

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ КОМБИКОРМА ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРС

КИБКАЛО Илья Анатольевич, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

КАМЕНЕВА Ольга Борисовна, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

ЛАРИНА Татьяна Витальевна, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

ЕРОХИНА Анна Викторовна, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

ЧЕРНЫХ Тамара Николаевна, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

КАЛИНИН Юрий Александрович, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

ОРЕХОВА Людмила Анатольевна, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

54

Проведены исследования по разработке рецептов концентрированных кормов для молодняка крупного рогатого скота от 6 до 18 месяцев. Произведен расчет энергетической эффективности образцов комбикорма. Выявлено влияние процентного содержания компонентов комбикорма на показатели его энергетической эффективности.

Введение. Обеспеченность животных энергией является одним из основных факторов, определяющих уровень их продуктивности. Поэтому в организации полноценного кормления крупного рогатого скота следует уделять внимание сочным и объемистым кормам, которые формируют правильное развитие желудочно-кишечного тракта животных [6, 9, 11]. В зависимости от запланированной продуктивности животных подкармливают комбикормами-концентратами. Концентрированные комбикорма на основе зернофуражных культур предназначаются для скармливания животным в составе рационов в дополнение к грубым и сочным кормам, компенсируя недостаток энергии, протеина, аминокислот, жира, минеральных веществ, витаминов в основных кормах. В отличие от полнорационных кормов концентрированные содержат увеличенную долю протеинов, минералов, витаминов и клетчатки. Они не предназначены для того, чтобы заменить другие виды пищи, а являются лишь добавкой к ней, своеобразной подкормкой, которая призвана улучшить рост животного и укрепить его иммунитет [13].

Для производства конкурентоспособных концентрированных кормов необходим поиск доступных для данной зоны земледелия видов сырья. В климатических условиях зоны

сухих степей Нижнего Поволжья таким актуальным сырьём может быть зерновое сорго. Являясь ценной кормовой культурой, по своему составу и питательности сорго близко к кукурузе, но несколько богаче протеином и беднее жиром. В 1 кг зерна сорго в среднем содержится 1,19 корм. ед., 10,8–12,4 МДж обменной энергии и 85 г переваримого протеина [2, 3, 7, 8].

В процессе производства комбикормов, при замене одних видов сырья другими должны быть учтены следующие правила: взаимозаменяемыми могут быть только компоненты, сходные по питательности и минеральному составу; отношение количества заменяемого компонента к количеству вводимого должно быть 1:1; при замене одного компонента на другой необходимо выдержать предельные нормы введения в комбикорм сырья, полученного из одного зерна, учитывать максимальные нормы ввода компонента для данного вида животных [12].

Цель исследований – составить варианты комбикормовых смесей с заменой различной доли традиционных зерновых культур зерном сорго. На основе данных биохимического анализа рассчитать энергетическую эффективность экспериментальных образцов комбикорма, а также влияние на энергетические показатели содержания компонентов комбикормовых смесей.





Методика исследований. Экспериментальные комбикорма-концентраты для молодняка КРС (с 6 до 18 мес.) были получены путем грубого помола зерна и семян следующих культур: пшеницы озимой (сорт Касатка), ячменя (сорт Нутанс 553), кукурузы (сорт РНИИСК), сорго зернового (сорт Аванс), тритикале (сорт Орлик), нута (сорт Бонус), сои (сорт Марина), чины (сорт Мраморная), амаранта (сорт Полет), а также жмыха подсолнечного. Вместе с этим в комбикорма-концентраты добавляли соль (1%), мел (1%), премикс – углеводно-минерально-витаминный кормовой концентрат для телят «Фелуцен» (1%).

Рецепты комбикормов разработаны на основе современных научных данных потребности организма животного с учетом его вида и возраста. Составленные рецепты соответствуют комбикормам марки КК-63 по ГОСТ 9268–2015. Комбикорма марки КК-63 используются в составе рациона молодняка жвачных, после завершения формирования рубцового пищеварения с возраста более 120 дней и заканчивается откормом или переводом животных в группу телок [1, 10].

Всего составлено и оценено 30 вариантов смесей комбикормов-концентратов. Во всех вариантах содержание зерновых компонентов составляет 70 % (пшеница, ячмень, сорго, кукуруза), зернобобовых культур (нут, соя, чина) – 2–12 %, жмыха подсолнечного – 15–20 % (табл. 1).

