

В.В. Конончук

канд. экон. наук, доц., ст. науч. сотрудник

Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

e-mail: victorkon@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ НА ОСНОВЕ КАЧЕСТВА КОРМОВ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Формирование оптимальных и сбалансированных по питательным веществам рационов кормления животных осуществляется с учетом качества и набора кормов. Качество кормов в высокой степени влияет на состав и структуру кормления сельскохозяйственных животных, что, в свою очередь, предопределяет высокую их продуктивность. Качество кормов определяется исходя из химического состава, переваримости и их продуктивного действия. Максимизировать экономический эффект и стабилизировать кормление животных с учетом воздействия погодно-климатических факторов на основе качества и питательной ценности кормов позволяет использование оптимизационных экономико-математических моделей. Оптимизация рационов с учетом погодных факторов обуславливает сбалансированность кормления, определяемую химическим составом, питательностью и энергетической ценностью кормов.

Введение

Одним из основных факторов, сдерживающих увеличение объемов производства животноводческой продукции в хозяйствах агропромышленного комплекса юго-запада Беларуси, является несбалансированность рационов кормления по содержанию питательных и биологически активных веществ, макро- и микроэлементов. Полноценное и сбалансированное кормление сельскохозяйственных животных является определяющим фактором в получении животноводческой продукции высокого качества и повышении рентабельности производства. Ключевым показателем качества кормов является их питательная ценность, которая удовлетворяет потребность животных в пище. Питательность кормов выражается степенью соответствия количества и качества усвояемых питательных веществ потребностям животных. Питательность кормов определяется на основе их химического состава, переваримости и продуктивного действия. Обоснование оптимальных рационов кормления животных осуществляется исходя из их потребности в питательных веществах, качественного состава, химической и питательной ценности кормов. Зависимость сельскохозяйственного производства от природных факторов предопределяет неустойчивость объемов производства ресурсов кормов. Различия в погодных условиях предполагают, что кормление животных следует осуществлять исходя из принципа стабилизации и устойчивости развития. При этом учитывается не только качество корма, но и влияние погоды на ресурсы кормов. Требования к их качеству и питательной ценности определяются стандартами.

Потребность животных в питательных веществах варьируется в зависимости от продуктивности, возраста, живой массы, упитанности, способов кормления и содержания, сезона, температуры окружающей среды и т.п. При этом ключевым показателем является продуктивность животных. Обоснование их оптимальной потребности в питательных веществах учитывает следующие положения:

1) высокий уровень кормления снижает затраты кормов в расчете на единицу животноводческой продукции, и, наоборот, низкий уровень кормления снижает продуктивность, а затраты кормов на единицу продукции возрастают;

2) высокая продуктивность животных достигается при условии получения с кормами всех необходимых питательных веществ независимо от потребности;

3) высокая окупаемость кормов животноводческой продукцией достигается лишь при соблюдении оптимальных пропорций между питательными веществами в рационе;

4) соответствие кормов потребностям животных в питательных веществах обеспечивает максимальную их эффективность в рационе для синтеза продукции.

В оптимальных рационах кормления сельскохозяйственных животных для жвачных нормируют содержание кормовых единиц, сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сырой клетчатки, сахара, крахмала, сырого жира, кальция, фосфора, магния, калия, серы, железа, меди, цинка, марганца, кобальта, йода, каротина и витаминов D и E. При этом в рационах необходимо соблюдать соотношение между отдельными питательными веществами: кормовыми единицами и переваримым протеином, сахаром и крахмалом, кальцием и фосфором и т.п. Исследования показывают, что дефицит 1 г переваримого протеина в кормовой единице рациона влечет перерасход кормов на 2%, в результате чего возникает недопроизводство значительных объемов животноводческой продукции.

Результаты и обсуждение

На крупнотоварных сельскохозяйственных предприятиях кормопроизводство и обоснование рационов кормления животных осуществляют исходя из сложившейся специализации и технологических возможностей, а также бизнес-планов развития. Общая потребность в кормах определяется прогнозируемым поголовьем животных и потребностью в кормах на одну голову при среднестатистических значениях влияния погодных условий. При этом потребность в кормах на одну голову рассчитывается с учетом продуктивности и потребности в питательных веществах на единицу продукции вне зависимости от учета влияния погодных факторов на ресурсы кормов. В наибольшей степени учесть пропорции между кормопроизводством и животноводством для достижения максимальной экономической эффективности позволяет решение стохастических оптимизационных экономико-математических моделей, при реализации которых не только определяется наилучшая структура кормопроизводства, но и стабилизируются оптимальные рационы кормления животных с учетом влияния погодных факторов на ресурсы кормов. Ключевым моментом в оптимизации рационов кормления животных является учет качества и питательной ценности кормовых ресурсов, обеспечивающих сбалансированность кормления.

