

## **ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН, ПОДВЕРГНУТЫХ РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ ОБРАБОТКИ, НА ОБМЕН ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ**

**В работе представлены экспериментальные данные по влиянию лигниноцеллюлозного комплекса (пищевые волокна), в нативном и модифицированном виде, на обмен микроэлементов в организме цыплят-бройлеров. В качестве источника лигниноцеллюлозного комплекса применялся отход пищевого производства лужга какао. Установлено, что скармливание какаошелло-содержащих рационов приводит к накоплению ванадия и выведению ртути из тела птицы.**

**Ключевые слова:** какаошелла, цыплята, организм, токсичные элементы, эссенциальные элементы, лигниноцеллюлозный комплекс.

В сложившейся экономической ситуации, когда, во-первых, идет постоянное удорожание традиционных компонентов комбикормов, практический интерес представляет разработка технологии, позволяющей удешевить стоимость корма для жвачных животных и птицы, во-вторых, требует решение экологической задачи по утилизации отходов пищевой промышленности. Преодоление данных проблем может быть осуществлено путем использования отходов пищевого производства в отрасли сельского хозяйства.

Использование отходов мукомольной промышленности (отрубей) стало уже традиционным, достигая 5% в комбикормах [1]. При этом использование отходов других производств не находит широкого распространения, что приводит к их накоплению, порче, загниванию и негативно сказывается на состоянии окружающей среды. К числу таковых относится лужга какао бобов (какаошелла), которая по своей питательности не уступает пшеничным отрубям. С одной стороны содержание протеина достигает 17,0%, с другой стороны содержание лигниноцеллюлозного комплекса доходит до 21%, которая, во-первых затрудняет усвоение питательных компонентов, во-вторых является источником пищевых волокон. В свою очередь, термическая и химическая обработка растительных отходов, содержащих в своей структуре лигниноцеллюлозный комплекс, повышает не только доступность основных питательных веществ субстрата, но и способствует повышению сорбционных свойств данного комплекса. Исходя из этого, оценку эффективности использования новых кормовых субстратов необходимо осуществлять не только по общепринятым параметрам, но и уделять внимание такому показателю как обмен химических

элементов в организме. Пищевые волокна оказывают существенное влияние на обмен минералов в организме, а изменения, в котором могут привести к широкому спектру нарушений [2,8,9], и наоборот, сбалансированность по химическим элементам – к повышению продуктивности животных и птицы [3,4,5,6,7]. Таким образом, исследования по воздействию нетрадиционных кормовых субстратов с высоким содержанием лигниноцеллюлозного комплекса на обмен макро- и микроэлементов являются актуальными.

### **Материалы и методы**

Исследовательская часть работы была выполнена на модели цыплят-бройлеров в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Оренбургского государственного университета. Модифицирование лигнин целлюлозного сырья проводилось методами экструзионной и экструзионно-химической обработки. Экструзию проводили при температуре 105–120°C и влажности исходного продукта 30%. Химическую обработку проводили следующим образом на 1 кг какао лужги добавляли 45 г NaOH, растворенного в дистиллированной воде, из расчета того, чтобы при смешивании полученного раствора с какаошеллой, влажность последней составила 30%. Затем полученную биомассу выдерживали в течении 24 ч. с последующей экструзией.

Для проведения эксперимента из 120-недельных цыплят кросса «Смена -7» по принципу пар-аналогов было сформировано четыре группы (n=30) – контрольная и три опытных. Особи контрольной группы получали основной рацион, опытные группы получали рацион с заменой 5% зерновой части: I опыт-

ная группа на 5% нативной лузги какао, II группа на 5% экструдированной лузги и III группа на 5% какао-лузги, обработанную раствором NaOH (45г/кг) и прошедшей экструзию. Кормление подопытной птицы осуществлялось в течение 35 дней пшенично-ячменным комбикормом в соответствии с нормами ВНИ-ТИП (2010). Условия содержания подопытной птицы на протяжении хода исследования были одинаковы.

