

Ольга ЛЁВКИНА

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь
e-mail: levkina.1986@mail.ru*

УДК 636.085

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2024-9-69-78>

Методика сравнительной оценки высокобелковых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы

Особенностью предложенной методики является включение в состав критериев оценки показателей, которые характеризуют биологическую ценность белка (содержание конвертируемого в животноводческую продукцию белка, нерасщепляемого протеина) и его стоимость. Аprobация методики позволила построить рейтинг наиболее предпочтительных кормов для каждого вида сельскохозяйственных животных и птицы как с позиции удовлетворения их физиологической потребности в питательных веществах, так и с учетом необходимости сокращения затрат на производство.

Ключевые слова: высокобелковый корм, растительный белок, рацион животных и птицы, критерии сравнительной оценки кормов.

Olga LYOVKINA

*Belarusian State Agricultural Academy,
Gorki, Republic of Belarus
e-mail: levkina.1986@mail.ru*

Methodology for comparative evaluation of high-protein feed for farm animals and poultry

The peculiarity of the proposed methodology is the inclusion in the evaluation criteria of indicators that characterise the biological value of protein (content of protein convertible into animal products, non-degradable protein) and its cost. Approbation of the methodology made it possible to build a rating of the most preferable forages for each type of farm animals and poultry both from the position of satisfying their physiological needs in nutrients and taking into account the need to reduce production costs.

Keywords: high-protein feed, vegetable protein, animal and poultry diets, criteria for comparative feed evaluation.

Введение

Устойчивое развитие агропромышленного комплекса Беларуси зависит от наращивания объемов производства и реализации конкурентоспособной животноводческой продукции. Важную роль в увеличении выпуска и повышении эффективности отрасли играет полноценное и сбалансированное кормление животных.

© Лёвкина О., 2024

Ввиду того что на долю кормов приходится наибольший удельный вес в структуре затрат на производство животноводческой продукции, актуальна проблема поиска резервов удешевления рационов животных при условии соблюдения их сбалансированности по питательным веществам. В связи с этим первоочередными задачами являются оптимизация объемов производства высокобелковых кормов, используемых при изготовлении комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы, и сокращение затрат на приобретение импортных составляющих их рецептуры.

Для их решения нами разработана методика сравнительной экономической оценки компонентов комбикормов с повышенным содержанием белка. Ее применение позволит выявить наиболее перспективные как с позиции удовлетворения физиологических потребностей животных, так и с экономической точки зрения и может быть положено в основу оптимизации объемов производства кормов и импортных закупок [1].

Материалы и методы

Теоретической основой исследования послужили разработки отечественных и зарубежных ученых в области оценки кормов и составления рационов сельскохозяйственных животных и птицы.

Применялись следующие методы: монографический, абстрактно-логический, аналитический.

Основная часть

Исследования показывают, что проводить сравнительную оценку высокобелковых кормов следует отдельно для разных видов животных, в рационах кормления которых предполагается их использование (для птицы, свиней, крупного рогатого скота, высокопродуктивных коров). Это обусловлено тем, что у них существенно отличается потребность в питательных веществах, а также степень их усвояемости, поэтому анализируемые качественные параметры кормов также должны иметь различия [1].

Рационы животных и птицы нормируются по широкому комплексу показателей, в числе которых принято выделять содержание обменной энергии, протеина, незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов, клетчатки и др. Однако, по нашему мнению, наибольший интерес представляет содержание полноценного протеина.

В ходе исследования было установлено, что для оценки качества белка, содержащегося в различных кормах, нет единого подхода. В литературе описывается множество методов, условно разделяемых на биологические и химические. Первые предусматривают расчет коэффициента эффективности белка путем деления прироста живой массы животных на количество потребленного белка.

Однако ввиду сложности и трудоемкости расчета применение этих методов на практике затруднительно. Наиболее распространены химические, основанные на анализе аминокислотного состава белков [2, 3].

