параметрам. Попытка расчета сырьевого конвейера для всего стада приведет к снижению общей продуктивности стада. Причиной падения будет являться то, что в различные периоды развития животного, предъявляются отличные требования к рациону кормления. Даже попытка расчета сырьевого конвейера для половозрастной группы стада может привести к значительному усложнению расчетов и получению недостоверных данных. Особенно в условиях ограниченного количества составных элементов сырьевого конвейера.

Расчет сырьевого конвейера требует применения различных рационов кормления для каждой отдельной группы, которые учитывают их физиологические особенности и планируемые результаты развития [1].

В практике деятельности отдельных сельскохозяйственных предприятий расчет сырьевого конвейера сводится к расчету суточной потребности в кормах для отдельных категорий животных.

Результатом этого является то, что процесс расчета сырьевого конвейера требует наличия следующих основных этапов:

- определение исходных данных, которые содержат в себе прогнозные показатели продуктивности и структуру стада;

- определение суточной потребности отдельной группы животных в кормах;

- нахождение годового сырьевого конвейера для отдельной группы стада в кормах;

- формирование системы сырьевого конвейера для всего сельскохозяйственного предприятия [2].

Таким образом, разработанный с учетом вышеизложенного алгоритм расчета годовой потребности хозяйства в кормах имеет следующий вид:

1. Имеющееся в хозяйстве стадо делится на относительно однородные по своим характеристикам группы животных.

Этими характеристиками являются вес, удой, время рождения, физиологическая группа к которой относится животное. Данное разделение позволяет перейти от расчета годовой потребности в кормах

отдельного животного к групповому расчету путем учета количества животных в каждой группе стада. Соответственно, в хозяйстве существует определенное количество различных групп животных общим числом K . Пусть каждая отдельная группа животных имеет свой уникальный номер, количество животных в данной группе обозначается G_k .

$G = \{G_1, \dots, G_K\}$ – множество животных, которые выращиваются в хозяйстве.

Стоит отметить, что каждая группа G_k является условно однородной из-за невозможности точного разделения стада на группы, так как каждое животное имеет свои особенности физиологического развития на протяжении всей жизни до момента расчета. Однако, эти различия являются незначительными, в сравнении со всей группой, что позволяет данную группу считать однородной и использовать усредненные параметры в процессе расчета. Усреднение параметров в данном случае не оказывает значительного влияния на последующие результаты.

Исходя из деления, имеющегося в хозяйстве стада на группы, дальнейший расчет годового баланса осуществляется отдельно для каждой группы животных.

2. Определение временных интервалов кормления животных исходя из условий содержания данной группы стада.

Временной интервал T , для которого осуществляется расчет баланса кормов (год, квартал, месяц) для отдельной группы животных, разбивается на отдельные интервалы $T_{k,m}$ - длина m -ого временного интервала для k -ой группы животных.

$$T^* = \{T_{k,1}, \dots, T_{k,m}\} \quad k = 1, \dots, K, \quad m = 1, \dots, M \quad (1)$$

Причем, временной интервал T можно представить как $T = \sum_{m=1}^M T_{k,m}$

В пределах данных временных интервалов (1), выбранная группа животных находится в однородных условиях, которые позволяют на протяжении всего интервала времени использовать разработанный рацион для всей группы. В границах данного интервала физиологические характеристики групп животных изменяются линейно, а количество животных – постоянная величина. Группа животных за границами данного интервала переходит в другую группу животных.

Необходимо отметить, что для некоторого G_k выполняется следующее условие $T_{k-1,m} = 0$. Данное условие позволяет исключить из расчета баланса временные интервалы, которые для k-ой группы не являются возможными, т.е. для категории молочная корова нет необходимости учитывать интервалы предыдущего развития - молодняк до 1 года, молодняк от 1 года до 2 лет, телка до 1 года и т.п.

Разделение позволяет обеспечить динамичность расчета годового баланса при переходе животных из одной группы в другую, а также при изменении условий содержания группы животных в течение года.

Одновременно с этим, возможен расчет баланса кормов для любого временного интервала. Определение временного интервала осуществляется исходя из наличия необходимости данного интервала времени.

3. Для каждой k-ой группы животных определяется некоторое время перехода в категорию k+1, которая образует некоторую совокупность $T_{k,c}$, где $c = 1, \dots, C$

4. Для каждой группы животных определяем долю группы - $\alpha_{k,c}$, которая переходит из k-й группы в группу k+1 при наступлении c-го значения времени. Для данной величины справедливо соотношение:

$$0 \leq \alpha_{k,c} \leq 1 \quad (2)$$

5. В границах временного интервала $T_{k,m}$, группа животных G_k является однородной.

