Холодилина Т.Н., Мирошников С.А., Гречушкин А.И., Дроздова Е.А., Зинюхин Г.Б.
Оренбургский государственный университет

БИОДОСТУПНОСТЬ ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ЭКСТРУДСОДЕРЖАЩИХ РАЦИОНОВ

В работе изучена эффективность использования экструдатов, содержащих лузгу гречихи и фуз-отстой, в кормлении жвачных животных. Проведена оценка переваримости органической и зольной части корма. Выявлено влияние горячей экструзии на биодоступность химических элементов.

Экструзия применяется с целью рационального использования вторичных ресурсов, для создания безотходных технологий, увеличения объемов и получения новых кормовых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности (Гуменюк Г.Д., 1997).

Широкое применение данной технологии обусловлено тем, что продукты, полученные методом экструзии, обладают наилучшими характеристиками по питательности и являются неприхотливыми в хранении. Кроме того, данная технология отличается своей универсальностью по видам перерабатываемого сырья (Карабуля Б.В., 1989).

В соответствии с имеющимися данными в ходе экструзии в растительном сырье происходит целый ряд изменений, включающих клейстеризацию крахмала, расщепление молекулярных цепей целлюлозы и других некрахмальных полисахаридов, денатурацию белка и т. д. (Черняев Н.П., 1985). В конечном итоге все эти трансформации сопряжены с повышением биодоступности органической части корма (Acker L., Ernst G., 1954). Однако в ходе экструзии белково-углеводный комплекс претерпевает сложные изменения, связанные с увеличением удельной поверхности и усилением сорбционных свойств (Соколова О.Я., 2006). В соответствии с этим видимая переваримость компонентов золы из экструдатсодержащих рационов должна закономерно снижаться. Подтверждением этого являются следующие экспериментальные данные.

Материалы и методы

В процессе лабораторных исследований изучено влияние экструзионной обработки на питательную ценность различных кормов (лузга гречихи, фуз-отстой и т. д.) путем оценки химического состава, переваримости.

В качестве базового оборудования для получения кормосмеси использовали пресс-экструдер ПЭШ-30/1. Процесс прессования увлажненных образцов проводился на пресс-экструдере с установленной фильерой d =10 мм и длиной 60 мм, при частоте вращения шнека n =160 об/мин. Для нормального протекания процесса экструдирования создавали давление 10 МПа и температуру 110-120^{0}С при влажности смеси 18-20%.

Экспериментальная часть работы на животных выполнена на модели молодняка крупного рогатого скота и курах. В общей сложности было выполнено три эксперимента, в I и II опытах исследовали биодоступность вещества экструдатов в организме жвачных.

Для чего методом пар-аналогов формировали однородные группы (n = 3) бычков красной степной породы с последующей оценкой переваримости рационов, содержащих экструдаты лузги гречихи и фуза-отстоя.

Методикой исследований на птице предполагалось формирование методом аналогов двух групп четырехнедельных цыплят бройлеров кросса «Смена 4» (n = 20). Особи контрольной группы на протяжении всего учетного периода получали рацион, не содержащий экструдатов. Опытной группе заменяли в составе рациона 10% нативных отрубей на экструдированные с 28 по 47 сутки и 18% с 42 по 69 сутки жизни.

По окончанию эксперимента в 70-дневном возрасте был проведен убой подопытной птицы с последующей оценкой биосубстратов цыплят-бройлеров на содержание химических элементов. Исследования осуществлялись методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии, в аккредитованной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (аттестат аккредитации ГСЭН. RU. ЦОА. 311, регистр. номер в Гос. Реестре РОСС RU. 0001.513118 от 29.05.03).

Переваримость питательных веществ рациона на молодняке КРС изучалась по общепринятой методике проведения балансовых опытов (Овсянников А.И., 1976), в исследованиях на птице по ВНИТИПу (1992).

Полученные результаты были статистически обработаны по Г.Ф. Лакину (1991).

Результаты и обсуждение

В ходе первого опыта изучена эффективность использования экструдатов с лузгой гречихи в кормлении жвачных животных, для чего животным опытных групп 30% основного рациона заменяли на экструдированные смеси, состоящие из 80% отрубей и 20% лузги. Животные I опытной группы получали экструдированный продукт с лузгой, не подвергавшейся предварительной обработке. В рацион II опытной группы включали экструдат с лузгой, прошедшей предварительную химическую обработку (5% NaOH).

Как следует из полученных результатов, использование в кормлении животных экструдированного продукта привело к повышению переваримости питательных веществ. Так переваримость сырой клетчатки рациона увеличилась на 0,3% в I опытной группе. Предварительная химическая обработка лузги повысила этот показатель на 2,2% во II опытной группе относительно контроля (табл. 1).

Экструдирование благоприятно воздействует на переваримость испытуемого корма, это в первую очередь связано с преобразованием углеводного комплекса в более доступную форму для организма животного. Применение предварительной химической обработки повышает переваримость клетчатки на 8,76% ($P<0,05$) по сравнению с группой, получавшей необработанную лузгу (табл. 2).

Как следует из полученных данных, экструдирование оказало непосредственное влияние на биодоступность зольных элементов из корма. В частности, если в контрольной группе видимая переваримость совокупной массы золы составила 22,4%, то в I опытной данный показатель оказался на 2,5% ниже. А во II опытной и вовсе составила только 1,7%. Столь значительные различия косвенно свидетельствуют об особой «роли» удельной поверхности растительных биосубстратов в биодоступности химических элементов. Как известно, обработка щелочью растительного сырья сопровождается разрывом клеточных стенок и образованием сложной микропористой структуры продукта (Дудкин М.С., 1998).