Для оценки его сбалансированности Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) было введено понятие «идеального белка», в котором признано эталонным содержание четырех незаменимых аминокислот: лизина, триптофана и суммы метионина и цистина. Питательная ценность может быть охарактеризована с помощью такого показателя, как аминокислотный скор – отношение содержания определенной аминокислоты в исследуемом продукте к той же – в идеальном белке. Количество каждой незаменимой аминокислоты в идеальном белке принимают за 100 %, а в исследуемом – определяют процент соответствия. В результате находят незаменимую аминокислоту с наименьшим скором и называют ее первой лимитирующей аминокислотой исследуемого белка. Чем ниже аминокислотный скор лимитирующей аминокислоты, тем ниже степень биологической полноценности белка [3], так как известно, что все незаменимые аминокислоты усваиваются животными только на уровне лимитирующей. Аминокислоты, содержащиеся в избытке, остаются неутрализованными и не используются животными на пластические нужды.

Таким образом, на основе аминокислотного скор можно рассчитать процент содержания в корме конвертируемого в животноводческую продукцию белка. Этот показатель может быть использован для оценки высокобелковых кормов для птицы и свиней, так как для них научно обосновано соотношение незаменимых аминокислот в идеальном белке (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Аминокислотный состав идеального белка

Аминокислота	Для свиней		Для птицы			
			яичных кроссов		мясных кроссов	
	г/100 г белка	лизин = 100	г/100 г белка	лизин = 100	г/100 г белка	лизин = 100
Лизин	7,1	100	7,0	100	7,2	100
Метионин	2,3	32	3,2	46	2,5	35
Триптофан	1,3	18	1,5	22	1,4	19
Треонин	4,6	65	4,9	70	5,4	75

П р и м е ч а н и е. Составлена по [4].

Для определения содержания конвертируемого протеина для птицы следует использовать следующую формулу:

$$K_{к.п(пт)} = K_{с.п} C_{min(пт)}, \quad (1)$$

где $K_{к.п(пт)}$ – содержание конвертируемого протеина для птицы, %; $K_{с.п}$ – содержание сырого протеина, %; $C_{min(пт)}$ – минимальный аминокислотный скор протеина для птицы.

Для определения процента содержания конвертируемого протеина для свиней формулу (1) требуется видоизменить. Это обусловлено отличием соотношения аминокислот в идеальном белке для свиней и птицы, а также необходимостью балансирования рационов свиней по переваримому, а не по сырому протеину.

$$K_{к.п(св)} = K_{п.п} C_{min(св)}, \quad (2)$$

где $K_{к.п(св)}$ – содержание конвертируемого протеина для свиней, %; $K_{п.п}$ – содержание переваримого протеина, %; $C_{min(св)}$ – минимальный аминокислотный скор протеина для свиней.

При рассмотрении требований к рационам кормления коров следует отметить, что в настоящее время применяются нормы, базирующиеся на показателях содержания сырого и переваримого протеина. Однако они не в полной мере отражают процессы, происходящие с белком корма в рубце животных. Во многих странах наряду с переваримостью протеина учитывают его расщепляемость. Известно, что протеин, содержащийся в различных кормах, может быть легко расщепляемым или защищенным от распада в рубце (нерасщепляемым). Доказано, что первый практически не усваивается животными, а превращается в аммиак и выводится из организма животного, не участвуя в синтезе белков тела и продукции. При этом важно, что поступление в кровь животного большого количества аммиака способно нарушить функцию печени и даже привести к отравлению. Поэтому использование кормов с содержанием легко расщепляемого протеина в рационах коров является нецелесообразным с экономической точки зрения.

Нерасщепляемый протеин усваивается животными на 92–95 %. Включение в рационы высокопродуктивных коров кормов с большим количеством защищенного от распада в рубце белка способствует повышению удоев и позволяет увеличить срок хозяйственного использования животных [5, 6]. Следовательно, при оценке кормов для них следует учитывать количество нерасщепляемого протеина.

