

УДК 636:519.86:338.43

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМОВЫХ РАЦИОНОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ: МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Евдокимова Н.Е., кандидат экономических наук,

тел. 8 (495) 623-14-10, n.e.evdokimova@vniiesh.ru

ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ

Ключевые слова: математическая модель, оптимизация, рацион, корма, сельскохозяйственные животные, информация.

Работа посвящена анализу истории развития постановок задач составления кормовых смесей и управления питанием животных, а также направлениям развития методов их решения. При проведении исследований было установлено, что в настоящее время в развитии методов моделирования питания животных происходит переход от детерминистических к стохастическим и динамическим моделям.

Введение. В начале прошлого века для приготовления кормовых смесей для животных использовались методы фиксированных рецептур. После опубликования работ Канторовича Л.В. по теории и методам решения задач оптимального распределения ресурсов [1] во время войны методика линейного программирования была применена к оптимизации снабжения армии за счет оптимизации пищевых рационов солдат в США, а затем использована в 1951 году для определения оптимального с точки зрения затрат кормового рациона для животных [2].

В середине шестидесятых выходят работы основоположника отечественного моделирования в сельском хозяйстве Кравченко Р.Г., в которых присутствуют постановки задач составления рационов с наименьшими затратами, как в стационарном, так и в динамическом варианте [3]. Задачи составления кормов в качестве критерия оптимизации использовали и максимизацию продуктивности сельскохозяйственных животных.

Целью данной работы является систематизация развития постановок задач составления кормовых смесей и управления питанием животных, а также развития методов их решения.

Материалы и методы исследований. Составление кормовых смесей для животных с помощью методов математического програм-

мирования вариативно относительно ингредиентов корма, аппарата самих моделей, синтеза кормовых смесей и рационов, условий содержания животных, необходимых информационных массивов и многих других параметров. Развитие методов решения задачи оптимизации кормовых рационов насчитывает уже несколько основных подходов, применяемых на практике, которые в принципе совпадают с этапами расширения возможностей математического моделирования:

1) Модели оптимизации кормовых рецептов с использованием техники линейного программирования (введен для получения качественной кормовой смеси с наименьшими затратами, которая может обеспечить животным адекватное питание и до сих пор широко используется в управлении питанием жвачных животных);

2) Модели рецептуры кормов с динамическим программированием (для оптимизации экономических показателей на протяжении производственного периода животного или стада);

3) Модели многокритериальной оптимизации (используются для преодоления таких недостатков метода линейного программирования, как только одна целевая функция, поскольку на практике составление кормовых смесей представляет собой сложный процесс, который нельзя ограничивать достижением одной цели);

4) Целевое программирование (методологически входит в многокритериальные постановки, но особенно важен для достижения баланса питательных веществ в требуемых кормосмесях);

5) Модели со стохастическим программированием (разработаны для учета вариативности параметров ингредиентов корма и их стоимости);

6) Модели нечеткого программирования (связывают измеримую информацию с лингвистической интерпретацией с помощью функций принадлежности и позволяют более эффективно применять научные знания);

7) Нелинейные модели (полезны для оптимизации экономического роста);

8) Компьютерные программы и симуляторы (реализованы на различных методах и позволяют в большинстве случаев решать сложные задачи за минимальное время, просты в использовании, гибкие в плане изменения критериев, параметров и входной информации).

Результаты исследований и их обсуждение. Методы оптимизации являются эффективными инструментами для сбалансированного кормления животных и устойчивого развития животноводства [4]. На зарубежных рынках растет предложение компьютерных инструментов, как для составления рационов выездными консультантами, так и пакетными решениями по управлению процессами питания животных на фермах. Динамические варианты позволяют оптимизировать экономические стратегии и на более высоких уровнях. Концептуально заметен переход от детерминистических к стохастическим и динамическим методам моделирования.

В настоящее время продолжают исследования по дальнейшему совершенствованию норм потребности в питательных и биологически активных веществах животных с учетом природно-климатических и технологических особенностей их выращивания [5]. Рыночная экономика становится основным драйвером для эффективного взаимодействия развития животноводства и комбикормовой промышленности.

Новым требованием является прогнозирование изменений в кормосмесях для новых высокопродуктивных пород животных, над которыми работают генетики. В этой связи важным является включение в модели новых открытий в физиологии и биохимии по влиянию составных веществ в кормах на новые породы высокопродуктивных животных.

