

УДК 636:612(075.8)

**ОЦЕНКА БЕЗВРЕДНОСТИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ  
ПРОИЗВОДСТВА КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА  
ПО ТОКСИЧНОСТИ ПЛАЗМЫ КРОВИ КРЫС**

**Е. Г. Кравчик**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28  
e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** сырой кукурузный корм, глютенная вода, токсичность плазмы крови, крысы.*

***Аннотация:** В опытах *in vivo* установлено, что при ежедневном внутрижелудочном введении (в течение 10 сут), токсичность плазмы крыс через 4 ч составляет 3,0-3,5% для сырого кукурузного корма. Для глютенной воды токсичность плазмы крови была в пределах 11,3% через 4 ч после последнего внутрижелудочного ее введения и не превышала 3% через 24 ч. Полученные результаты свидетельствуют о безвредности указанных побочных продуктов, получаемых при переработке кукурузы и могут быть использованы в качестве нетрадиционного белкового корма и источника энергии в рационах сельскохозяйственных животных.*

**THE ASSESSMENT OF SAFETY OF CORN STARCH  
BY-PRODUCTS IN THE TOXICITY OF RAT BLOOD PLASMA**

**E. Kravchyk**

Grodno state agrarian University

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, Tereshkova str., 28

e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** cornstarch, gluten water, toxicity of blood plasma, rats.*

***Summary.** In experiments in vivo was found that the daily intragastric introduction (for 10 days), toxicity plasma of rats after 4 hours is 3.0-3.5% for raw corn feed. The toxicity of blood plasma was in the range of 11.3% in 4 hours after the last intragastric introduction and did not exceed 3% after 24 hours. The results indicate the safety of these by-products from the processing of corn and can be used as untraditional feed protein and source of energy in the diets of agricultural animals.*

*(Поступила в редакцию 31.05.2016 г.)*

**Введение.** Ряд кормов, полученных из побочных продуктов переработки кукурузы на крахмал, предназначены для использования в качестве компонента кормовых рационов животных. В научной литературе появились сообщения о применении кормовых добавок, приготовленных из кукурузных отходов, в рационах животных [1, 2, 7-14]. Это объясняется тем, что сухой кукурузный корм, как побочный продукт, содержит сырого протеина 20-30%, сырой клетчатки свыше 10% и может быть рекомендован для кормления животных. Есть доказательства, что применение таких добавок в рационах животных способствует повышению полноценности кормления, увеличению продуктивности животных и резистентности к различным заболеваниям [1-10]. Корма кукурузные сырые в соответствии с техническими требованиями состоят из крупной и мелкой мезги, зародыша. Каждый из составляющих компонентов сырого корма имеет высокую питательную ценность. Мезга состоит из плодовой оболочки – это слой прочных, плотно уплотненных клеток, а также тонкой полупрозрачной мембраны или семенной оболочки и клетчатки. В состав мезги входит (в % на сухое вещество): крахмал – до 45%, белок – до 18%, жир – до 7%, клетчатка – до 55%. Общая питательность мезги: 100 кг сухой мезги – 113,5 кормовых единиц [1, 4, 6, 7]. Получаемый на заводах по переработке кукурузы на крахмал сырой кукурузный корм является смесью побочных продуктов кукурузного производства и должен по качеству и соответствовать требованиям ТУ BY 190239501.721 - 2006.

Разработка ресурсосберегающей технологии для использования побочных продуктов переработки кукурузы для скармливания животным является актуальной задачей современного кормопроизводства. Доказано, что сырой кукурузный корм и глютенная суспензия, как высокобелковый корм, может использоваться для вскармливания мо-

лочных коров, при этом повышается молочная продуктивность на 9,8-12,1% и молочный белок на 6,9-8,9% [2-5].

С целью сглаживания сезонности производства крахмала из картофеля в республике организовывается производство его из зерна кукурузы, а побочные продукты данного производства апробируются для применения в животноводстве как источники многих незаменимых аминокислот, жира, минеральных веществ, витаминов, однако технология использования этих отходов нуждается в существенном улучшении [1, 3, 6].

Из кукурузного зерна, применяя технологические приемы, получают сырой кукурузный крахмал, служащий сырьем для производства сухого крахмала, патоки, глюкозы и других крахмалопродуктов. Несмотря на то, что зерно кукурузы состоит из ценных пищевых компонентов (клетчатки (оболочка), белка (глютен), жира (зародыш) и углеводов (крахмал), при переработке данной культуры в крахмалопаточном производстве ряд компонентов зерна называются «побочными» и апробируются на кормовые цели. На сегодняшний день к побочным продуктам относят: глютен кукурузный сухой, зародыш кукурузный сухой, сырой глютеновый корм, сырую мезгу и зерновые смеси [1-4]. Технологический процесс производства сырого кукурузного крахмала направлен на извлечение из кукурузного зерна максимум крахмала в наименее измененном и наиболее чистом виде, все другие продукты переработки являются побочными и используются в различных отраслях народного хозяйства в том числе и в кормопроизводстве [1-4].