Помимо упомянутых показателей, характеризующих качество белка, необходимо учесть также содержание в кормах незаменимых аминокислот, по которым нормируются рационы животных и птицы, а также степень их усвояемости. Это обусловлено значимостью балансирования аминокислотного состава всего рациона, а не его компонентов. Для птицы важно оценить количество лизина, метионина в сумме с цистином, триптофана и треонина, а для свиней – лизина и метионина с цистином. Потребность в остальных аминокислотах практически всегда удовлетворяется за счет других кормов. В рационах коров со средней продуктивностью не балансируют содержание аминокислот, так как их необходимое количество синтезируется в рубце. Однако в кормлении высокопродуктивных со среднегодовым удоем свыше 5 тыс. кг молока лимитирующими аминокислотами являются лизин и метионин [7], вследствие чего требуется

обеспечить дополнительные источники их поступления и учитывать процент их количества в кормах при их сравнительной оценке.

Исследования показали, что в качестве критериев сравнения кормов следует использовать также показатели содержания в них основных макроэлементов. Для птицы наиболее важными из них являются кальций, фосфор и натрий. При этом важно отметить, что потребность в двух первых у кур достаточно высокая, тогда как излишнее употребление натрия может привести к негативным последствиям или даже смерти птицы. При оценке кормов для свиней и крупного рогатого скота следует учесть показатели содержания в них кальция и доступного фосфора [7].

Кроме качественных параметров высокобелковых кормов целесообразно учитывать и их стоимостные характеристики. Разные виды кормов для птицы следует сравнивать по цене 1 т сырого протеина, для свиней и КРС – переваримого с учетом его усвояемости животными, для высокопродуктивных коров – нерасщепляемого.

Таким образом, для оценки кормов нами обоснована система частных критериев. Ввиду того что они имеют разную размерность, предлагаем привести их в пригодный для сравнения вид и вычислять нормированные значения критериев путем соотношения фактических с установленными целевыми. Поскольку не все критерии имеют одинаковую направленность, для расчета их нормированных значений могут быть использованы формулы (3) и (4). Выбирать следует ту, в которой рост показателя соответствует улучшению параметра оцениваемого кормового продукта.

$$K_{i\text{норм}} = \frac{K_i}{K_i^{\text{цел}}} \quad (3)$$

или

$$K_{i\text{норм}} = \frac{K_i^{\text{цел}}}{K_i}, \quad (4)$$

где $K_{i\text{норм}}$ – нормированное значение i -го критерия; K_i – фактическое значение i -го критерия; $K_i^{\text{цел}}$ – целевое значение i -го критерия.

В основу расчета интегрального показателя, который позволит дать обобщенную рейтинговую оценку различным видам высокобелковых кормов, положена формула евклидова расстояния (5) [1]. При этом необходимо установить весомость выбранных критериев оценки с помощью метода экспертных оценок.

$$K_{\text{эф}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n a_i (1 - K_{i\text{норм}})^2}, \quad (5)$$

где $K_{\text{эф}}$ – интегральный показатель оценки высокобелкового корма; n – количество критериев оценки кормов; a_i – коэффициент значимости (весомость) i -го критерия.

