
УДК636.2.033.087.26:612.398

**ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА,
ЗАЩИЩЕННОГО РАСТИТЕЛЬНЫМ ЖИРОМ, НА РУБЦОВОЕ
ПИЩЕВАРЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫЧКОВ
МЯСНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

Мещеряков А.Г., Картекинов К.Ш.

Всероссийский НИИ мясного скотоводства, Оренбург, Россия

В настоящее время при организации полноценного кормления сельскохозяйственных животных остается нерешенной проблема эффективного использования отходов различных перерабатывающих производств. Больше половины побочных продуктов переработки семян подсолнечника в растительное масло подвергаются утилизации. В то же время в рационах сельскохозяйственных животных ощущается хронический дефицит энергии и протеина. Замена дефицитных и дорогостоящих источников протеина и энергии на более доступные и дешевые отходы маслоэкстракционной индустрии позволяет без существенного снижения питательности рационов увеличить продуктивные качества сельскохозяйственных животных. В ряду таких источников находятся подсолнечный фуз и шрот.

Применение подсолнечного фуза в кормлении животных и птиц связано с трудностями, возникающими при его смешивании. Смешивание до последнего времени не представлялось возможным из-за восковой консистенции фуза и отсутствия сведений об оптимальной дозе его введения. Кроме того, изучаемое кормовое средство предрасположено к быстрому окислению в нем жирных кислот, приводящему к прогорканию.

Нами разработан способ получения энергопротеинового концентрата желаемого качества. Результаты лабораторных исследований, проведенных в комплексно-аналитической лаборатории ВНИИМСа, показали, что необходимого смешивания можно добиться при помощи высокооборотного смесителя миксерного типа с частотой оборота вала 1000-1500 об/мин. В проведенных опытах была определена оптимальная доза введения подсолнечного фуза в шрот, которая составила 30%. При таких параметрах получается однородная и рассыпчатая смесь, тогда как превышение указанной дозы приводило к образованию комков и последующему ее слеживанию.

Сравнительный химический анализ показал, что введение в подсолнечный шрот 30 % фуза позволило увеличить его энергетическую ценность на 4 МДж/кг или на 38% (табл. 1).

Для повышения срока годности полученной смеси в процессе смешивания необходимо добавлять 0,1% вещества антиоксидантного действия.

Таким образом, повысить энергетическую ценность подсолнечного шрота можно путем смешивания его с подсолнечным фузом в смесителе миксерного типа, что позволяет при изготовлении БМВД и комбикормов проводить точную дозировку и хорошее смешивание ингредиентов.

Таблица 1. Химический состав полученной энергопротеиновой смеси и ее составляющих

Показатель	Подсолнечный шрот	Подсолнечный фуз	Полученная смесь
Кормовые единицы	1,03	2,63	1,51
Обменная энергия, МДж	10,6	24,0	14,62
Сухое вещество, г	903,0	832,0	882,0
Сырой жир, г	440,0	780,0	530,0
Сырой протеин, г	424,0	70,0	318,0

К важным задачам дальнейшего совершенствования кормления жвачных животных относится поиск путей повышения эффективности использования питательных веществ рациона, в частности протеина, за счет снижения его распада в рубце. В настоящее время в практике кормления используются три метода обработки – механический, термический и химический. Известен способ снижения распада протеина в рубце с использованием тепловой обработки, которая часто сопровождается снижением переваримости в тонком кишечнике (Mielene et al., 1981). Другим недостатком является распад таких аминокислот как цистеин, тирозин и лизин (Vuarnason, Carpenter, 1970). Известен также способ защиты протеина с помощью химических реагентов. Обработка формальдегидом – наиболее распространенный способ снижения распада его в рубце (Фицев, Воронкова, 1986; Симоненко, 2002).

Нами разработан способ, основанный на обволакивающих свойствах жира, который в достаточном количестве содержится в подсолнечниковом фузе (патент № 2003112109). Способ включает в себя обработку измельченной белковой добавки растительного происхождения с высокой расщепляемостью протеина в смеси с подсолнечным фузом в дозе 300 г/кг.