Анализ биосубстратов цыплят-бройлеров на содержание химических элементов осуществлялся методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП и МС-ИСП) в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» г. Москва (аттестат аккредитации – ГСЭН. RU. ЦОА. 311, регистрационный номер в государственном реестре – Росс. RU 0001. 513118 от 29 мая 2003; Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06).

Основные данные, полученные в исследованиях, были обработаны с использованием программ «Excel» и «Statistica 6,0», оценку статистической значимости эффектов при анализе концентраций химических элементов оценивали по U-критерию Манна.

**Результаты и их обсуждения**

Использование опытных кормовых добавок при выращивании цыплят-бройлеров сопровождалось количественными изменениями в содержании макроэлементов в теле подопытной птицы (табл.1).

В результате анализа полученных данных было установлено снижение содержания кальция и калия в теле цыплят I опытной группы на 2,9 и 3,2%, во II опытной – 3,9 и 2,9% и III опытных групп 7,7 и 9,3% (p<0,05), соответственно, по сравнению с контрольной птицей.

Повышение концентрации натрия в теле I и III опытных групп, относительно контрольной, составило 20,7 (p<0,05) и 34,8% (p<0,05) соответственно.

Было отмечено увеличение содержания фосфора в теле цыплят-бройлеров I, II и III опытных групп по сравнению с контролем на 14,6, 16,8 и 9,4%, соответственно.

Использование лузги какао в рационах, на которых содержалась подопытная птица, нашло прямое отражение в содержании в теле эссенциальных и условно эссенциальных элементов потребителей данных комбикормов (табл.2).

В теле птицы I опытной группы установлены следующие изменения в концентрации эссенциальных и условно эссенциальных элементов. Так, содержание бора – на 62,0%, лития – на 45,2%, ванадия – на 27,4% и йода – на 14,9% было больше, а мышьяка – на 19,8% и никеля – на 10,3% меньше относительно птицы контрольной группы.

В теле цыплят-бройлеров II опытной группы происходило повышение концентрации бора – на 78,7%, лития на – 49,6%, ванадия – на 20,5%, при снижении содержания мышьяка – на 27,6%, никеля – на 20,9%, железа – на 12,0%, селена – на 37,7%, йода – на 34,0%, относительно контрольной птицы.

Цыплята-бройлеры III опытной группы по содержанию в теле бора – на 81,4%, лития – на 50,0%, никеля – на 26,6%, ванадия – на 46,6%, кобальта – на 85,7%, меди – на 14,7%, железа – на 55,9%, марганца – на 41,8% и цинка – на 18,7% превосходили аналогов из контроля, уступая им в содержании мышьяка на 10,1%, селена – на 37,8% и йода – на 41,3%.

Проведя анализ данных содержания токсичных элементов в теле подопытной птицы, было установлено, что скармливание 5% натив-

Таблица 1. Концентрация макроэлементов в теле подопытной птицы, г/кг живой массы

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Ca	9,10±0,81	8,83±0,58	8,74±0,05	8,40±0,28
K	3,84±0,10	3,72±0,05	3,73±0,02	3,48±0,06*
Mg	0,40±0,02	0,42±0,01	0,44±0,01	0,43±0,01
Na	1,45±0,07	1,75±0,05*	1,50±0,01	1,96±0,05*
P	5,95±0,49	6,82±0,35	6,95±0,14	6,51±0,36

Примечание: \* – p<0,05

ной лужги какао от массы рациона сопровождалось повышением концентрации в теле птицы I опытной группы алюминия на 27,8% ( $p<0,01$ ), кадмия – на 9,2% ( $p<0,05$ ), свинца – на 11,0% и олова ( $p<0,01$ ) на 14,9%, при снижении ртути – на 15,8% ( $p<0,001$ ) и стронция – на 14,1%, относительно цыплят, потреблявших контрольный рацион (табл.3)

Скармливание 5% лужги какао, подвергнутой экстракции, от массы рациона способствовало снижению уровня токсических элементов в теле птицы II опытной группы, в частности алюминия – на 20,8% ( $p<0,01$ ), ртути – на 41,3% ( $p<0,001$ ), олова – на 9,7% ( $p<0,01$ ) и стронция

– на 18,8%, на фоне повышения кадмия – 8,9% ( $p<0,01$ ), относительно особей из контроля.