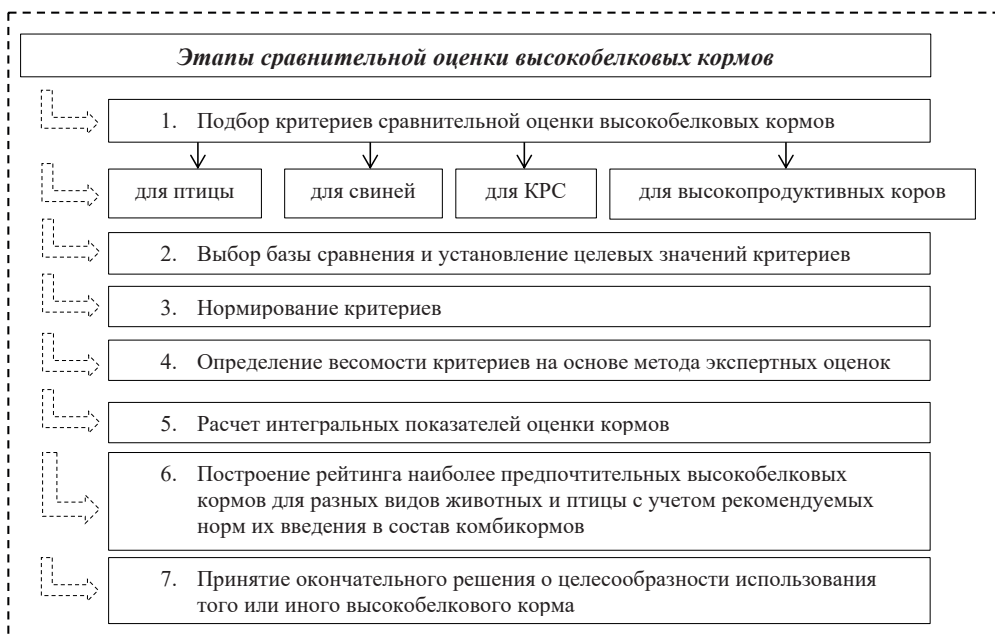


Рис. 1. Этапы сравнительной оценки высокобелковых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы

Самым эффективным высокобелковый корм будет при минимуме интегрального показателя, что обусловлено его наименьшим отклонением от целевых (эталонных) значений выбранных критериев оценки.

В рамках апробации предложенной методики (рис. 1) была проведена сравнительная оценка компонентов, наиболее часто используемых в составе комбикормов.

На первом этапе подбираются критерии оценки, дифференцируемые по видам животных, в рационах которых предполагается использование корма, и устанавливаются их значения. Затем определяются целевые значения критериев – наилучшие среди исследуемых кормов. Далее экспертным путем устанавливается весомость критериев (коэффициентов значимости) и рассчитываются значения интегральных показателей оценки кормов (табл. 2–4).

Расчеты выявили, что наиболее эффективным высокобелковым компонентом комбикормов для коров является соевый шрот, о чем свидетельствует минимальное значение (среди исследуемых кормов) интегрального показателя оценки. При этом следует отметить, что рапсовый шрот приближается к соевому, что говорит об их взаимозаменяемости, но при использовании для высокопродуктивных коров существенно ему уступает. Подсолнечный шрот и горох являются наименее предпочтительными составляющими комбикормов для высокоудойных коров ввиду низкого содержания нерасщепляемого протеина.

Т а б л и ц а 2. Критерии оценки высокобелковых кормов для КРС

Критерий	Весомость критерия	Компоненты комбикормов					Целевое значение критерия
		Горох	Шрот			Дрожжи кормовые	
			рапсовый	соевый	подсолнечный		
Коровы							
Содержание: переваримого КРС протеина, %	0,4	17,88	27,97	41,86	32,00	33,53	41,86
кальция, %	0,1	0,14	0,70	0,39	0,30	0,53	0,70
фосфора, %	0,1	0,15	0,36	0,26	0,40	1,24	1,24
Стоимость переваримого КРС протеина, бел. руб/т	0,4	3020	4019	3966	3456	2162	2162
Интегральный показатель	×	0,691	0,458	0,448	0,507	0,649	×
Высокопродуктивные коровы							
Содержание: нерасщепляемого протеина, г	0,25	43,6	75,6	153,7	48,1	45,5	153,7
лизина, %	0,17	1,52	1,91	2,97	1,43	2,80	2,97
метионина, %	0,17	0,20	0,89	1,35	0,94	0,41	1,35
кальция, %	0,08	0,14	0,70	0,39	0,30	0,53	0,70
фосфора доступного, %	0,08	0,15	0,36	0,26	0,40	1,24	1,24
Стоимость* нерасщепляемого протеина, бел. руб/т	0,25	12385	14868	10800	22994	19890	10800
Интегральный показатель	×	0,640	0,406	0,256	0,559	0,514	×

* Расчеты произведены в ценах 2022 г.

П р и м е ч а н и е. Составлена по [8, 9].