В ходе II опыта оценивали переваримость фуза, который скармливали животным опытных групп в кормосмеси, состоящей на 88% из зерна, 10% фуза и 2% минеральной добавки. Соответственно животные I опытной группы получали неэкструдированную композицию, особи II опытной группы получали ее после экструзии.

Исследования по оценке переваримости фузсодержащих смесей производились на фоне рациона, включавшего клеверное сено, силос кукурузный, пивную дробину, патоку кормовую, шрот соевый, жмых подсолнечный и зерно пшеницы. Средневзвешенная концентрация обменной энергии в рационе составила 10,0 МДж/кг СВ, доля жира в сухом веществе не превышала 2,3%, содержание сырого протеина – 2,2-2,3 кг.

Использование в кормлении животных фуза, как и предполагалось, привело к значительному, на 5,14% ($P<0,05$), снижению переваримости сырой клетчатки. В то время как предварительная экструзия фузсодержащей смеси, напротив, сопровождалось некоторым повышением значений данного показателя в среднем на 4,22% относительно контроля (табл. 3).

В целом экструзия способствовала достоверному повышению переваримости органического вещества рациона с 69,47% в контроле до 72,20%, или на 2,73% ($P<0,05$). В то же время было отмечено снижение степени использования зольных элементов. Как следует из полученных данных, видимая переваримость золы при скармливании животным I опытной группы неэкструдированного продукта составила 31,4%, тогда как аналогичный показатель для экструдсодержащего рациона составлял 9,9%, или на 21,5% ($P<0,05$) меньше.

Столь же выраженным действие экструдатов на обмен минеральных веществ было и в исследованиях на птице. Влияние экст-

Таблица 1. Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Группа	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
Контрольная	65,93±0,21	68,22±0,23	61,33±1,84	66,82±0,82	47,15±0,86	77,48±0,47
I опытная	64,77±1,15	67,13±1,37	63,44±0,34	69,15±0,75	47,43±0,58	75,74±0,97
II опытная	65,18±1,45	68,52±0,85	64,19±1,31	69,20±1,47	49,34±0,91	79,39±0,84*

Примечание: *—P<0,05

Таблица 2. Коэффициенты переваримости питательных веществ испытуемого корма,%

Испытуемая смесь	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
Экструдированные отруби с необработанной лузгой	64,11±1,63	67,04±0,95	63,41±5,81	65,30±2,83	39,35±1,24	76,07±0,55
Экструдированные отруби с обработанной лузгой	69,81±3,58	72,37±1,57*	65,74±6,21	63,41±1,74	48,11±2,74*	79,09±1,03*

Примечание: *—P<0,05

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ корма подопытными животными,%

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество	68,29±0,69	68,55±0,71	70,33±0,84
Органическое вещество	69,47±0,57	69,70±0,58	72,20±0,71*
Сырой протеин	68,38±0,86	70,27±0,67	70,92±1,77
Сырой жир	64,42±2,54	75,43±1,26**	74,57±0,57***
Сырая клетчатка	56,59±1,01	51,40±1,27*	60,81±1,24
БЭВ	75,24±0,45	76,42±0,70	77,05±0,75

рудатов на элементный статус подопытной птицы выражалось в достоверном снижении содержания в тканях тела целого ряда химических элементов. В частности, к концу опыта имело место достоверное снижение в теле содержания калия на 32%, натрия на 37% (P<0,05).

Содержание эссенциальных и условно эссенциальных элементов в теле опытной птицы достоверно снижалось по кобальту на 37% (P<0,05), хрому на 6,1% (P<0,001), ванадию – на 92% (P<0,001).

При этом эффективность использования химических элементов птицей опытных групп из корма также снизилась: по селену на 17,1%, цинку на 26,6%, фосфору на 25,1%, кальцию на 19,6% и т. д.

Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с результатами Соколовой О.Я. (2006) по оценке сорбционных свойств экструдатов в рационах курнесушек.

Снижение содержания в теле птицы опытных групп оцениваемых нами элементов связано, по всей видимости, с выраженным воздействием непереваримой части корма (целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин) на всасывание, накопление и выведение ионов металлов из организма птицы. Наши исследования подтверждают гипотезу о выраженных сорбционных свойствах корма, подвергнутого горячей экструзии. Известно, что под действием технологических факторов процесса экструдирования (высокая температура, механическое истирание, давление) продукт получается с высокоразвитой микропористой структурой. При этом белково-углеводный комплекс претерпевает сложные необратимые изменения, связанные с деструкцией, денатурацией биополимеров, цепь макронутриента видоизменяется, вследствие чего молекула биополимера приобретает хорошо выраженные сорбционные свойства.

Таим образом, экструзия растительного сырья сопряжена с изменением биодоступности химических элементов, что необходимо учитывать при формировании рационов животных.

Список использованной литературы:
1. Acker L., Ernst G. Uber das Vorcomeneins phoshhatdspaltenden Fements in Cerilien Bioch. Ztchs., Bd. 325, 1954.-253 p.
2. ВНИТИП. Методические рекомендации по проведению научных исследований по кормлению с.-х. птицы. – Сергиев Посад, 1992, 25 с.
3. Гуменюк Г.Д. Получение новых видов сырья способом экструдирования // Комбикормовая промышленность. — 1997. – №2. – С. 27-28.
4. Дудкин М. С. Новые продукты питания. – К.: Урожай, 1998. – 378 с.
5. Карабуля Б.В. Экструзионная технология – перспективный способ создания новых пищевых продуктов. – Кишинев: МолдНИИНТИ. – 1989. – 25 с.
6. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 302 с.
7. Соколова О.Я., Стряпков А.В. Влияние технологических факторов на сорбционную способность зернопродуктов // Вестник ОГУ. – 2005, №10. С. 158-164.
8. Черняев Н.П. Технология комбикормового производства М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.