Введение в рацион 5% лужги какао, обработанной щелочью и подвергнутой процессу экстракции привело к снижению содержания в теле птицы III опытной группы алюминия – на 11,2%, кадмия – на 123,0% ( $p<0,01$ ), ртути на 34,1% ( $p<0,01$ ), свинца – на 38,2% ( $p<0,05$ ), по сравнению с цыплятами-бройлерами, содержащимися на контрольном рационе.

Так, в организме цыплят-бройлеров опытных групп происходило общее снижение концентрации токсичных элементов на 3,5-15,6%, относительно контрольной птицы.

Таблица 2. Концентрация эссенциальных и условно эссенциальных микроэлементов в теле цыплят-бройлеров, мкг/кг

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
As	566,49±21,68	454,56±5,58**	410,07±4,16**	509,36±10,69*
B	217,26±15,44	351,95±10,27**	388,30±3,61***	394,13±8,36***
Li	8,39±1,45	12,18±1,00	12,55±0,21*	12,58±0,70
Ni	370,31±27,91	332,26±21,21	292,82±8,22	468,84±20,60*
Si	1 754,46±71,26	1 872,48±64,06	1 546,39±12,74	1 674,10±55,97
V	190,69±2,26	242,91±4,46***	229,71±2,12***	279,59±8,03***
Co	19,34±1,90	20,89±1,34	18,46±0,50	35,93±1,29**
Cr	606,30±8,61	626,32±3,12	583,68±1,22	646,82±4,28*
Cu	498,25±9,80	506,42±6,92	547,50±1,67	571,59±7,19
Fe	32 141,04±814	29 921,45±656	28 292,39±162**	50 093,58±609***
Mn	323,54±25,24	339,74±22,32	301,04±7,09	458,64±18,85*
Se	230,14±7,13	217,46±4,24	143,35±1,31***	143,07±3,30***
Zn	19 103,87±960,24	19 420,34±692,85	19 157,91±447,64	22 670,55±674,41*
J	141,65±1,48	162,71±1,12***	93,45±2,26***	83,19±9,72**

Примечание: \* –  $p<0,05$ , \*\* –  $p<0,01$ , \*\*\* –  $p<0,001$

Таблица 3. Концентрация токсичных элементов в теле подопытной птицы, мкг/кг

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Al	424,9±16,3	543,0±4,4**	336,5±0,9**	377,3±40,8
Cd	3,9±0,07	4,22±0,08*	4,2±0,02**	8,6±0,06***
Hg	5,02±0,05	4,23±0,05***	2,95±0,01***	3,3±0,03***
Pb	14,2±1,26	15,8±1,15	13,4±0,59	19,7±0,51*
Sn	1 007,9±18,7	1 158,5±7,6**	910,50±5,4**	957,9±4,99
Sr	5 346,3±1 049	4 591,8±527	4 342,3±245	5 210,6±499

Примечание: \* –  $p<0,05$ , \*\* –  $p<0,01$ , \*\*\* –  $p<0,001$

По установленным достоверным отличиям по концентрации минеральных веществ в теле опытной птицы, был составлен минеральный профиль организма цыплят-бройлеров, который выглядел следующим образом:

$$I \text{ опытная} = \frac{Al, B, V, I, Sn, Cd \uparrow}{Hg, Na, As \downarrow}$$

$$II \text{ опытная} = \frac{B, V, Li, Cd \uparrow}{As, Fe, Se, I, Al, Hg, Sn, \downarrow}$$

$$III \text{ опытная} = \frac{B, Ni, V, Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Na \uparrow}{Se, I, Cd, Hg, K \downarrow}$$

**Выводы:**

1. Содержащиеся пищевые волокна в какавелле независимо от обработки способствуют

выведению из организма ртути и накоплению ванадия.