В вариантах комбикормов-концентратов 1–5 и 21–25 предусматривается снижение содержания пшеницы озимой от 50 до 10 % за счет повышения содержания сорго от 0 до 40 %, а зернобобовых культур – до 12 %. В вариантах 6–10 и 26–30 предусматривается снижение содержания кукурузы от 50 до 10 % за счет повышения содержания сорго от 0 до 40 %, а зернобобовых культур – до 12 %. Для вариантов 11–15 и 16–20 предлагается замещение зерна ячменя от 50 до 10 % сорго зерновым от 0 до 40 %, с разным соотношением вводимых зернобобовых – 12 и 7 % соответственно.

Показатели энергетической ценности комбикорма рассчитывали по данным биохимического анализа содержания сырых питательных веществ согласно известных формул: ОЭ – обменная энергия [5], ВЭ – валовая энергия [3], КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности [3], а также ЭКЕ – энергетические кормовые единицы [10]. Биохимический состав комбикормов анализировали на инфракрасном анализаторе SpectraStar XT-1.

Статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [4] с использованием программы Agros версии 2.09 статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции.

Результаты исследований. Для 30 вариантов экспериментальных концентрированных кормов, различающихся по компонентному составу и долевого составу компонентов, рассчитаны следующие показатели: валовая энергия (ВЭ), обменная энергия (ОЭ), энергетические кормовые единицы (ЭКЕ), коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ), табл. 2.

Получена следующая вариабельность по опыту основных биохимических составляющих и расчетных критериев энергоёмкости корма (табл. 3).

Полученные данные свидетельствуют о том, что комбикормовые смеси в наибольшей степени различаются по содержанию сырой клетчатки и сырому жиру. Из расчетных показателей наиболее вариабельной по опыту оказалась обменная энергия. По данным корреляционного анализа, с расчетными показателями энергетической ценности образцов оказались достоверно связаны как отдельные биохимические критерии, так и процентные соотношения компонентов смесей, что в данном опыте можно рассматривать как прямое влияние одних на другие (табл. 4).

С увеличением показателя обменной энергии в корме и с коэффициентом энергетической эффективности в наибольшей степени оказалась связанной суммарная процентная доля в корме сорго зернового, кукурузы и сои (добавление к ней процентного содержания нута не привело к каким-либо изменениям). Тесная сопряженность высокого уровня обнаруживается и у суммарной процентной доли сорго и кукурузы, также при высоком влиянии на коэффициент энергетической эффективности корма.

Из отдельно взятых компонентов только процентное содержание сои и сорго положительно и значимо влияло на величину обменной энергии. Её взаимосвязь с другими компонентами либо статистически не доказывалась, либо отдельные из них (чина, ячмень, суммарная процентная доля колосовых зерновых) отрицательно влияли на энергетическую ценность концентрированного корма. В целом у зернобобовых культур заметна тенденция положительного влияния на потенциал корма по величине валовой энергии при проблемной реализации этого потенциала. Лучше других проявила себя соя. Чина явилась исключени-

Показатели энергетической эффективности экспериментальных комбикормов-концентратов (2019 г.)

Вариант концентрированного корма	Валовая энергия, МДж/кг	Обменная энергия, МДж/кг	Коэффициент энергетической эффективности	ЭЖЕ
1	18,84	13,56	71,98	1,36
2	18,78	13,59	72,36	1,36
3	18,89	13,85	73,32	1,39
4	18,89	13,77	72,30	1,38
5	18,58	13,29	71,53	1,33
6	18,80	13,58	72,23	1,36
7	18,96	13,72	72,36	1,37
8	18,85	13,86	73,53	1,39
9	18,79	13,71	73,00	1,37
10	18,75	13,57	72,37	1,36
11	18,40	13,33	72,45	1,33
12	18,41	13,32	72,35	1,33
13	18,70	13,58	72,62	1,36
14	18,83	13,73	72,92	1,37
15	18,51	13,27	71,69	1,33
16	18,48	13,29	71,92	1,33
17	18,55	13,37	72,08	1,34
18	18,51	13,36	72,18	1,34
19	18,84	13,77	73,09	1,38
20	18,50	13,21	71,41	1,32
21	18,46	13,30	72,05	1,33
22	18,45	13,30	72,09	1,33
23	18,47	13,31	72,06	1,33
24	18,60	13,35	71,77	1,34
25	18,47	13,19	71,41	1,32
26	18,61	13,42	72,11	1,34
27	18,58	13,43	72,28	1,34
28	18,57	13,45	72,43	1,35
29	18,52	13,39	72,30	1,34
30	18,49	13,42	72,58	1,34

ем, негативно влияя на величину валовой и обменной энергии.