С целью изучения эффективности этого способа в аналитической лаборатории ВНИИМСа и ОПХ «Экспериментальное» провели исследования по сравнительной оценке расщепляемости протеина и характеристике пищеварительных процессов в рубце при использовании рационов, составленных на основе подсолнечного шрота, подвергнутого термической обработке при $t=85^{\circ}\text{C}$ и во втором случае – с использованием того же корма, обработанного предлагаемым методом. Оба варианта изучали в сопоставлении с контролем (нативный шрот). Смешивание проводили из расчета 0,3 кг подсолнечного фуза на 0,7 кг шрота.

Сравниваемые методы обработки существенным образом повлияли на степень расщепляемости протеина. Данный показатель качества протеина снизился в обоих случаях по сравнению с контролем на 8,98 и 6,65% ($P<0,05$) (табл. 2).

Включение в рацион обработанного шрота способствовало некоторому снижению расщепляемости протеина других кормов на 0,9-1,4%, по сравнению с нативным ($P>0,05$), при этом оно не оказало отрицательного влияния на переваривание этого питательного вещества (табл. 3).

Таблица 2. Фактическая расщепляемость протеина кормов и рационов, %

Наименование	Расщепляемость СП в рационе		
	I	II	III
Шрот подсолнечный	76,54±2,32	-	-
Шрот подсолн. тостирован.	-	67,50±2,70	-
Шрот подсолн. с фузом	-	-	70,53±1,93
Сено житняковое	67,84±2,11	67,15±1,77	67,43±1,83
Силос кукурузный	77,0±1,03	75,8±1,43	76,1±0,88
Ячмень дробленый	88,3±1,64	87,7±2,13	86,9±1,33
Микрорацион	79,80±1,80	70,82±0,84	73,15±0,91

Таблица 3. Переваримость питательных веществ *in vitro*, %

Показатели	Шрот		
	необработанный	обработанный нагреванием	обработанный фузом
Сухое вещество	80,0±0,26	72,0±0,70	78,0±0,96
Сырой протеин	57,0±0,87	50,3±0,35	56,3±0,77

В частности, термическая обработка, вызывая коагуляцию белка, снизила переваримость протеина и сухого вещества соответственно на 6,7 и 8,0% ($P < 0,05$), тогда как обволакивающее действие фуза не изменяло химическую структуру протеина высокобелковой добавки, но делала ее менее доступной для протеолитического действия микрофлоры. Таким образом, проведенные лабораторные исследования качества протеина показали, что использование разработанного нами способа обработки протеина позволяет снизить величину его расщепляемости и повысить степень использования азота.

Для проверки результатов лабораторных опытов были проведены физиологические исследования на животных по схеме, изложенной ниже. Рационы подопытного молодняка составляли с учетом химического состава кормов и они были сбалансированы по основным питательным веществам в соответствии с детализированными нормами кормления (Калашников и др., 2003) и справочными данными по составу и питательности кормов Оренбургской области (1994). Рационы были практически одинаковы и отличались лишь тем, что животным I группы задавали нативный подсолнечный шрот, II – подвергнутый термической обработке, III- жировой обработке, а IV то же, что и в III группе, но дополнительно экструдированный. Данные по фактической поедаемости по группам представлены в табл. 4.

Результаты исследований рубцового пищеварения показали, что все изучаемые показатели ферментации корма в рубце, измеренные до кормления, были на одном уровне. Разница в значениях рН не превышала 1,0%, а при сопоставлении групп по аммиаку и ЛЖК данные различия были в пределах физиологической нормы и составляли 2,6 и 2,2% ($P > 0,05$) соответственно (табл. 5).

Таблица 4. Фактическое потребление кормов рациона

Наименование	Группа			
	I	II	III	IV
Сено житняковое	2683,3	2816,7	2776,7	2816,7
Силос кукурузный	8666,7	8733,3	8866,7	9033,3
Ячмень дробленый	3500,0	3500,0	3500,0	3500,0
Шрот подсолнечный	500,0	-	-	-
Шрот подсолн. прогретый	-	500,0	-	-
Шрот подсолнечный + фуз	-	-	500,0	-
Шрот подсолнечниковый экструдированный + фуз	-	-	-	500,0
В рационе содержится:				
Сухого вещества	7758,9	7878,6	7857,8	7928,5
Обменной энергии	72,02	74,7	76,8	79,8
Сырого протеина	935,3	940,0	885,2	901,6
Переваримого протеина	512,9	522,4	512,9	533,3
Сырой клетчатки	1536,0	1564,4	1545,8	1561,9
БЭВ	4567,3	4655,5	4674,7	4722,1
Концентрация обменной энергии, МДж/кг СВ	9,3	9,5	9,8	10,1

