

# ИСКУССТВО СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ

**И. ПАНИН**, д-р тех. наук, **В. ГРЕЧИШНИКОВ**, **А. ПАНИН**, кандидаты с.-х. наук, **А. СЫРЬЕВ**, компания «КормоРесурс»

На предприятиях по производству кормов функция составления рационов возложена, как правило, на самых грамотных специалистов в этой области. В зарубежной практике таких специалистов называют «nutritionist», то есть «диетолог», однако этот термин только частично отображает круг решаемых ими задач.

При составлении рационов решается одновременно несколько физиологических, технологических и экономических задач: удовлетворение потребностей животных в питательных веществах; обеспечение требуемых показателей продуктивности; минимизация кормового бюджета; обеспечение максимальной рентабельности производства животноводческой продукции.

Рацион, удовлетворяющий этим требованиям, называется оптимальным, наилучшим.

Термины «оптимальный план», «оптимальное решение» вошли в наш обиход благодаря работам советского ученого, лауреата Нобелевской премии академика Л.В. Канторовича, который впервые создал математические методы планирования производства в условиях ограниченных ресурсов. Свои идеи он изложил в публикациях «Математические методы организации и планирования производства» (1939 г.) и «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов» (1942 г.). Эти идеи быстро нашли практическое применение. Под руководством Канторовича методы оптимизации использовались в первую очередь на оборонных советских предприятиях во время войны. В последующие годы разработанные им принципы оптимального планирования нашли свое применение во всех сферах человеческой деятельности.

Задача оптимизации рационов для животных является классическим приложением к указанным математическим методам. В настоящее время на рынке программного обеспечения существует большое количество программ оптимизации, и у специалистов возникает резонный вопрос: а в чем их различие?

Для самых простых случаев — для статических систем, характеризующихся постоянством требований к питательной ценности рационов, постоянством химического состава компонентов кормовых, постоянством цен на них, можно было бы один раз рассчитать по любой программе оптимальный рацион и всегда его применять. Однако в кормлении животных, наверное, нет ни одного постоянно-го фактора: все время совершенствуются методы селекции

животных, уточняются их потребности в питательных веществах, расширяется перечень нормируемых показателей, изменяются сроки выращивания, откорма, показатели продуктивности; в постоянной динамике находятся номенклатура и химический состав компонентов, цены на них; уточняются представления о переваримости питательных веществ в организме животных и т.д. Эти факторы приводят к необходимости постоянно вносить корректировки в исходные данные и пересчитывать рационы.

Как раз в возможности оперативно и объективно учитывать все изменения в кормлении и проявляются различия программ между собой. При оценке программ пользователь должен выяснить, насколько актуальны заложенные в них нормативы кормления, как они связаны с технологическими показателями выращивания и продуктивности, как оценивается питательная ценность компонентов, как оценивается экономическая эффективность кормления.

Для дальнейших рассуждений введем еще одно понятие — «кормовая программа». Под ней понимают совокупность рационов кормления конкретного вида или подвида животных на всех фазах его жизненного цикла (от рождения до убоя), то есть кормовая программа — это несколько логически связанных между собой рационов. Для современных производителей животноводческой продукции — глубоко интегрированных холдингов важно оптимизировать не отдельные рационы, а сразу всю кормовую программу, чтобы можно было проводить экономический анализ эффективности кормления.

В данной статье речь пойдет о возможностях программы «Корм Оптима». Эта программа эксплуатируется более чем на двух тысячах предприятий РФ, стран СНГ, Латвии, Литвы. Новая ее версия имеет ряд функций, которые не реализует ни одна отечественная или зарубежная программа. Сразу скажем, что программу оптимизации следует рассматривать как инструмент в руках специалиста. В опытных руках хороший инструмент позволяет уверенно достигать наилучших экономических показателей производства животноводческой продукции, и наоборот — даже в опытных руках плохой инструмент не позволит получить хороший результат.

До того момента, как будет нажата кнопка оптимизации, специалист должен решить для себя несколько важных вопросов: по каким нормативам кормить животных; как правильно оценить питательную ценность имеющегося в

наличии сырья; как спрогнозировать экономические результаты выбранной программы кормления.

Эти проблемы носят в большинстве случаев субъективный характер, не всегда хорошо формализуются, принятие решения по ним зависит от опыта и интуиции специалиста, но именно они определяют конечное решение. Современная программа оптимизации должна помогать специалисту в решении этих задач, и потому, насколько достоверны рекомендации программы, можно оценивать ее интеллектуальный уровень.