В том случае, когда выполняется условие $T_{k,m} > T_{k,c}$:

$$\begin{cases} \Delta T_{k,m} = T_{k,m} - T_{k,c} \\ G_k = G_k * (1 - \alpha_{k,c}) \\ G_{k+1} = G_{k+1} + G_k * \alpha_{k,c} \end{cases} \quad (3)$$

Следующая группа k+1 будет представлять собой группу, состоящую из двух подгрупп:

- подгруппа G_{k+1} на временном интервале $T_{k+1,m}$;

- подгруппа $\alpha_{k,c} * G_k$ на временном интервале $[0, T_{k,c}]$.

В результате этого, можно записать выражение для k+1 группы животных:

$$G_{k+1} * T_{k+1,m} = G_{k+1} * T_{k+1,m} + \alpha_{k,c} * G_k * \Delta T_{k,m} \quad (4)$$

В данном выражении, $G_{k+1} * T_{k+1,m}$ представляет собой количество суточных рационов, которое необходимо для содержания группы стада G_{k+1} с учетом возможности перехода в данную группу части группы G_k .

Количество суточных рационов для группы стада G_k будет равно:

$$G_k * T_{k,m} = G_k [T_{k,m} (1 - \alpha_{k,c}) + \alpha_{k,c} T_{k,c}] \quad (5)$$

6. С учетом вышеизложенного, определение годового рациона сводится к решению задачи нахождения суточного рациона кормов для данной k-ой группы животных. Исходя из имеющихся данных, производится расчет суточной потребности для одной единицы животного данной категории. В основе расчета суточной потребности в кормах лежит алгоритм, который использовался в разработанной программе «Рацион». В данной программе нахождение минимума целевой функции выполняется с определенными допущениями и приближениями [3].

Решение задачи достижения оптимального рациона осуществляется методом взвешенной суммы [1], при котором единственная минимизируемая целевая функция представляется суммой обеих первоначальных целевых функций:

$$Z(\vec{x}) = w_1 \cdot Z_1(\vec{x}) + w_2 \cdot Z_2(\vec{x}), \quad (6)$$

где $Z_1(\vec{x})$ - взвешенная сумма модулей вектора отклонения питательности рациона от нормы по отдельным питательным компонентам, $Z_2(\vec{x})$ - стоимость рациона, w_1, w_2 - некоторые положительные весовые коэффициенты, причем $w_1 + w_2 = 1$.

Решение задачи (6) осуществляется в два этапа.

На первом этапе находится решение однокритериальной задачи, где в качестве целевой функции используется только функция $Z_1(\vec{x})$, которая измеряется в безразмерных относительных единицах и представлена в виде следующей математической формулировки задачи оптимизации рациона:

$$\begin{cases} X_{\min i} \leq x_i \leq X_{\max i}, \quad i = 1, \dots, N; \\ \langle p_i = P_i \rangle, \quad i = 1, \dots, N; \\ \sum_{i=1}^N a_{iDC} \cdot x_i \geq D_{DC}, \\ \sum_{i=1}^N a_{iME} \cdot x_i \geq D_{ME}, \end{cases} \quad Z_1(\vec{x}) \rightarrow \min. \quad (7)$$

где $X_{\min i}$, $X_{\max i}$ – начальные ограничения на минимальное и максимальное значение массы i -го корма в суточном рационе, задаваемые при необходимости пользователем; индексы «DC», «ME» – обозначают, соответственно, «сухое вещество» и «обменная энергия»;

$$p_i = \frac{a_{iDC} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N a_{iDC} \cdot x_i} \quad \text{либо} \quad p_i = \frac{a_{iME} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N a_{iME} \cdot x_i}$$

– процент от сухого вещества либо обменной энергии всего рациона, обеспечиваемый i -м кормом (структура рациона); P_i – задаваемые при необходимости пользователем начальные ограничения на допустимые значения p_i , определяющие желаемую процентную структуру рациона по сухому веществу либо по обменной энергии, фигурные скобки « $\langle \rangle$ » означают, что данное ограничение не обязательно в системе [4].

Результатом решения задачи (7) будет рацион \bar{x}_1 , оптимизированный по питательности, для которого сумма отклонений от требуемых норм питательности по основным учитываемым питательным компонентам будет минимальна. Следовательно, рацион \bar{x}_1 будет максимально приближен по содержанию основных питательных компонентов к требуемым нормам.

После решения задачи (7) происходит вычисление стоимости рациона \bar{x}_1 :

$$C_1 = \sum_{i=1}^N c_i \cdot x_{i1} \quad (8)$$

На втором этапе решения задачи (6) осуществляют устранение несоответствия размерностей целевых функций $Z_1(\bar{x})$, $Z_2(\bar{x})$ путем использования целевой функции, определяемой следующим образом:

$$Z_2^*(\bar{x}) = \frac{Z_2(\bar{x}) - C_1}{C_1} \quad (9)$$

Целевая функция $Z_2^*(\bar{x})$ представляет собой отклонение стоимости $Z_2(\bar{x})$ некоторого рациона \bar{x} от стоимости C_1 оптимального по питательности рациона \bar{x}_1 , деленное на значение стоимости C_1 и является безразмерной величиной.

