

ЗНАЧЕНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ОБМЕНА УСЛОВНО ТОКСИЧНЫХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ КУР-НЕСУШЕК

В работе представлены экспериментальные данные, указывающие на снижение содержания тяжелых металлов в продукции кур-несушек, получающих зерносмеси, подвергнутые горячей экструзии. Выявлено, что в числе причин данного явления: снижение усвояемости химических элементов и повышение их эндогенных потерь из организма.

Экструдирование является одним из наиболее эффективных и широко применяемых в комбикормовой промышленности способов обработки зернопродуктов, что во многом обусловлено уникальными свойствами приобретаемые кормами после экструзии.

Известно что, экструдирование приводит к повышению качества исходного сырья, а именно способствует снижению степени обсемененности кормовых смесей микроорганизмами; модификации и клейстеризации крахмала, что повышает усвояемость корма, животными; улучшает сенсорные (органолептические) показатели корма [2]. Между тем, помимо влияния экструзии на доступность органических веществ, последнее распространяется и на использование минеральных веществ. Подтверждением этого могут являться результаты следующих исследований.

Материалы и методы

В исследованиях «in vitro» оценивали способность к растворимости отдельных химических элементов (Cu, Ni, Mn, Sr, Pb, Cd) из экструдированного зерна пшеницы и зернопродуктов (отрубей и кормосмесь). Для чего, в трех и более повторностях корма, измельченные до консистенции пудры навеской 5 г помещали в раствор соляной кислоты (50 мл, 0,003 моль/л) с перемешиванием на механической мешалке. По истечении заданного времени смесь фильтровали, с последующим исследованием фильтрата на содержание растворимых форм оцениваемых элементов. В ходе исследований оценивали время установления равновесия и влияния величины рН на растворимость оцениваемого элемента (изменение значений рН раствора достигалось через введение растворов соляной кислоты и гидроксида натрия).

Исследования на модели кур-несушек финального кросса «Родонит» выполнены в условиях экспериментального цеха птицефабрики «Родина» Сорочинского района Оренбургской области для чего было отобрано 90 голов 15 недельных куро-

чек, из которых методом аналогов было сформировано три группы по 30 голов в каждой. В течение подготовительного периода вся подопытная птица находилась в одинаковых условиях кормления и содержания. Затем, начиная с 18-недельного возраста, в рационе птицы опытных групп заменяли зерновую часть основного рациона (65% по массе) на экструдированную сходную по составу кормосмесь, соответственно в I опытной на продукт горячей экструзии, а II – холодной. Кормосмесь, состояла на 30% из ячменя, 63% пшеницы и 7% отрубей.

Кормление подопытной птицы осуществлялось в соответствии с рекомендациями ВНИТИ-Па (1998) по работе с кроссом «Родонит».

Степень влияния кормов, подвергнутых различным видам экструзии на интерьерные показатели тела кур-несушек, а также на обмен химических элементов (на примере свинца) в организме птицы определяли в ходе контрольных убоев подопытной птицы в 18 – и 28 – недельном возрасте и в процессе оценки яичной продуктивности. Убой и исследование состава яйца кур проводили по общепринятым методикам [5].

Баротермическая обработка кормосмесей осуществлялась на универсальном одношнековом пресс-экструдере ПЭШ – 30/1. Экструдирование происходило при различной температуре ($t^{\circ}\text{C}$) и влажности образца (W,%) [3].

В ходе исследований по оценке сорбционной способности кормов «in vitro» изучали кинетику механизма сорбции свинца и цинка образцами зернопродуктов. Для чего в серии опытов измельченные корма навеской 5 г помещали в 0,1 н. раствор сернокислой цинка (50 мл) сорбционные свойства образца оценивали по факту снижения содержания оцениваемого элемента в растворе после фильтрации через складчатый фильтр «синяя лента».

Биосубстраты и растворы в ходе исследований анализировали на содержание оцениваемых элементов, на атомно-абсорбционном спектрометре ААС-4.