В связи с этим следует разделить на три части обсуждаемую тему, заявленную в заголовке статьи: искусство выбора нормативов кормления животных; искусство оценки питательной ценности кормовых компонентов; искусство прогнозирования экономических результатов кормления.

### ИСКУССТВО ВЫБОРА НОРМАТИВОВ КОРМЛЕНИЯ

Под нормативами кормления понимают количество питательных веществ, которое должно употребить животное в сутки, чтобы удовлетворить свои физиологические потребности на поддержание жизни и на образование заданного количества продукции. В вопросах нормирования кормления в расчет принимаются три взаимозависимых фактора: суточная потребность животного в питательных веществах, в том числе на образование продукции; количество корма, которое может потребить животное (часто выражается в количестве потребляемого сухого вещества); концентрация питательных веществ в корме. С ними связан и показатель уровня продуктивности.

В настоящее время в справочной литературе сформировались два подхода к нормированию кормления животных.

Первый подход базируется на использовании публикаций научной и справочной литературы по конкретным нормативам для определенных половозрастных групп животных. Наиболее характерный пример такого подхода — нормативы кормления птицы. Второй подход предполагает применение математических моделей, описывающих потребности животных в питательных веществах в зависимости от живой массы, показателей продуктивности и условий содержания. С помощью этих моделей специалист самостоятельно может рассчитать нормативы кормления на основании имеющихся у него исходных данных.

Собственно, и первый подход базируется на использовании математических моделей для расчета потребностей в питательных веществах, просто этот расчет проделали специалисты селекционного центра для определенных дискретных фаз жизненного цикла животных. Недостаток первого подхода состоит в том, что отсутствуют нормативы для произвольной фазы, отличающейся от дискретной, а достоинство его — в простоте и удобстве применения.

Задача разработчиков компьютерных программ заключается в обобщении отечественного и зарубежного научного опыта в нормировании кормления животных и в создании на этой основе такого инструмента, который позволяет специалистам быстро анализировать различные варианты кормления и выбирать наилучший с экономической точки зрения. Все модели нормированного кормления, действующие в программе «Корм Оптима», согласуются с подходами, принятыми в отечественных и зарубежных научных центрах.

В начале расчетов специалист выбирает набор показателей, необходимых и достаточных для описания потребности животных в питательных веществах. Чем меньше набор балансируемых показателей, тем проще составить рацион (и тем дешевле он будет), ведь каждый новый показатель является дополнительным ограничением и приводит к удорожанию рациона. В то же время чем меньше показателей, тем меньше и учитываемых физиологических факторов, влияющих на продуктивность, тем менее сбалансирован рацион, тем ниже продуктивность.

В большинстве случаев перечень показателей питательности для конкретных групп животных определен рекомендациями селекционно-генетических центров, научно-исследовательских учреждений. С точки зрения потребностей живого организма, все показатели питательности одинаково важны, однако энергии корма придается первостепенное значение при нормировании кормления всех видов животных. Это связано с характером реакции их организма на уровень поступающей энергии: при изменении ее концентрации в рационе изменяется количество потребления корма. По существу потребление энергии — это определяющий фактор уровня продуктивности, поскольку животные обнаруживают непрерывную отзывчивость на изменения в потреблении энергии.

Организм животных обладает резервом адаптации к количеству потребляемого корма. Максимальное количество сухого вещества (СВ), которое может потребить животное, определяется его обменной (живой) массой. Это выражается, например, для свиней следующей формулой:

$$СВ = 0,055 \cdot ЖМ - 0,00025 \cdot ЖМ^2.$$

Современные рекомендации по суточному потреблению сухого вещества являются оптимальными при заданной концентрации питательных веществ в корме, однако они не достигают максимальных значений. Это обстоятельство и предполагает возможность разработки нормативов кормления при различной концентрации энергии.

Например, в рекомендациях по кормлению некоторых кроссов птицы приводятся нормативы по содержанию обменной энергии и питательных веществ в комбикорме в зависимости от его суточного потребления.

Фрагмент таких нормативов для кур-несушек кросса Хай-Лайн коричневый на пике продуктивности приведен в таблице.

С энергией корма связаны все показатели питательности: нельзя изменить энергию корма, не затрагивая их.

Для сохранения сбалансированности рационов в программе «Корм Оптима» предусмотрена возможность оптимизации как по абсолютным значениям показателей питательности, так и по отношению их к обменной

энергии. Например, при рекомендуемом уровне обменной энергии в корме 285 ккал/100 г рекомендуемый уровень усвояемого лизина будет составлять 0,85%. В качестве нового ограничения можно установить отношение каждого показателя к обменной энергии. И в дальнейшем при любом ее значении соотношение показателей питательности к ней будет строго выполняться, что позволит сохранить сбалансированность корма.