Таблица 5. Основные показатели микробной ферментации корма

Наименование	Время взятия проб, час	Группы			
		I	II	III	IV
pH	0 ⁺	7,08±0,003	7,02±0,01*	7,03±0,008*	7,02±0,006*
	3 ⁺⁺	6,28±0,008	6,11±0,006*	6,20±0,01*	6,09±0,01*
NH ₃ (аммиак), ммоль/л	0	23,56±0,24	22,063±0,43	22,86±0,66	22,97±0,50
	3	19,60±0,18	14,80±0,65*	16,80±0,73*	14,70±0,62*
ЛЖК (летучие жирные кислоты), ммоль/ 100 мл	0	8,84±0,30	9,03±0,26	8,96±0,18	9,00±0,40
	3	10,30±0,26	13,20±0,23*	11,20±0,27 ⁺	13,10±0,27*

Примечание: ⁺ 0 – взятие проб до приема корма, ⁺⁺ 3 – взятие проб через 3 ч после приема корма,
*P<0,05

Известно, что в рубцовой жидкости азотсодержащие вещества находятся в виде промежуточных или конечных продуктов азотистого обмена и их концентрация может значительно изменяться в зависимости от большого количества факторов. К таким факторам относятся различные способы обработки протеина высокобелковых кормов, в частности жировыми компонентами, которые мало изучены и требуют специального рассмотрения. Результаты наших исследований представлены в табл. 6.

Таблица 6. Содержание азотистых веществ в жидкости рубца через 3 ч после кормления, ммоль/л

Азот	Время взятия проб, час	Группы			
		I	II	III	IV
Общий	0 ⁺	136,3±2,04	118,4±3,11*	128,5±2,18	120,4±1,96*
	3 ⁺⁺	290,1±2,97	194,3±2,30*	257,0±1,52*	203,4±1,55*
Белковый	0	109,7±2,64	89,1±1,70*	86,5±1,90*	94,7±2,03*
	3	263,5±2,79	165,0±2,26*	210,1±0,62*	173,0±2,02*
Остаточный	0	21,1±1,18	24,2±0,64	36,4±0,71*	25,7±1,02*
	3	26,6±1,20	29,3±0,28	47,0±1,29*	30,4±1,20*

Примечание: ⁺ 0 – взятие проб до приема корма, ⁺⁺ 3 – взятие проб через 3 ч после приема корма, *P<0,05

Заметные изменения в процессах рубцового пищеварения были зафиксированы через 3 ч после приема корма. В частности, увеличилась концентрация ЛЖК в рубце в I и III группах на 16,5 и 25,0%, а во II и IV – на 46,0 и 45,6% соответственно. Наибольшее содержание ЛЖК наблюдалось у животных II и IV групп – 13,2 и 13,1 ммоль/л, что на 2,9 и 2,0 ммоль/100 мл или на 28,1 (P<0,05) и 17,8% (P>0,05) выше, чем в I и III группах соответственно. Разница между I и III группами составляла 8,7% (P>0,01). Изменения в концентрации основных метаболитов микробной ферментации оказали заметное влияние на концентрацию водородных ионов, которая сместилась в кислую сторону в среднем на 12,8-15,3%. Разница по этому показателю между I и III группой составляла 1,3%, а между I и II доходила уже до 2,8% соответственно.

Таким образом, опытным путем доказано, что обработка высокорасщепляемого протеина жировым компонентом растительного происхождения способствует снижению концентрации аммиака в рубце за счет уменьшения доступности протеина корма для воздействия протеолитических ферментов микроорганизмов. Однако предлагаемый способ уступает в эффективности термической обработке и экструдированию. Количество аммиака через 3 ч после кормления снижалось в I и III группах на 20,2 и 36,0%, а во II и IV на 53,0 и 56,3% соответственно. Самая низкая концентрация этого показателя в рубце составляла во II и IV группах – 14,80 и 14,70 ммоль/л, что на 32,4 и 33,3% ниже, чем в I группе и на 13,5 и 14,3%, чем в III группе соответственно.