7. Дальнейшее определение оптимального по стоимости и питательности рациона осуществляется методом взвешенных сумм, путем решения следующей однокритериальной оптимизационной задачи (4), в которой в качестве целевой функции использовать выражение:

$$Z(\bar{x}) = w_1 \cdot Z_1(\bar{x}) + w_2 \cdot Z_2^*(\bar{x}) \rightarrow \min \quad (10)$$

Целевая функция $Z(\bar{x})$ в (10) представляет собой взвешенную сумму двух конфликтующих целевых функций, что выражается в следующем. Так, для уменьшения стоимости рациона необходимо уменьшать массу кормов в нем, что приведет к уменьшению значения $Z_2^*(\bar{x})$, однако при этом рацион все более будет отклоняться от требуемых оптимальных норм питательности, а значит, будет возрастать значение $Z_1(\bar{x})$. Значения весовых коэффициентов w_1 и w_2 определяются методами экспертного оценивания и характеризуют степень значимости конфликтующих целевых функций в выражении (10). Результатом расчета в рамках данной математической модели является суточный рацион, который по 8 показателям (сухое вещество, обменная энергия, сырой протеин, сырая клетчатка, сырой жир, кальций, фосфор, соль поваренная) обеспечивает точное совпадение питательности рациона для крупного рогатого скота с требуемыми нормами [5].

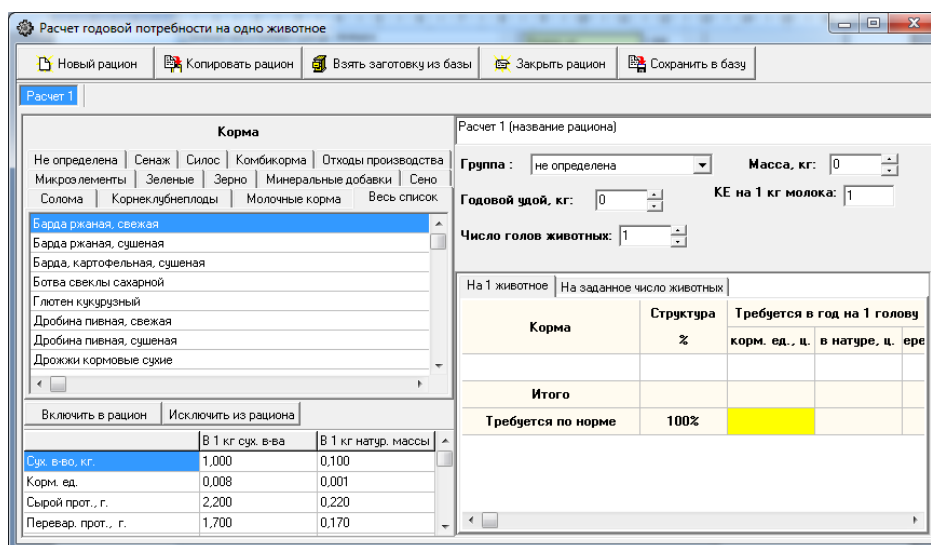


Рисунок 1 - Расчет годовой потребности животных

Полученный суточный рацион \bar{x} является оптимальным для k-ой группы животных на m-ом интервале времени. Обозначив его через $\bar{x}_{k,m}$, можем произвести расчет необходимого рациона для группы стада:

$$\bar{R}_{k,m} = \bar{x}_{k,m} * G_k * T_{k,m}$$

9. Так как все стада представляют собой некоторое количество условно однородных групп, то расчет годовой потребности в кормах для всего стада сводится к расчету:

$$\bar{R} = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K \bar{R}_{k,m} \quad (11)$$

В результате данной операции мы получаем годовой баланс по основным питательным веществам, который будет представлен матрицей годовых потребностей в питательных веществах всего стада $\bar{R} = \{R_1, \dots, R_N\}$. Данные годовой потребности соответствуют всем потребностям стада в питательных веществах на выбранный временной интервал и являются наиболее оптимальными.

Данный способ формирования годового сырьевого конвейера нашел свое практическое воплощение в виде программного модуля программы «Поддержка принятия решений по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйств кормами». В настоящее время программа используется в деятельности хозяйств Республики Беларусь.

Использование математической модели в программе позволяет произвести формирование годового сырьевого конвейера при наличии у сельскохозяйственного предприятия ограничений на продукцию растениеводства. Модуль расчета годового сырьевого конвейера позволяет в широких границах изменять исходные данные для расчетов, а также влиять на точность проводимых расчетов.