Таким образом, программа обладает важным свойством: при изменении уровня энергии в корме автоматически корректируется концентрация остальных питательных веществ. Данная функция позволяет оценить рентабельность различных вариантов кормовых программ, отличающихся концентрацией энергии в корме либо количеством сухого вещества, которое должно потребить животное.

Из всех видов животных меньше всего проблем вызывает **нормирование кормления птицы**. Селекционные центры сопровождают свои кроссы детальными рекомендациями по содержанию и кормлению промышленных и родительских стад. В рекомендациях приводятся нормативы содержания сырых и переваримых питательных веществ, показатели выращивания и продуктивности.

В последнее время в научной литературе по кормлению птицы предлагается различать нормирование обменной энергии для кур-несушек и цыплят-бройлеров. Это связано с тем, что растущие и взрослые особи имеют различную способность к высвобождению энергии из одних и тех же кормовых компонентов.

В рекомендациях большинства селекционных центров пока нормируется только обменная энергия птицы, хотя в ряде источников (например, CVB) приводятся данные и для бройлеров: 285 ккал/100 г для возраста 0–2 недели, 301 ккал/100 г для возраста 3–4 недели, 301 ккал/100 г для возраста 5–6 недель. В справочнике показателей питательности программы «Корм Оптима» содержатся, в том числе, показатели «обменная энергия птицы», «обменная энергия несушек» и «обменная энергия бройлеров». Основная трудность при нормировании обменной энергии заключается в правильной оценке содержания энергии для бройлеров/несушек в кормовых средствах.

### Фрагмент нормативов кормления кур-несушек кросса Хай-Лайн на пике продуктивности в зависимости от суточного потребления корма

Показатель	Содержание в 100 г корма					
	88	93	98	103	108	113
<i>Потребление корма, г/день</i>						
Обменная энергия, ккал	278–291					
Лизин, %	1,03	0,98	0,93	0,88	0,84	0,80
Лизин усвояемый, %	0,94	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73
Сырой протеин, %	19,32	18,28	17,36	16,50	15,74	15,04
Кальций, %	4,77	4,52	4,29	4,08	3,89	3,72
Фосфор доступный, %	0,52	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41
Натрий, %	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16
Хлор, %	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16

В научной литературе **по нормированному кормлению свиней** нет такого единообразия в подходах, как в нормировании кормления птицы.

Анализ современных источников (NRC, INRA, DLG, CVB, Rostagno) выявил общие закономерности в вопросах нормирования кормления свиней, которые сводятся к следующему:

- для поросят-отъемышей, холостых и супоросных свиноматок в разных системах установлены практически одинаковые нормативы кормления;
- для свиней на откорме нормы кормления зависят от интенсивности откорма и рассчитываются по следующим показателям: времени откорма до определенной живой массы, потребности в усвояемом лизине на единицу прироста, энергии корма.

Например, суточная потребность в усвояемом лизине для растущих свиней выражается формулой:

$$\text{Лизин}_{\text{усв}} (\text{г/день}) = 0,036 \cdot \text{ЖМ}^{0,75} + (11,467 + 0,2505 \cdot \text{ЖМ} - 0,0016 \cdot \text{ЖМ}^2) \cdot \text{Привес},$$

где *ЖМ* — живая масса, кг.

На основании модели идеального протеина рассчитывается потребность в остальных усвояемых незаменимых аминокислотах. Потребность в сыром протеине рассчитывается по формулам для различного уровня продуктивности.

Например, для стандартной продуктивности потребность растущих свиней в сыром протеине выражается формулой:

$$\text{СП}_1 = (6167,0 - 25,523 \cdot X + 0,0393 \cdot X^2) / 1000,$$

где *СП<sub>1</sub>* — содержание сырого протеина (%) в 1 Мкал корма;  
*X* — средний по фазе вес животного, кг.

Содержание сырого протеина в рационе (*СП<sub>2</sub>*) вычисляется по формуле:

$$\text{СП}_2 = \text{СП}_1 \cdot \text{ОЭ},$$

где *ОЭ* — обменная энергия в корме, ккал/кг.



По аналогичным формулам определяются требования к другим питательным веществам.

В некоторых системах нормирования для растущих свиней принят одинаковый уровень обменной энергии в кормах — 3230 ккал/кг.

В работах В.Г. Рядникова для расчета потребности растущих свиней в обменной энергии предлагается следующая формула:

$$ОЭ (Мдж гол./сут) = 0,523 \cdot ЖМ^{0,75} + 0,0562 \cdot Ж + 0,0502 \cdot Б,$$

где  $ЖМ^{0,75}$  — метаболическая живая масса, кг;

$Ж$  — количество жира в среднесуточном приросте, г;

$Б$  — количество белка в среднесуточном приросте, г.