Т а б л и ц а 3. Критерии оценки высокобелковых кормов для птицы

Критерий	Весомость критерия	Компоненты комбикормов					Целевое значение критерия	
		Горох	Шрот			Рыбная мука		Кормовые дрожжи
			рапсовый	соевый	подсолнечный			
Содержание: конвертируемого протеина: для птицы яичных кроссов, г/100 г белка	0,10	7,60	21,11	22,80	14,44	42,86	12,80	42,86
птицы мясных кроссов, г/100 г белка	0,10	6,67	21,71	20,00	14,86	40,00	11,23	40,00
лизина, %	0,20	1,25	1,52	2,58	1,04	4,86	2,13	4,86
метионина + цистина, %	0,20	0,38	1,30	1,14	1,09	2,56	0,64	2,56
триптофана, %	0,08	0,13	0,33	0,54	0,43	0,60	0,42	0,60

Критерий	Весомость критерия	Компоненты комбикормов						Целевое значение критерия						
		Горох	Шрот			Рыбная мука	Кормовые дрожжи							
			рапсовый	соевый	подсолнечный									
треонина, %	0,08	0,64	1,24	1,54	1,14	2,58	1,72	2,58						
кальция, %	0,04	0,14	0,70	0,39	0,30	4,00	0,53	4,00						
фосфора доступного, %	0,04	0,15	0,36	0,26	0,40	2,25	1,24	2,25						
натрия, %	0,06	0,03	0,07	0,05	0,08	1,38	0,16	0,03						
Стоимость сырого протеина, бел. руб/т	0,20	2647	3375	3609	2765	5897	2186	2186						
Интегральный показатель оценки кормов:	×							×						
для кур яичных кроссов									0,704	0,553	0,496	0,599	0,370	0,564
кур мясных кроссов									0,705	0,549	0,499	0,595	0,370	0,567

Примечание. Составлена по [8, 9].

По данным табл. 3 видно, что более эффективной составляющей комбикормов для птицы является рыбная мука, среди кормов растительного происхождения – соевый шрот. Интегральные показатели рапсового и подсолнечного шротов превышают значение показателя соевого, что свидетельствует о их большем отклонении от эталонных значений критериев оценки. Кроме того, следует отметить существенные отличия в нормах ввода этих компонентов в состав комбикорма. Так, рапсовый шрот может быть добавлен только для кур яичных кроссов в количестве 3 %, в рационах цыплят-бройлеров его не используют. Подсолнечный шрот в комбикорме цыплят-бройлеров не должен превышать 5 %, кур яичных кроссов – 20 %, в то время как соевый – от 15 до 30 % объема комбикорма для вышеуказанных групп.

Таблица 4. Критерии оценки высокобелковых кормов для свиней

Критерий	Весомость критерия	Компоненты комбикормов						Целевое значение критерия
		Горох	Шрот			Рыбная мука	Кормовые дрожжи	
			рапсовый	соевый	подсолнечный			
Содержание:								
конвертируемого протеина, г/100 г белка	0,15	4,05	13,51	24,64	12,93	30,99	11,83	30,99
лизина, %	0,25	1,39	1,37	2,58	1,08	4,64	2,52	4,64
метионина + цистина, %	0,25	0,28	1,21	1,15	1,41	2,33	0,71	2,33
кальция, %	0,05	0,14	0,70	0,39	0,30	4,00	0,53	4,00
фосфора доступного, %	0,05	0,15	0,36	0,26	0,40	2,25	1,24	2,25
Стоимость переваримого свињями протеина, бел. руб/т	0,25	2798	4822	4010	3252	7319	3123	2798
Интегральный показатель	×	0,708	0,586	0,472	0,564	0,309	0,530	×

Примечание. Составлена по [8, 9].