2. Модифицированный лигниноцеллюлозный комплекс методом химической и экструзионной обработки способствует выведению из организма кадмия, а экструзированный и нативный аналоги, напротив, к накоплению, данного токсиканта.

3. Включение в рацион цыплят-бройлеров модифицированных любым из рассматриваемых способов пищевых волокон способствует выведению из организма селена и йода.

4. При включении в рацион цыплят-бройлеров модифицированных пищевых волокон необходимо повышать нормы ввода селена и йода в комбикорма.

16.04.2013

**Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ №12-04-31424 мол\_а «Механизмы адгезии микрофлоры к модифицированным металлоорганическим комплексам с включением наночастиц»**

**Список литературы:**

1. Калашников А.П. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. М., 2003. – 456 с.
2. Мирошников С.А. Диапазон концентраций (реферативные значения) химических элементов в теле животных / С.А. Мирошников, С.В. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №6 (112). – С. 241-243.
3. Нестеров, Д. В. Влияние цинка на эффективность использования кормовых ферментных препаратов / Д. В. Нестеров, О. Ю. Сипайлова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №6 (112). – С. 156-159.
4. Нестеров, Д. В. Возрастная динамика накопления микро- и макроэлементов в большеберцовой кости кур / Д. В. Нестеров, С. В. Лебедев, О. Ю. Сипайлова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – №2. – с. 39-44.
5. Нестеров Д.В. Минеральный обмен у птицы в период полового созревания / Д. В. Нестеров, О. Ю. Сипайлова, А.А. Бирюков // Микроэлементы в медицине. – 2009.-Т.10.-№3-4. – С.63-66.
6. Сипайлова О.Ю. Влияние комплекса эссенциальных микроэлементов на морфофункциональное состояние органов воспроизводства птицы / Микроэлементы в медицине. 2008. – Т. 09. – №1-2. – С. 28-29.
7. Сипайлова, О.Ю. Оценка стимулирующего эффекта добавки эссенциальных микроэлементов на морфофункциональное состояние репродуктивной системы у кур-несушек / О.Ю. Сипайлова, А.С. Ушаков, Г.И. Корнеев, С.В. Лебедев, Д.В. Нестеров, А.А. Бирюков // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – №2. – С. 13-20.
8. Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. – Москва: «РОСМЭМ», 2004. – 310с.
9. Скальный В.В., Рудаков И.А., Нотова С.В. и др. – Биоэлементология: основные понятия и термины. Пособие для врачей. – Оренбург, 2005.

Сведения об авторах:

**Холодидина Татьяна Николаевна**, заведующий лабораторией Института биоэлементологии Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

**Медведев С.А.**, соискатель Института биоэлементологии

Оренбургского государственного университета

460352, Россия, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: inst\_bioelement@mail.ru

**UDC 615.45**

**Holodilina T.N., Medvedev S.A.**

Institute bioelementology «Orenburg State University»

**INFLUENCE of the FOOD FILAMENTS, SUBJECTED TO DIFFERENT TYPE of the PROCESSING, ON EXCHANGE CHEMICAL ELEMENT in ORGANISM CYPLYAT-BROILER**

In work are presented experimental given on influence ligniticellulose of the complex (the food filament), in on-line form and modified type, on exchange microelectronics in organism cyplyat-broiler. As source ligniticellulose complex was used departure food production pocket cacao. It is installed that feed pocket cacao containing ration brings about accumulation vanadium and removing to quicksilvers from body of the bird.

Key words: pocket cacao, chicken, toxic elements, elements, ligniticellulose complex.