Так, из зародыша при соответствующей технологии получается кукурузное масло, мезга (крупная и мелкая) применяется в качестве корма для скота; глютен в смеси с мезгой нашел применение как кормовое средство, но, с другой стороны, является сырьем для получения глутаминовой кислоты; экстракт, который получается после упаривания, нашел применение в производстве сухих кормов или в производстве прессованных дрожжей и антибиотиков [1].

Процесс переработки кукурузного зерна на крахмал на кукурузо-крахмальных предприятиях организован с учетом различия физико-химических свойств отдельных составных частей зерна. Он состоит из следующих основных стадий: замачивание кукурузного зерна; дробление зерна; выделение зародыша; помол кукурузной кашки; ситование суспензий; выделение крахмала из крахмало-белковой суспензии; промывание крахмала. На каждом перечисленном технологическом этапе применяется ряд неорганических соединений, которые попадают в побочные продукты переработки. При этом образуются отходы, которые характеризуются низкой кормовой ценностью, не совместимы с техно-

логиями традиционного кормопроизводства из-за высокой влажности, наличия трудно гидрализуемых полисахаридов и невысокого содержания усвояемого белка. Однако данные отходы могут стать новыми эффективными комбикормами.

Привлечение в комбикормовую промышленность побочных продуктов переработки кукурузы является одним из направлений решений проблемы замены зернового сырья в составе комбикормов [3-6]. При производстве кукурузного крахмала при различных технологиях в качестве побочных продуктов, требующих дополнительных исследований по их безвредности, являются сухой и влажный кукурузный корм, глютен и глютен. Использование перечисленных продуктов в качестве кормовых добавок предполагает наличие доказательной базы их безвредности при биотрансформации в организме животных. Наиболее изученным в этом отношении является глютен и сухой кукурузный корм.

При производстве кукурузного крахмала на крахмальном заводе РУПП «ЭКЗОН-ГЛЮКОЗА» образуются в качестве побочных продуктов сухой и влажный кукурузный корм, глютен и глютен, которые могут максимально использоваться в зернозамещающем кормопроизводстве.

**Цель работы:** оценить состав и безвредность побочных продуктов производства кукурузного крахмала (сырой кукурузный корм и глютен и глютен).

**Материалы и методика исследований.** Используя пламенный фотометр, атомно-абсорбционный спектрометр, спектро и фотоколориметр, ионометр проведена оценка фактического содержания в побочных продуктах переработки азота, фосфора, калия, кальция, магния и ряда микроэлементов, таких как медь, цинк, марганец, железо, кобальт, кадмий, свинец, никель, хром согласно СТБ ГОСТ Р 51309-2001.

Оценка эндотоксемии с использованием спленоцитов, как индикаторов наличия эндотоксинов, проведена на лабораторных белых крысах самцах массой 120-130 г.

Каждый опыт начинался с тщательного отбора животных и создания однородных групп. Все экспериментальные животные получали обычный рацион вивария. В опытах (контрольная и 4 опытных) использовали крыс-самцов одного возраста, индивидуальные массы в контрольных и подопытных группах колебались в пределах +10-15%. Животных содержали в специализированных комнатах с регулируемым температурным режимом (+18±1°C) в пластиковых клетках по 1-10 шт. с сухой подстилкой из мелких древесных стружек, животные получали стандартный рацион вивария и воду. Кормление производили 1 раз в

день в утренние часы, замену подстилки – 3 раза в неделю. За 12 ч до забоя животных лишали пищи. Животные были разделены на пять групп по 8 крыс в каждой. Крысы 1-й группы – контрольные, получавшие внутривентрикулярно физиологический раствор в режиме, аналогичном животным опытных групп. Крысам 2 и 3 группы внутривентрикулярно ежедневно из расчета суммарной дозы 10 и 20 г/кг массы тела вводили сырой кукурузный корм в течение 10 дней. Крысы 4-й, а также 5-й группы получали внутривентрикулярно раствор глотеновой воды в объеме 0,5 мл из расчета 10 г/кг и 20 г/кг массы тела в течение 10 дней.

Токсичность плазмы крови крыс после введения животным глотеновой воды и сырого кукурузного корма оценивали с помощью спленоцитотоксического теста. Суспензию спленоцитов, полученную *ex tempore*, и плазму крови опытных и контрольных крыс брали в соотношении 1:1 и инкубировали в течение 60 мин при 37°C. Количество жизнеспособных спленоцитов подсчитывали по включению в них трипанового синего до начала и по окончании инкубации.

Крыс забивали декапитацией в соответствии с «Правилами проведения научных исследований с использованием экспериментальных животных» под тиопенталовым наркозом.

Результаты исследования обработаны на персональном компьютере с использованием стандартных компьютерных программ «STATISTICA 6.0», «Microsoft Excel».

**Результаты исследований и их обсуждение.** В научно-исследовательской лаборатории УО «ГГАУ» был сделан анализ глотеновой воды и сырого кукурузного корма на содержание органических кислот. Полученные результаты свидетельствуют, что глотеновая вода имеет кислую реакцию среды (рН 4,3), что обусловлено наличием в ней молочной кислоты (2,62%), которая является наиболее желательной для консервирования травянистых кормов и может служить для ускорения процессов консервации травянистых кормов.