Исходя из формул расчета энергетической составляющей и биохимического состава компонентов смесей, очевидно, что лимитирующим фактором энергетической ценности корма является соотношение сырого жира с другими питательными веществами. Именно поэтому компоненты смесей с минимальным содержанием сырого жира отрицательно вли-

яют на энергетический потенциал комбикорма в целом. Только содержание сырого жира существенно влияло на все три расчетные величины энергетической ценности кормосмесей в целом (табл. 5).

Таким образом, если минимизировать набор показателей для подбора компонентов комбикормов с целью увеличения их энергетического потенциала, то следует обращать внимание именно на содержание сырого жира.



**Варьирование биохимических показателей и критериев энергетической ценности
экспериментальных концентрированных кормов (2019 г.)**

Показатели	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка	БЭВ	ВЭ	ОЭ	КЭЭ
Фактические пределы варьирования	19,33–21,95	2,83–5,03	4,95–6,43	2,57–6,23	63,21–67,49	18,40–18,96	13,21–3,86	71,41–73,53
Амплитуда колебания признака	2,69	2,20	1,48	3,66	4,46	0,56	0,65	2,12
Доля от средней по опыту, %	13,25	55,14	25,74	80,62	6,82	3,10	4,82	2,97
C_v	3,34	15,81	6,43	16,72	1,60	0,92	1,47	0,73

Примечание: C_v – коэффициент вариации; БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества.

Таблица 4

**Влияние процентного содержания компонентов концентрированных кормов
на величины критериев их энергетической ценности (2019 г.)**

Компонент	Коэффициент корреляции		
	ВЭ	ОЭ	КЭЭ
Пшеница	ns	ns	-0,40*
Кукуруза	ns	ns	ns
Нут	0,50*	ns	ns
Все бобовые	0,40*	ns	ns
Колосовые зерновые	-0,38*	-0,61*	-0,65*
Чина	-0,63*	-0,51*	ns
Ячмень	-0,42*	-0,47*	-0,35*
Сорго	ns	0,54*	0,62*
Соя	0,69*	0,61*	0,37*
Соя + Нут	0,69*	0,55*	ns
Сорго + Кукуруза	0,59*	0,68*	0,69*
Сорго + Кукуруза + Соя	0,59*	0,76*	0,69*
Сорго + Кукуруза + Соя + Нут	0,62*	0,76*	0,65*

Примечание: ns – несущественность взаимосвязи; * взаимосвязь статистически доказана (здесь и далее).

Таблица 5

**Взаимосвязь (r) биохимических компонентов с биоэнергетическими показателями
концентрированных кормов (2019 г.)**

Компонент	Коэффициент корреляции		
	ВЭ	ОЭ	КЭЭ
Протеин	ns	ns	-0,43*
Жир	0,79*	0,93*	0,69*
Зола	-0,57*	-0,55*	ns
Клетчатка	-0,66*	-0,84*	-0,71*
БЭВ	ns	ns	0,40*



Оценка исходных компонентов концентрированных кормов по энергетическим показателям (в порядке убывания обменной энергии), 2019 г.

Компонент	Валовая энергия, МДж	КЭЭ	ОЭ, МДж	Сырой жир, %
Соя (сорт Марина)	22,65	65,71	14,87	17,18
Кукуруза (РНИИСК)	19,03	72,89	13,87	5,06
Амарант	22,7	60,71	13,78	5,98
Сорго (Аванс)	18,68	73,22	13,67	3,14
Нут (Бонус)	19,41	70,17	13,62	5,32
Тритикале (Орлик)	18,21	72,82	13,26	0,85
Пшеница (Касатка)	18,28	72,16	13,19	0,92
Ячмень	18,02	72,35	13,04	0,18
Чина (Мраморная)	18,46	66,18	12,23	0,28
Жмых подсолнечный	18,72	63,57	11,09	3,21

Таблица 7

Взаимосвязь (r) показателей биоэнергетической эффективности в концентрированных кормах и их компонентах (2019 г.)

Биоэнергетический показатель	Обменная энергия		Коэффициент энергетической эффективности	
	компоненты	смеси	компоненты	смеси
Валовая энергия	0,57	0,79*	-0,68*	0,44*
Обменная энергия	1	1	0,21	0,85*

Анализ данных комбикормов подтвердили и расчеты по отдельным компонентам смесей (табл. 6). Из данных табл. 6 следует очевидное соответствие между показателями обменной энергии и содержанием сырого жира ($r = 0,65^*$). Отдельные исключения обусловлены влиянием других питательных веществ (протеин, клетчатка, зола). Так, энергетическую ценность подсолнечного жмыха в значительной степени снижает высокое содержание в нем клетчатки и белка.