Расчет оптимальных рационов кормления сельскохозяйственных животных, определяемый фактически сложившимся качеством кормов, произведен при среднестатистических значениях влияния погодных факторов на примере модельных хозяйств юго-запада Беларуси. Хозяйства отличаются высокой окупаемостью кормовых и других производственных ресурсов, а также имеют высокие производственно-экономические показатели развития и функционирования отраслей животноводства. Перечень модельных предприятий определен на основе методов эконометрического анализа тенденций и закономерностей влияния важнейших экономических показателей в животноводстве на эффективность использования кормовых ресурсов. При этом эконометрические модели выражают количественную взаимосвязь между результативным и факторным признаками, представленными основными параметрами производства.

Эффективность использования кормовых ресурсов определена на основе сопоставления потенциально возможного объема производства животноводческой продукции с фактическим. Таким образом, речь идет о потенциальных возможностях предприятий в зависимости от природно-экономических условий хозяйствования.

Для оценки уровня окупаемости и эффективности использования кормовых ресурсов определены важнейшие факторы, влияющие на экономические показатели функционирования отраслей животноводства. Основу при определении результативных

и факторных признаков эффективности использования кормовых ресурсов составляют причинно-следственные связи. В качестве результативных показателей при построении эконометрических моделей для анализа и оценки уровня окупаемости и эффективности использования кормовых ресурсов выделены продуктивность животных, себестоимость продукции, стоимость товарной продукции на единицу отрасли и расход кормов на единицу продукции. Модельные предприятия выбраны из групп с высоким уровнем использования кормовых и других производственных ресурсов в формировании результативных показателей экономической эффективности на основе принципа сходимости, при котором предприятие попадает в одну и ту же группу (лучшую) по уровню эффективности в разных эконометрических моделях по различным результативным экономическим показателям.

Анализ параметров эконометрических моделей свидетельствует о положительной динамике влияния на продуктивность коров таких факторов, как удельный вес в рационе концентратов, продуктивность кормовых угодий, размер отрасли и оплата труда работников. На снижение себестоимости молока существенное влияние оказывают продуктивность коров, удельный вес концентратов в рационе и себестоимость кормов. На увеличение продуктивности в мясном скотоводстве значительное влияние оказывает удельный вес концентратов в рационе и продуктивность кормовых угодий. На снижение себестоимости привеса КРС влияет удельный вес концентратов в рационе, повышение производительности труда и продуктивности животных.

Исследуя общие тенденции в животноводстве, можно сделать вывод, что важным фактором в кормлении животных является удельный вес концентратов в рационе, так как данный корм является наиболее окупаемым как с точки зрения увеличения продуктивности животных, так и с точки зрения снижения себестоимости продукции. Важным фактором является и продуктивность кормовых угодий, позволяющая обеспечить имеющееся поголовье более дешевыми кормами собственного производства.

Расчет важнейших перспективных производственно-экономических показателей в развитии животноводства при среднестатистических значениях влияния погодных факторов для последующего обоснования и расчета оптимальных рационов кормления животных осуществлен исходя из прогноза ключевого показателя развития аграрного производства – урожайности зерновых культур [1, с. 146]. Учитывая, что модельные хозяйства находятся примерно в одинаковых природно-экономических условиях, для увеличения урожайности зерновых культур среднегодовые приращения урожайности скорректированы в зависимости от достигнутого в хозяйстве и в однотипных хозяйствах района. Важнейшие технологические и организационные взаимосвязи аграрного производства учтены при обосновании других производственно-экономических параметров и показателей. Обоснование и расчет оптимальных рационов кормления осуществлен на основе сформировавшихся и прогнозных пропорций в развитии между отраслями растениеводства (кормопроизводства) и животноводства при среднестатистических значениях влияния погодных факторов. Расчет оптимальных рационов кормления животных выполнен в рамках проектирования и формирования информационных ресурсов по питательной ценности и качеству кормов с помощью оптимизационных экономико-математических моделей развития аграрных формирований на примере модельных хозяйств для средних погодных условий. В экономико-математические модели включен блок ограничений оптимизации рационов кормления сельскохозяйственных животных (фрагмент):