Следует остановиться на особенностях моделирования проблем, связанных с влиянием животноводства на изменение климата на нашей планете: выбросы парниковых газов и утилизация или использование отходов отрасли без вреда для окружающей среды. По последнему докладу ООН на скотоводство приходится 14,5% парниковых газов от всех выбросов на планете от деятельности человека. Жвачные являются основным источником выбросов от сельского хозяйства.

Инструмент моделирования хорошо подходит для оценки снижения выбросов, например, для расчета эмиссии парниковых газов от животных или всего сельскохозяйственного предприятия. Для этих задач больше всего подходит аппарат имитационного моделирования, основанный на имитации биофизических процессов. Однако, в конеч-

ном итоге выбор метода математического моделирования будет определяться наличием требуемой информации, ее временным и пространственным разрешением, а также точностью оцениваемых выбросов. Интегрированные модели или модели комплексной оценки используют довольно общие подходы для количественной оценки выбросов, однако они объединяют несколько моделей, основанных на процессах (или их результатах), которые имитируют происхождение и величину выбросов парниковых газов, а также экономические последствия этих процессов. Именно эти модели, которые в настоящее время разрабатываются представляют собой ценный инструмент по определению основных процессов и их движущих сил в системе животноводства на разных ее уровнях, а также для оценки их совокупного воздействия на выбросы парниковых газов с различными вариантами смягчения последствий.

Зарубежные обзоры современных исследований подтверждают вывод о том, что диетические манипуляции могут снизить выбросы парниковых газов на единицу произведенного продукта [6].

Заключение. Итак, необходимо выделить следующие основные тенденции:

- возможности моделирования расширяются при переходе от детерминистических к стохастическим и динамическим моделям;
- для развития современного кормопроизводства важным конкурентным преимуществом становится возможность прогнозирования кормосмесей на перспективу для новых высокопродуктивных пород животных, которые должны быть получены в результате целенаправленной работы генетиков;
- в русле обострившихся проблем глобального изменения климата на первый план выходит проблема оценки и снижения эмиссии парниковых газов от животных или всего сельскохозяйственного предприятия, для решения которой необходимо применение современных имитационных биофизических моделей в интеграции с эколого-экономическими моделями,
- составление диет для животных при соблюдении всех ограничений по питательным и другим необходимым веществам с критерием снижения выбросов парниковых газов возможно и экономически целесообразно.

Библиографический список:

1. Канторович, Л. В. Математические методы организации и планирования производства / Л. В. Канторович. – Ленинград: Издательство ЛГУ, 1939. – EDN ZIGTUB.
2. Waugh F. V. The minimum-cost dairy feed (an application of" linear programming") //Journal of Farm Economics. – 1951. – Т. 33. – №. 3. – С. 299-310.
3. Кравченко, Р. Г. Экономико-математические модели задач по сельскому хозяйству / Р. Г. Кравченко. – Москва : Экономика, 1965. – 311 с. – EDN WEMWSV.
4. Доктрина информатизации сельского хозяйства / В. В. Або-неев, Ю. Д. Квитко, Д. Е. Белов [и др.] // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Т. 3, № 1-1. – С. 3-7. – EDN PFHVSU.
5. Любомирова, В. Н. Экологические основы природопользования / В. Н. Любомирова, Е. М. Романова, Т. М. Шленкина. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2017. – 344 с. – EDN ZTOVNH.
6. Rendón-Huerta J. A., Pinos-Rodríguez J. M., Kebreab E. Animal nutrition strategies to reduce greenhouse gas emissions in dairy cattle //Acta universitaria. – 2018. – Т. 28. – №. 5. – С. 34-41.

OPTIMIZATION OF FEED RATIONS FOR ANIMALS: METHODS OF MATHEMATICAL MODELING

Evdokimova N.E.

Key words: *mathematical model, optimization, diet, feed, farm animals, information.*

The work is devoted to the analysis of the history of the development of formulations of problems in the preparation of feed mixtures and management of animal nutrition, as well as the directions of development of methods for solving them. During the research, it was found that currently, in the development of methods for modeling animal nutrition, there is a transition from deterministic to stochastic and dynamic models.