По соотношению валовой энергии и коэффициента энергетической эффективности заметна слабая реализация потенциала высокобелковых компонентов (зернобобовые, жмых), отчего взаимосвязь между ними начинает приобретать обратный характер: $r = -0,68^*$ (табл. 7). Путем эффективного подбора компонентов и их соотношений подобные негативные тенденции можно исключить, добившись большей реализации энергетического потенциала корма. Так, в нашем опыте в 30 экспериментальных вариантах комбикормов взаимосвязь валовой энергии и коэффициента энергетической эффективности была положительной ($r = 0,44^*$).

Заключение. Полученные данные показали, что для повышения энергетического потенциала концентрированных кормов и успешности его реализации возможно замещение в рецептуре комбикормов зерна традиционных колосовых злаков (ячменя и пшеницы) зерновым сорго и кукурузой, которые также могут эффективно сочетаться с соей, нутом, амарантом.

Из-за несбалансированности питательных веществ, в частности соотношения сырого жира с протеином и клетчаткой, недостаточно оправдано использование для производственных целей концентрированных кормов зерна чины и подсолнечного жмыха, как и ячменя и пшеницы, без искусственного привнесения в смесь жиродержащих компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления. – Воронеж, 2007. – 385 с.
2. Вахонский Э.К., Володин А.Б., Щеглов Н.Г. Новый источник пищевых продуктов // Кукуруза и сорго. – 2009. – № 1. – С. 19–21.
3. Григорьев Н.Г., Скоробогатых Н.Н., Косолапов В.М. Оценка качества кормов по обменной





энергии // Кормопроизводство. – 2008. – № 9. – С. 21–22.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Заболотнов Л.А., Тихонова Н.А. Методы расчета содержания обменной энергии в кормах и рационах для крупного рогатого скота // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 4. – С. 108–112.

6. Использование гидропонного зеленого корма для оптимизации зимних рационов крупного рогатого скота / А.А. Васильев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 3. – С. 13–16.

7. Кононенко С.И. Перспективы применения сорго в животноводстве // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 90. – С 458–465.

8. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Кормопроизводство в экономике сельского хозяйства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 1. – С. 31–32.

9. Москаленко С.П. Оптимизация полноценного кормления мясных пород крупного рогатого скота на основе использования местных кормовых ресурсов для юго-восточной микрозоны Саратовской области / С.П. Москаленко [и др.] // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2014. – С. 250–253.

10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А.П. Калашников [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.

11. Рекомендации по использованию гидропонических зеленых кормов в рационах крупного рога-

того скота / А.А. Васильев [и др.]. – Саратов, 2013. – 35 с.

12. Технология переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / под ред. Н.М. Личко. – М.: Колос, 2000. – 552 с.

13. Хохрин С.Н. Корма и кормление животных: учеб. пособие // Сельское и лесное хоз-во. – СПб.: Лань, 2002. – 512 с.

Кибкало Илья Анатольевич, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

Каменева Ольга Борисовна, канд. с.-х. наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

Ларина Татьяна Витальевна, старший научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

Ерохина Анна Викторовна, старший научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

Черных Тамара Николаевна, научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

Калинин Юрий Александрович, научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

Орехова Людмила Анатольевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

410050, г. Саратов, 1-й Институтский пр-д, 4.

Тел.: (8452) 79-49-69; e-mail: rossorgo@yandex.ru.

Ключевые слова: комбикорм; энергетическая эффективность; зерновое сорго; кукуруза; соя; ячмень; нут; пшеница; протеин; жир; клетчатка.

ENERGY EFFICIENCY OF EXPERIMENTAL SAMPLES OF FEED FOR YOUNG CATTLE

Kibkalo Ilya Anatolyevich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Kameneva Olga Borisovna, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Larina Tatyana Vitalyevna, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Erohina Anna Viktorovna, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Chernikh Tamara Nikolaevna, Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Kalinin Yuriy Aleksandrovich, Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Orekhova Lyudmila Anatolyevna, Junior Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Keywords: feed; energy efficiency; grain sorghum; corn; soybeans; barley; chickpeas; wheat; protein; fat; fiber.

Researches on development of compoundings of the concentrated forages for young cattle from 6 to 18 months are carried out. The energy efficiency of feed samples is calculated. The influence of the percentage of feed components on the indicators of its energy efficiency was revealed.