1) по балансу основных видов кормов:

$$\sum_{j \in J_2} w_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j - W_h - \bar{\bar{X}}_h + \tilde{\tilde{X}}_h + x_h, h \in H_0;$$

2) по балансу побочных кормов и кормов животного происхождения:

$$\sum_{j \in J_2} w_{hj}^{\min} x_j + \sum_{j \in J_2} x_{hj} = \tilde{x}_h, h \in H_2;$$

3) по производству побочных кормов: $\tilde{x}_h \leq \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j - W_h, h \in H_2;$

4) по покупке кормов: $x_h \leq E_h, h \in H_1;$

5) по кормам в обмен: $\bar{x}_h = d_{hj} x_j, h \in H_5;$

6) по соотношению обмена: $\tilde{\tilde{x}}_h = f_h \bar{x}_h, h \in H_6;$

7) по балансу питательных веществ:

$$\sum_{j \in J_2} w_{ij} x_j \leq \sum_{h \in H_0} \sum_{j \in J_1} d_{hj} x_j k_{ih} - \sum_{h \in H_0} W_h k_{ih} - \sum_{h \in H_0} \bar{x}_h k_{ih} + \sum_{h \in H_0} \tilde{\tilde{x}}_h k_{ih} + \sum_{h \in H_0} x_h k_{ih}, i \in I_3;$$

8) по содержанию питательных веществ в дополнительных кормах:

$$\left(w_{ij} - \sum_{h \in H_0} w_{hj}^{\min} k_{ih} \right) x_j \leq \sum_{h \in H_0} x_{hj} k_{ih}, j \in J_2, i \in I_3;$$

9) по величине скользящей переменной:

$$x_{hj} \leq \left(w_{hj}^{\max} - w_{hj}^{\min} \right) x_j, h \in H_0, j \in J_2;$$

10) технологические ограничения по размерам отраслей животноводства:

$$\tilde{D}_j \leq x_j \leq D_j, j \in J_0.$$

Критерий оптимальности (максимум стоимости товарной продукции):

$$F_{\max} = \sum_{j \in J_0} C_j * X_j.$$

Здесь: **Индексация:** j – номер сельскохозяйственных культур и отраслей; J_1 – множество отраслей растениеводства $J_1 \in J_0$; J_2 – множество отраслей животноводства $J_2 \in J_0$; i – номер ограничений, видов питательных веществ, видов товарной продукции; I_3 – множество видов питательных веществ; h – номер вида кормов; H_0 – множество видов кормов; H_1 – множество собственных кормов, $H_1 \in H_0$; H_2 – множество побочных кормов, $H_2 \in H_0$; H_3 – множество пар кормов, обмениваемых между собой, $H_3 \in H_0$; H_4 – множество покупных кормов h , $H_4 \in H_0$; H_5 – множество кормов от обмена, $H_5 \in H_0$.

Неизвестные величины: x_j – размер отрасли j ; x_{hj} – скользящая переменная по корму h для вида животных j ; x_h – количество покупных кормов h ; x_h^- – количество кормов h от обмена; x_h^+ – количество побочных кормов h ; x_h^{--} – количество кормов h , передаваемых в обмен.

Известные величины: W_h – расход корма h на внутривладельческие нужды; $D_j, -$, D_j^+ – соответственно минимальный и максимальный размер отрасли j ; d_{hj} – выход корма h от единицы отрасли j ; w_{hj}^{\min} , w_{hj}^{\max} – соответственно минимальный и максимальный расход корма h на единицу отрасли животноводства j ; W_{ij} – расход питательного вещества i на единицу отрасли животноводства j ; k_{ih} – содержание питательного вещества i в единице корма h ; c_j – стоимость товарной продукции единицы отрасли j .

Экономико-математическая модель позволяет оптимизировать использование кормов, обосновывать рационы кормления в любом сельхозпредприятии. Экономический эффект от использования экономико-математической модели составляет 8–14% от стоимости товарной продукции животноводства:

1) вследствие сбалансированности рационов кормления уменьшаются потери от скармливания кормов, возрастает окупаемость кормовых ресурсов;

2) сбалансированные по важнейшим питательным веществам рационы кормления повышают продуктивность животных и качество животноводческой продукции.