Использование в рационах высокобелковых кормов, подвергнутых разным видам обработки, повлияло на содержание азотистых метаболитов как до приема корма, так и через 3 часа после кормления. В частности, до кормления концентрация общего азота была наибольшей в I группе – 136,3 ммоль/л, что выше, чем в III и IV группах на 6,1 (P>0,05) и 13,2% (P<0,05), а во II на 15,1% (P<0,05). Концентрация белкового азота во II и III группах была практически одинаковой, тогда как в I и IV группах выше в среднем на 23,1 (P<0,05) и 6,3% соответственно. Наибольшая

концентрация остаточного азота до приема корма была в III группе – 36,4 ммоль/л, что по сравнению с другими группами выше на 10,7-15,0 ммоль/л соответственно.

Как показывают данные табл. 6, динамика соотношения фракций азота рубцовой жидкости и их концентрация за период наблюдения через 3 часа после кормления значительно варьировала. При скармливании подсолнечного шрота, подвергнутого термической обработке, концентрация общего азота составила 194,3 ммоль/л, что ниже чем в IV, III и I группах на 4,6; 32,2 и 49,3% ($P<0,05$) соответственно. Разница в концентрации общего азота между I и III группами составила 33,1 ммоль/л или 12,9% ($P<0,05$), а между III и IV соответственно 53,6 ммоль/л или 26,4% ($P<0,05$). Во всех случаях увеличение общего азота в рубцовой жидкости наблюдалось в основном за счет уменьшения белковых фракций, в состав которых входит и белок бактерий, при разном снижении величины остаточного азота. Постепенное увеличение значений общего и белкового азота у подопытных животных можно объяснить активной деятельностью микрофлоры рубца и переходом азота корма в рубцовую жидкость.

Таким образом, использование подсолнечного шрота, обработанного жиром, способствует снижению концентрации азотистых веществ в рубце за счет уменьшения действия протеолитической микрофлоры и снижения расщепляемости протеиновой части исходного высокобелкового корма.

Как известно, одним из главных показателей развития животных является интенсивность их роста, прежде всего динамика живой массы. Поэтому обменные процессы, протекающие в организме, необходимо рассматривать во взаимосвязи с характером роста и развития животных, динамикой их продуктивности (Федоров, 1973). В начале проведения научно-хозяйственного опыта живая масса у животных была одинаковой и составила 280,4-282,3 кг (табл. 7). Однако, как видно из данных таблицы 7, в ходе опыта увеличение живой массы по группам происходило неодинаково. Наиболее интенсивно росли животные II, III и IV групп, получавшие подсолнечный шрот разной жировой обработки. Хотя к годовалому возрасту, когда физиологическое формирование пищеварительной системы практически завершено, разница по живой массе не была сильно выраженной, но превосходство имела IV группа, получавшая экструдированный подсолнечный шрот с добавлением фуззы.

Таблица 7. Динамика живой массы подопытных животных

Возраст, мес	Группа			
	I	II	III	IV
10	282,3±2,46	280,4±2,56	281,0±1,98	281,9±2,18
11	309,9±2,90	311,3±2,60	311,0±2,17	313,0±2,64
12	339,0±3,11	342,6±3,01	341,9±2,93	345,0±2,89
13	369,3±3,64	374,9±3,70	373,6±3,15	378,8±3,12
14	399,4±3,70	406,9±3,71	405,0±3,26	412,3±3,24
15	429,1±4,11	438,4±4,03	435,8±3,56	444,4±3,40
16	457,9±4,07	469,4±4,26	466,5±3,77	476,1±3,67*

Примечание: * $P<0,05$

К концу опытного периода (16 месяцев) разница по живой массе по группам между I и II составила 11,5 кг (2,5%), а между IV и III – 8,6 кг (1,8%), между IV и I – 18,2 кг (3,9%). Валовой прирост, полученный за период опыта, был самым высо-

ким в IV группе и отличался от I, II и III групп на 10,5; 2,7; 4,6% соответственно. Следует отметить, что в течение первых четырех месяцев опыта абсолютный прирост подопытных бычков во всех группах возрастал с последующим понижением этого показателя к 6-му месяцу. Аналогично изменялась и динамика среднесуточных приростов в сравниваемых группах (табл. 8).