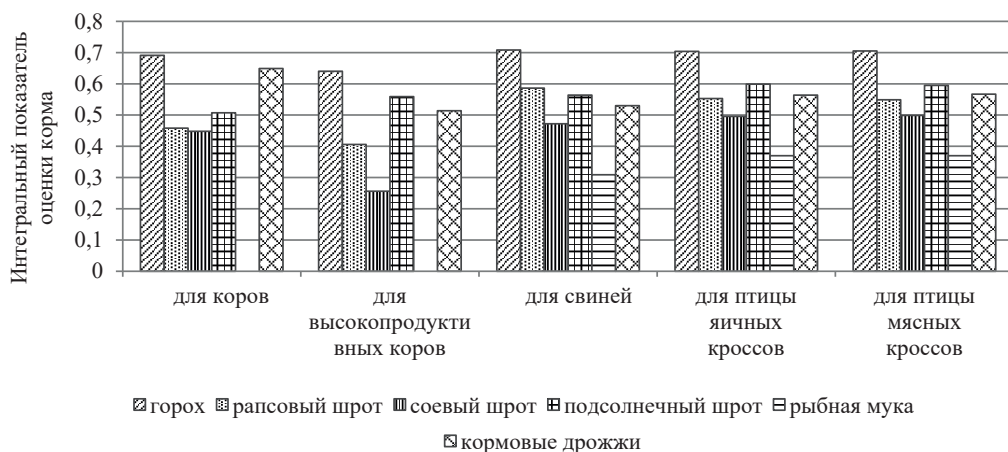


Рис. 2. Рейтинг наиболее предпочтительных высокобелковых компонентов комбикормов

Оценка высокобелковых составляющих полнорационных комбикормов для свиней показала, что рыбная мука и соевый шрот также являются более эффективными. Сравнивая между собой только рапсовый и подсолнечный шроты, следует отметить, что последний использовать предпочтительнее. Изучение норм ввода этих компонентов показало, что в комбикормах для поросят, ремонтного молодняка и свиней на откорме доля рапсового шрота не должна превышать 5–6 %, соевого – 20 %, подсолнечного – 15 % [7].

Расчеты позволили составить рейтинг наиболее эффективных белковых компонентов комбикормов (рис. 2) [1].

Исследование показало, что несмотря на значительную цену, соевый шрот среди высокобелковых кормов растительного происхождения является наиболее предпочтительным. Его стоимость компенсируется повышенным содержанием протеина, наилучшим образом сбалансированного по аминокислотному составу.

Заключение

Результаты апробации методики сравнительной оценки высокобелковых кормов для сельскохозяйственных животных и птицы свидетельствуют о том, что соевый шрот ввиду большого содержания конвертируемого в животноводческую продукцию белка (для птицы и свиней) и нерасщепляемого протеина (для высокопродуктивных коров) имеет преимущество по сравнению с рапсовым и подсолнечным даже несмотря на значительную стоимость [1]. В связи с этим производителям животноводческой продукции при выборе высокобелковых компонентов комбикормов следует учитывать не только уровень цен, но и качество содержащегося белка, что позволит увеличить продуктивность животных и эффективность хозяйственной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лёвкина, О. В. Организационно-методическое обеспечение эффективного производства и переработки сои в Республике Беларусь: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / О. В. Лёвкина. – Горки, 2022. – 238 л.
2. Кукреш, Л. В. Оценка белка зернобобовых культур по аминокислотному составу / Л. В. Кукреш, И. В. Рышкель // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2008. – № 1. – С. 36–40.
3. Зверев, С. Оценка качества белка бобовых культур / С. Зверев, М. Никитина // Комбикорма. – 2017. – № 4. – С. 37–41.
4. Рядчиков, В. Идеальный белок в рационах свиней и птицы / В. Рядчиков, М. Омаров, С. Полежаев // Животноводство России. – 2010. – № 2. – С. 49–51.
5. Разумовский, Н. П. Протеин для коров / Н. П. Разумовский // Наше сел. хоз-во. – 2019. – № 10. – С. 30–34.
6. Лапотко, А. Доступный белок для дойных коров / А. Лапотко // Белорус. сел. хоз-во. – 2015. – № 11. – С. 41–45.
7. Лёвкина, О. В. Оценка конкурентоспособности соевого шрота при использовании его в рационах различных видов сельскохозяйственных животных и птицы / О. В. Лёвкина // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 1. – С. 28–33.
8. Классификатор сырья и продукции комбикормового производства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Департамент по хлебопродуктам. – Минск, 2006. – 159 с.
9. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.

Поступила в редакцию 18.07.2024

Сведения об авторе

Лёвкина Ольга Владимировна – доцент кафедры маркетинга, кандидат экономических наук

Information about the author

Lyovkina Olga Vladimirovna – Associate Professor of the Marketing Department, Candidate of Economic Sciences