Расчетная структура кормления животных определена для коров со средней годовой продуктивностью 67,3–78,2 ц молока, молодняка КРС – со среднесуточным привесом 709–764 г при расходе кормов на единицу продукции 0,92–0,93 ц кормовых единиц на 1 ц молока и 8,23–8,4 ц кормовых единиц на 1 ц привеса КРС. Оптимальные среднегодовые рационы для модельных хозяйств при среднестатистических значениях влияния погодно-климатических факторов характеризуются данными таблицы.

Таблица. – Оптимальные состав и структура рационов кормления сельскохозяйственных животных крупнотоварных модельных хозяйств в расчете на 1 голову

Наименование корма	Коровы			Молодняк КРС на откорме		
	ц	кормовые единицы, ц	%	ц	кормовые единицы, ц	%
Концентраты	26,31	26,31	36,84	6,94	6,94	25,17
Травяная мука	3,51	2,39	3,37	1,06	0,72	2,64
Силос	20,76	4,15	5,85	9,62	1,92	7,06
Корнеплоды	29,97	3,60	5,07	0,00	0,00	0,00
Картофель	4,90	1,47	2,01	1,87	0,56	2,06
Зеленый корм	62,48	11,87	16,72	22,99	4,37	15,94
Сенаж	29,97	8,39	11,82	7,97	2,23	8,28
Сено	25,25	12,39	17,66	16,87	8,65	31,49
Солома	1,87	0,47	0,65	2,25	0,56	2,06
Молоко	–	–	–	0,87	0,26	0,95
Обрат	–	–	–	2,33	0,30	1,10
Заменитель цельного молока	–	–	–	0,43	0,88	3,25
Итого	–	71,04	100	0,00	27,39	100

Оптимизация рационов кормления животных произведена с учетом качественного состава, химической и питательной ценности кормов, определенных на основе лабораторных исследований кормов за последние годы по модельным хозяйствам.

Экономическая значимость модели повышается при усилении влияния погодных факторов на развитие отраслей сельского хозяйства. Возникает необходимость найти компромисс между поголовьем животных и ресурсами кормов. Необходимо также решить, допустимо ли содержание животных при неполной их обеспеченности кормами в неблагоприятные по погодным условиям годы или более целесообразным является вариант сокращения части поголовья при полной обеспеченности их кормами и создании условий для наращивания продуктивности. Производственно-экономические и погодные условия сельхозпредприятий постоянно изменяются, в связи с чем необходимо оптимизировать рационы кормления животных в складывающихся условиях. Поэтому оптимизацию рационов кормления животных целесообразно осуществлять на основе решения стохастической оптимизационной экономико-математической модели, позволяющей учесть влияние погодных факторов на производственно-экономические показатели. Решение стохастической модели позволяет определить необходимые объемы стабилизационных фондов кормов в благоприятные и средние по погодным условиям годы на случай наступления неблагоприятного года. Таким образом, удастся учесть влияние погодных факторов на кормопроизводство, стабилизировать производство кормов и рационы кормления, минимизировать риски, связанные с недопроизводством кормов и выполнением обязательств по продаже животноводческой продукции государству и партнерам в неблагоприятные погодные годы.

Заключение

Разработанные оптимальные рационы кормления сельскохозяйственных животных на основе качественного состава, химической и питательной ценности кормов на примере модельных предприятий при среднестатистических значениях влияния погодно-климатических факторов будут способствовать повышению экономической эффективности животноводческих отраслей, а также могут быть применимы в других аграрных предприятиях с учетом их корректировки по питательности кормов и продуктивности животных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леньков, И. И. Экономико-математическое моделирование систем и процессов в сельском хозяйстве : учебник / И. И. Леньков – М. : Дизайн ПРО, 1997. – 304 с.
2. Волков, С. Н. Экономико-математические методы в землеустройстве / С. Н. Волков. – М. : Колос, 2007. – 696 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.10.2016

Kononchuk V.V. Optimization of Animal Feeding on the Basis of Feed Quality under Conditions of Natural Uncertainty

Formation of the optimal and balanced on nutrients in animal feeding rations shall be based on the quality of feed and having their set farms; feed quality in a high degree affect the composition and structure of feeding of agricultural animals, which in turn determines the high productivity of livestock; the feed quality is determined on the basis of chemical composition, digestibility and their productive activity; to maximize economic impact and to stabilize the feeding of animals in the light of the impact of weather and climatic factors on the basis of quality and nutritional value of the feed, allows the use of optimization of economic and mathematical models; the optimization of diets considering the weather factors takes into account the balance of feeding according to chemical composition, nutritional value and energy value of feeds.