Программный модуль позволяет получить системы сырьевого конвейера на любой временной интервал, как для любой группы животных, так и для всего стада. Структура сырьевого конвейера хозяйства оперативно изменяется при внесении изменений в рацион питания любой группы животных (рисунок 1).

Это позволяет произвести расчет планируемого объема растениеводческой продукции, который необходим для удовлетворения потребностей всего стада в различных видах кормов по количественным и качественным показателям. В свою очередь, высокая точность расчета суточного рациона кормления позволяет добиться сопоставимой точности при формировании сырьевого конвейера предприятия.

В настоящее время проводится экспериментальное исследование в вопросе накопления статистических данных для определения влияния особенностей сельскохозяйственного предприятия на формирование сырьевого конвейера.

Вывод. Используемый алгоритм формирования сырьевого конвейера сельскохозяйственного предприятия имеет следующие преимущества:

- процесс расчета годового баланса кормов для неоднородного по физиологическим характеристикам стада носит динамический характер;
- учитывает планируемую продуктивность и характеристику имеющегося стада по поголовью, половозрастным группам и периодам содержания животных;
- позволяет регулировать точность расчета годовой потребности в кормах за счет изменения частоты разбиения имеющегося стада на группы (G_k), а также ширины временных интервалов ($T_{k,m}$) их содержания. При увеличении частоты разбиения имеющихся данных происходит увеличение точности расчета годового баланса.

Список использованных источников

1. Программа интерактивного балансирования рационов молочного стада / Е.В. Галушко, Н.Ф. Бондарь, А.В. Сеньков и др. // Электроника инфо. - 2013. - № 7. - С. 36-39.
2. Дурст Л., Витман М. Кормление основных видов сельскохозяйственных животных: перевод с немецкого / Под ред. и с предисловием И.И. Ибатуллина, Г. В. Проваторова; Институт Вайенштефан, филиал Триسدорф. - Винница: Нова книга, 2003. - 382 с.
3. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / Калашников А.П. и др. // Под ред. А.П.Калашникова и др. - М., 2003. - 455 с.
4. Система полноценного кормления молочного скота при интенсивной технологии: учеб. пособие / С. А. Лапшин, В.И. Матяев, Л.И. Чавкина, Л.А. Басалина. - Саранск: МГУ, 1989. - 92 с.
5. Менькин В. К. Повышение продуктивности жвачных животных: Сб. науч. тр. - М.: ТСХА, 1985. - 111 с.
6. Надежкин С.Н. Кормовая база комплекса. - Уфа: Башк. кн. изд-во, 1980. - 64 с.
7. Сергованцев В.Т., Бородин, И.Ф. Автоматика, вычислительная техника и моделирование в сельском хозяйстве / Сб. науч. тр. - М.: МГАУ, 1993. - 103 с.
8. Моделирование и оптимизационные расчеты: (Применительно к агропром. формированиям) / В.А. Точилин, А.В. Жаринов, В.В. Гуменюк и др. - Киев: Наук. думка, 1986. - 222 с.
9. Мастяева Н.И., Семенихина О.Н. Методы оптимизации: учебное пособие.- М.: МЭСИ, 2000. - 135 с.

List of sources used

1. The program of interactive balancing of rations of a dairy herd / E.V. Galushko, N.F. Bondar, A.V. Senkov and others // Electronics info. - 2013. - No. 7. - P. 36-39.
 2. Durst L., Wittmann M. Feeding of the main types of farm animals: translation from German / Ed. and with a preface by II. Ibatullina, GV Provatorov; The Weihenstephan Institute, a branch of Trisdorf. - Vinnytsia: Nova kniga, 2003. - 382 p.
 3. Norms and rations of feeding agricultural animals: a reference manual / Kalashnikov AP and others. Ed. AP Kalashnikova and others - M., 2003. - 455 p.
 4. System of full-value feeding of dairy cattle with intensive technology: training. allowance / SA Lapshin, V.I. Matyayev, L.I. Chavkina, L.A. Basalina. - Saransk: Moscow State University, 1989. - 92 p.
 5. Menkin VK Increase in the productivity of ruminants: Sat. sci. tr. - Moscow: TSHA, 1985. - 111 p.
 6. Nadezhkin S.N. Feeding base of the complex. - Ufa: Bashk. book. publishing house, 1980. - 64 p.
 7. Sergovantsev V.T., Borodin I.F. Automation, computer facilities and modeling in agriculture / Sat. sci. tr. - Moscow: MGAU, 1993. - 103 p.
 8. Modeling and optimization calculations: (Applied to agroindustrial formations) / V.A. Tochilin, A.V. Zharinov, V.V. Gumenyuk and others - Kiev: Science. dumka, 1986. - 222 p.
 9. Mastyaeva NI, Semenikhina ON Optimization methods: a teaching aid. - Moscow: MESI, 2000. - 135 p.
-