В его же работах приводятся графики по отложению жира и белка в среднесуточном приросте, которые позволяют получить значение обменной энергии для каждой фазы роста. Эти результаты хорошо коррелируют со значением 3230 ккал/кг, но все же они более детализированы, а значит, и более достоверны.

В программе «Корм Оптима» на основании изложенной методики пользователь может самостоятельно формировать различные варианты откорма свиней, задавая величину сдаточного веса и число дней откорма.

Программа рассчитывает потребность свиней в питательных веществах, суточный прирост живой массы, потребление корма и состав рационов. В рационах свиней, как и птицы, список нормируемых показателей также расширяется за счет применения наиболее детализированных энергетических показателей корма, а именно: вводятся показатели переваримой, обменной и чистой энергии растущих свиней, свиноматок и хряков. Потребность свиней в переваримой, обменной и чистой энергии связана соотношениями:

$$ОЭ = 0,96 \cdot ПЭ;$$

$$ЧЭ = (0,72 - 0,75) \cdot ОЭ.$$

**Нормирование рационов кормления крупного рогатого скота** представляет собой более сложную задачу по сравнению с составлением рационов для моногастричных животных. Рацион жвачных состоит как минимум из двух частей: концентрированных кормов и грубых и сочных кормов, которые технологически изготавливаются на разном оборудовании, и если смешиваются, то только перед дачей их животным, а могут скармливаться и отдельно.

Для жвачных характерен специфический перечень показателей питательной ценности, которые не всегда присутствуют в таблицах питательности кормов.

На современном этапе рационы для высокопродуктивных молочных коров балансируются по следующим показателям: обменная энергия, чистая энергия лактации; сырой протеин, расщепляемый в рубце протеин (РП), нерасщепляемый в рубце протеин (НРП), усваиваемый

в кишечнике протеин (пХР), баланс азота в рубце (NRB); сырая клетчатка, кислотно-детергентная клетчатка (ADF), нейтрально-детергентная клетчатка (NDF); сахар, общий крахмал, транзитный крахмал; кальций, фосфор, магний, натрий, баланс электролитов (DEB).

После ввода целевых показателей [масса животного, суточный удой, содержание белка и жира в молоке, день стельности и лактации, условия содержания (привязное или беспривязное), температура и влажность окружающей среды] производится расчет потребности животного в питательных веществах. В программе «Корм Оптима» расчет потребности в них КРС производится двумя методами: первый — с использованием справочного пособия «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных» (2003); второй — с использованием математических моделей потребности животных в питательных веществах.

В программе могут быть сформированы различные системы моделей. В частности, одна из систем разработана ведущими специалистами компании «Витасоль» и учеными Российского государственного аграрного университета — МСХА им. Тимирязева с нашим участием. Данная система моделей апробирована на многих животноводческих предприятиях. В 2011 г. она рекомендована к применению научно-техническим советом Минсельхоза России и включена в программу «Корм Оптима».

Например, расчет потребности молочных коров в чистой энергии лактации производится по формуле:

$$ЧЭЛ = 0,08 \cdot M^{0,75} + (0,0929 \cdot Z + 0,0547 \cdot BM + 0,192 \cdot (0,0395 \cdot LTZA)) \cdot V + 0,00045 \cdot R \cdot M + 0,0012 \cdot M + \frac{(0,00318 \cdot B - 0,00352) \cdot 0,0022 \cdot MT}{(0,218)},$$

где  $M^{0,75}$  — метаболическая (обменная) масса тела животного;

$Z$  — содержание жира в молоке, %;

$BM$  — содержание белка в молоке, %;

$LTZA$  — содержание лактозы в молоке, %;

$V$  — суточный удой, кг;

$R$  — расстояние, пройденное животным за день, км;

$B$  — сроки стельности, дни;

$MT$  — масса теленка, кг (этот показатель учитывается в период со 190 по 279 день стельности, в остальные периоды он принимается равным 0);

$0,0012 \cdot M$  — слагаемое которое учитывает затраты энергии на поиск корма в пастбищный период.

В заключение первой части статьи сделаем выводы:

- в базе данных программы «Корм Оптима» содержатся современные справочные сведения по нормам кормления животных;
- в программе заложены модели формирования нормативов кормления на основании собственных исходных данных;
- специалист может изменять концентрацию содержания энергии рациона, сохраняя его сбалансированность. ■

Продолжение в следующем номере.