Результаты и их обсуждение

На этапе пилотных исследований при оценке свыше 200 проб не экструдированных и экструдированных зернопродуктов было обнаружено влияние экструзионной обработки на степень растворимости металлов из зерна и продуктов его переработки. В частности, растворимость никеля из отрубей после экструзии снижалась на 26,5% ($P < 0,001$), марганца на 24,8% ($P < 0,001$), стронция на 10,3% ($P < 0,05$), свинца на 18,3% ($P < 0,01$), кадмия на 50,0% ($P < 0,001$). Аналогичный показатель для зерна составил 57,1; 34,8; 25,8; 34,1; 50% ($P < 0,001$) соответственно (время экспозиции 24 часа).

Как следует из полученных результатов максимальная растворимость свинца и цинка характерна для нативных отрубей и кормосмеси. В то время как по мере возрастания температуры экструзионной обработки образцов степень растворимости свинца и цинка снижается. Скорость растворимости свинца из нативных отрубей при часовой экспозиции в растворе составила 0,22 мг/л·час при увеличении времени экспозиции с 2-3; 4-6; 7-24 до 25-48 часов, скорость снижается от 0,08; 0,006; 0,0005 до 0,0004 мг/л·час соответственно. По мере увеличения температуры экструзионной обработки интенсивность перехода ионов свинца в раствор также снижается и составляет за первый час экспозиции из отрубей подвергнутых холодной экструзии 0,10 мг/л·час, теплой и горячей 0,07 и 0,05 мг/л·час соответственно. Равновесие в системе раствор-образец по отношению к оцениваемому элементу устанавливается уже в течение 6-10 часов, сушая аналогия характерна и для цинка.

При этом наиболее значительная степень выхода свинца в раствор характерна для не экструдированного продукта, минимальная для продукта подвергнутого горячей экструзии. В частности растворимость свинца из образца снижается с 65% для исходного корма до 64,6% для продукта хо-

лодной экструзии и 40,0% для продукта горячей экструзии. Зависимость степени растворимости оцениваемого металла из образца, от температурного режима экструзионной обработки, можно объяснить усилением деструкции крахмала и других биополимеров, увеличение степени денатурации белка при более жестких режимах обработки образца (температура, давление, механическое истирание), что вероятно сопровождается образованием связей химических элементов с органическим веществом. Как следует, из результатов исследований стойкость вновь образованных связей во многом определяется концентрацией водородных ионов в растворах.

При этом, максимальная степень растворимости металлов из образца наблюдается в сильно-кислой среде при $pH < 2$. В частности при $pH 1,2$ в рассыпных образцах зерна и кормосмеси растворимость свинца приближалась к 90%. (рис.1).

Как следует из полученных фактов, свинец и цинк входящий в состав корма подвергнутого горячей экструзии менее доступны для обмена в организме животных и птицы. Одним из следствий этого стало снижение содержания элементов в тканях кур-несушек, получавших экструдаты. Так если в контроле значение данного показателя по свинцу к концу эксперимента составило 0,62 мг/гол, что идентично показателю на начало опыта 0,64 мг/гол, то в опытных группах данные величины оказались ниже на 28,1% ($P < 0,001$) в I опытной группе и на 29,6% ($P < 0,001$) во II опытной группе, аналогичная закономерность присуща и цинку.

Однако, при всей выраженности действия экструдированных кормов на элементный состав тела подопытной птицы, наиболее значительные изменения под их влиянием имели место в составе продуцированной яйцемассы. Так выход цинка с совокупной яйцемассой в I опытной группе со-

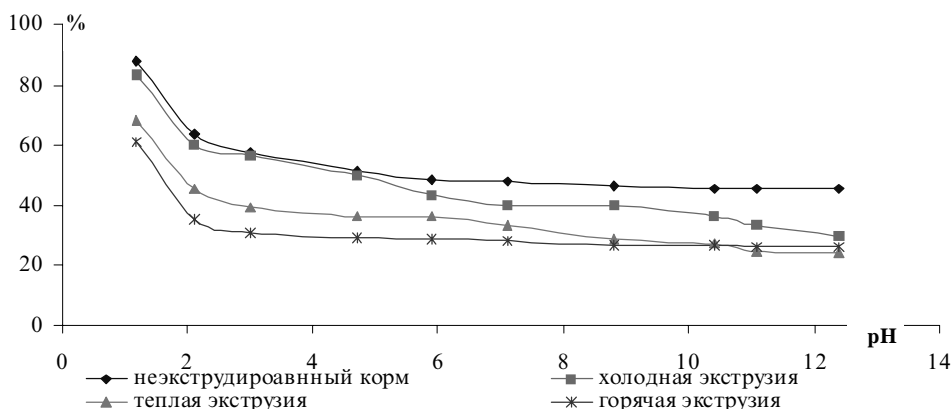


Рисунок 1. Степень растворимости свинца из кормосмеси в зависимости от величины pH раствора