Таблица 8. Динамика среднесуточных приростов живой массы подопытных животных, г/сут

Возраст, месяц	Группы			
	I	II	III	IV
10-11	920,0±20,31	1030,0±20,3	1000,0±24,15	1036,7±21,89
11-12	970,0±28,50	1043,3±27,6	1030,0±30,11	1066,7±29,84
12-13	1010,0±35,19	1076,7±33,7	1056,7±39,70	1126,7±35,26
13-14	1003,3±36,26	1066,7±35,07	1046,7±40,18	1116,7±37,27
14-15	990,0±30,53	1050,0±33,26	1026,7±37,18	1070,0±33,26
15-16	960,0±32,64	1033,3±36,27	1023,3±39,23	1056,7±35,26
10-16	975,6±20,03	1050,0±19,70	1030,6±20,24	1078,9±23,06*

Примечание: * P<0,05

Уже на 2-м месяце опыта заметное увеличение прироста было у животных II и IV групп, который составил во II – 1043,3, в IV – 1066,7 г/сут, что на 7,5 и 9,9% больше, чем в I группе и 1,2-3,5% больше, чем в III группе соответственно. На конец опыта среднесуточный прирост по группам составил в I группе 975,6 г/сут, во II – 1050,0, в III – 1030,6 и в IV группе – 1078,9 г/сут соответственно, по сравнению с началом опыта.

Использование в кормлении молодняка высокорасщепляемого протеина, защищенного растительным жиром, заметно отразилось на экономической эффективности. В частности, тостирование 1 ц шрота, используемого в кормлении молодняка II группы, обходилось в 310,4 руб. Его обработка жировым компонентом, в частности фузом, почти вдвое дешевле и в среднем составляет 178,1 руб. Следует отметить, что дополнительное экструдирование защищенного подсолнечного шрота позволяет увеличивать среднесуточные приросты на 4,6%, доводя их абсолютные значения до 1079 г/сут.

Однако высокая продуктивность в этом случае обеспечивается большей стоимостью процесса экструдирования жировой смеси, вызывающей одновременное увеличение дополнительных затрат и снижение экономической эффективности выращивания молодняка соответственно на 257,2 руб/гол и 0,7%. Самый высокий уровень рентабельности нами был получен от животных III группы – 6,4%, что на 1,9% больше, чем в I группе, а между II и IV группой разница была менее существенной.

Подытожив вышесказанное, можно констатировать, что одним из наиболее рациональных методов защиты высокорасщепляемого протеина кормов является обработка его растительным жиром, в качестве которого можно использовать отходы маслоэкстракционной промышленности, в частности фуза. Для повышения продуктивности целесообразно в рационы молодняка крупного рогатого скота включать подсолнечный шрот, обработанный фузом в дозе 300 г/кг, что позволяет повысить среднесуточные приросты живой массы на 5,6%, а дополнительное его экструдирование - на 10,5%. При этом предлагаемый нами метод защиты экономиче-

ски выгоден по сравнению с другими способами и характеризуется снижением себестоимости и одновременным повышением уровня рентабельности производства говядины соответственно на 1,8 и 2,1%.

Effects of feeding sunflower seed meal protected by vegetable oil on rumen digestion and growth rate in bulls

Metcheryakov A.G., Kartekenov K.Sh.

Institute of Meat Cattle Husbandry, Russian Agricultural Academy

A new method of decreasing the protein degradability is described based on the treatment of vegetable feeds by sunflower seed oil by-product using high speed mixer. Unlike to thermal treatment, this method does not decrease the intestinal digestibility of protein. In the experiment performed on growing bulls the level of NH_3 in rumen fluid was decreased by 36% at 3 hr after feeding, compared to 20,2% in control group fed untreated sunflower seed meal, and the total N content was decreased by 12,9% compared to control due to decreased proteolytic activity of micro flora and decreased protein degradability. Additional extruding of thermal treated feeds results in higher growth rate of bulls compared to control group and to bulls fed oil protected sunflower seed meal, but this additional operation decreased the economical efficiency of technology.

Key words: protein degradability, seed oil by-products, protein protection, bulls, growth rate

Prob. Prod. Anim. Biol., 2007, 2:123-130