Был также сделан зоотехнический анализ сырого кукурузного корма, который показал, что данный корм имеет кислую среду (рН 5,12). В данном корме выявлялось следующее содержание масляной (0,050%), уксусной (0,51%) и молочной (3,63%) кислот. Общая влажность его составляла 660,2 г/кг, количество сухого вещества было в пределах 339,8 г/кг, содержание сырого протеина – 50,8 г/кг, сырого жира – 42,5 г/кг, а уровень сырой клетчатки практически не выявлялся.

В опытах *in vivo* токсичность плазмы крови крыс оценивали через 4 и 24 ч после последнего введения изучаемых побочных продуктов переработки кукурузы. Установлено, что при ежедневном внутривентрикулярном введении (в течение 10 сут), токсичность плазмы крыс через

4 ч составляет 3,0-3,5% для сырого кукурузного корма. Через 24 ч этот показатель соответствует контрольным значениям во 2-й и 3-й экспериментальных группах. Для глютенной воды токсичность плазмы крови была в пределах 11,3% через 4 ч после последнего внутрижелудочного ее введения и не превышала 3% через 24 ч. Полученные результаты свидетельствуют о безвредности указанных побочных продуктов, получаемых при переработке кукурузы и могут быть использованы в качестве нетрадиционного белкового корма или консерванта при закладке сидоса и источника энергии в рационах сельскохозяйственных животных.

**Заключение.** Все полученные нами данные свидетельствуют о том, что одним из преимуществ обнаруженных у побочных продуктов, образующихся при производстве кукурузного крахмала, является их низкая токсичность. Показатели токсичности плазмы крови крыс, оцениваемые с помощью спленоцитотоксического теста, через 4 ч после последнего введения исследуемых веществ не превышают 3-11,3%, а через 24 ч соответствуют контрольным значениям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новое в использовании побочной продукции крахмального производства / П. Афанасьев [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 2. – С. 24-27.
2. Влияние кукурузного глютенного корма на продуктивность высокопродуктивных коров / Миронова А. А., Правдина Е. Н., Варлыгин В. В., Майорова Ж. С./ Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса/ Астраханский гос. Ун-т. - Астрахань, 2009. - С. 43-46.
3. Колесниченко, Е. Ю. Обмен веществ, резистентность и продуктивные качества кур кросса "Иза Браун" при скармливании сухого кукурузного глютена : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Е. Ю. Колесниченко ; Белгородская гос. с.-х. акад. – Белгород, 2005. – 114 л.
4. Кононенко, С. Нетрадиционные белковые корма в рационах свиней / С. Кононенко, И. Жуков // Комбикорма. – 2004. – № 1. – С. 59.
5. Костомахин, Н. М. Глютенные корма и их использование в молочном и мясном скотоводстве / Н. М. Костомахин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2007. – № 8. – С. 15-19.
6. Костомахин, Н. М. Использование глютенных кормов в птицеводстве и рыбоводстве / Н. М. Костомахин // Главный зоотехник. – 2006. – № 12. – С. 18-19.
7. Кравчик, Е. Г. Перспективы использования побочных продуктов переработки кукурузы в качестве кормовых добавок для животных / Е. Г. Кравчик // Материалы конференции "Современные технологии сельскохозяйственного производства" : XIII Международная научно-практическая конференция : в 2-х т. / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2010. – Т. 2 : Зоотехния. Ветеринария. Технология хранения и переработки. Общественные науки. – С. 71-72.
8. Кравчик, Е. Г. Оценка токсичности побочных продуктов переработки кукурузы / Е. Г. Кравчик // XIV Международная научно-практическая конференция "Современные технологии сельскохозяйственного производства" : материалы конференции : в двух частях / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет» ; отв. за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2011. – Ч. 2 : Зоотехния. Ветеринария. Технология хранения и переработки. – С. 305-306.

9. Лузин, Н. Д. Выход побочных кормовых продуктов при переработке сырья на крахмал / Н. Д. Лузин // Кормопроизводство. – 2010. – № 12. – С. 34-37.
10. Подобед, Л. Питательная ценность кукурузного жмыха из зародышей кукурузы / Л. Подобед // Комбикорма. – 2011. – № 5. – С. 57-58.
11. Сергеев, С. С. Рубцовое пищеварение и некоторые показатели обмена веществ в связи с продуктивностью молочных коров при использовании в рационах кукурузной мезги : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / С. С. Сергеев ; ФГОУ ВПО "Рязан. гос. аграр. ун-т им. П. А. Костычева". – Москва, 2008. – 19 с.
12. Степанов, К. М. Использование вторичного сырья в производстве национальных молочных продуктов / К. М. Степанов, А. А. Ефимова // Зоотехния. – 2010. – № 9. – С. 27-29.
13. Чиков, А. Нетрадиционные белковые корма в рационах свиней / А. Чиков, С. Кононенко, И. Жуков // Комбикорма. – 2004. – № 1. – С. 59.
14. Ресурсы вторичного сырья – источник энергии в рационах крупного рогатого скота / Ш. К. Шакиров [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 9. – С. 39-42.