Таблица 1. Эффективность использования свинца и цинка в организме подопытной птицы за опыт, мг/гол

| Группа | Поступило с кормом | | Содержание в продукции | | | | | | Коэффициент использования от принятого, % | |
|-------------|--------------------|-------|------------------------|---------|-------------|------|--------|-------|---|------|
| | | | в приросте массы тела | | в яйцемассе | | итого | | | |
| | Pb | Zn | Pb | Zn | Pb | Zn | Pb | Zn | Pb | Zn |
| Контрольная | 2,73 | 342,4 | +0,018 | +0,037 | - | 12,8 | +0,018 | 12,83 | 0,00065 | 3,7 |
| I опытная | 3,15 | 327,9 | -0,479 | -12,430 | - | 1,08 | -0,479 | 1,08 | - | - |
| II опытная | 3,12 | 386,6 | -0,432 | -6,205 | - | 9,17 | -0,432 | 2,96 | 0,01244 | 0,76 |

ставлял только 1,08 мг/гол, во II опытной – 9,17 мг/гол против 12,8 мг/гол в контроле (табл. 1).

Коэффициенты конверсии оцениваемых элементов из корма в продукцию по контрольной группе в целом соответствовал и ранее опубликованным данным [4]. Между тем дача экструдатов привела к значительному снижению ретенции элементов в ткани тела и синтезируемую яйцемассу. Причем наиболее значительно в I опытной группе.

Объяснение данного факта с позиции ранее выявленной закономерности (исследование *in vitro*) – снижение растворимости элемента из экструдированных кормов, не представлялось возможным, так как в организм птицы с данными кормами поступало только 50-84% оцениваемого элемента. И даже в случае абсолютной нерастворимости данных веществ нельзя было ожидать от их дачи столь выраженных потерь элемента из организма птицы. Последнее можно объяснить иными свойствами экструдатов выявлению, а именно, способностью к сорбции.

В наших исследованиях показано, что максимальная степень сорбции химических элементов

(на примере цинка из раствора его солей) наблюдается для горячего экструдата, а минимальная – для рассыпных образцов. Так, например, степень сорбции цинка из раствора рассыпными отрубями в период от 3 до 6 часов составляет 73,7 – 74,2%, при холодной экструзии сорбция цинка составляет 76,3 – 77,2%; при теплой экструзии сорбция цинка составляет 80,6 – 80,9% и при горячей экструзии 85,3 – 86,0%.

На фоне достижения равновесия в системе «раствор – образец корма», степень сорбции цинка кормосмесью подвергнутой холодной экструзии составляет 70,4%; при горячей экструзии – 77,2%, соответственно. В тоже время как для исходного образца по цинку данные величины составляли только 53,9%.

Таким образом, кормление птиц экструдированными кормами, с применением различного режима их обработки, позволило нам констатировать энтеросорбцию в организме птицы, и утверждать, что экструзия способствует получению кормов, обладающих широким спектром сорбционных свойств.

Список использованной литературы:

1. Шелкунов Л.Ф., Дудкин М.С., Корзун В.Н., Пища и экология. – Одесса: Оптимум, 2000 – 350 с.
2. Черняев Н.П. Технология комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1985 – 124 с.
3. Соколова О.Я., Влияние экструдированных кормов на обмен тяжелых металлов и продуктивность кур-несушек – Автореферат диссертации на соискание к.б.н., Оренбург 2006 – 6 с.
4. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1990 – 86 с.
5. ВНИТИП. Руководство по работе с птицей кросса «Родонит» // И.А. Егоров, И.П. Криволишин, А.Ш. Кавтарашвили и др. Под общей редакцией В.И. Фисинина, Н.Н. Шабетова. – Сергиев Посад, 1998 – 58 с.