

УДК 633.152.577

Черкашина Елена Сергеевна, Лодыгин Дмитрий Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА КУКУРУЗНОГО ГЛЮТЕНА

В статье представлена организация гидролиза кукурузного глютенa комплексом ферментов. Исследование влияния комбинации ферментов, температуры и концентрации. Анализ аминокислотного состава гидролизатов.

Ключевые слова: кукурузный глютен, гидролиз, ферменты, гидролизат, аминокислотный состав.

**Cherkashina Elena S., Lodygin Dmitriy N.
CORN GLUTEN HYDROLYSIS STUDY**

Corn gluten hydrolysis with complex enzymes organization. Enzymes combinations, temperature, concentrations influence research. Hydrolyzate amino acid composition analysis.

Key words: corn gluten, hydrolysis, enzymes, hydrolyzate, amino acid composition

Большие резервы увеличения производства продуктов животноводства таятся в повышении коэффициента полезного действия потребляемых животными кормов. Многие питательные вещества в кормах находятся в трудно доступной форме. Так же известно, что молодняк животных рождается с недоразвитой ферментной системой пищеварения. Да и взрослые животные переваривают в лучшем случае 60–70 % питательных веществ корма, хотя пищеварительные железы животных вырабатывают достаточное количество пепсина, трипсина, амилазы, липаз и других пищеварительных ферментов. В мировой практике животноводства широко применяется способ повышения питательной ценности корма, за счёт добавления в рацион животных необходимых ферментов. Повышение переваримости питательных веществ хотя бы на несколько процентов позволило бы получить значительное количество дополнительной продукции.

На многих животноводческих фермах корм является основной статьей расходов. Производительность зависит от затрат на корм и питательности имеющегося в наличии сырья. Как правило, ограничивающим фактором при составлении рецептов кормов является способность животного по перевариванию различных компонентов сырья. Самой веской причиной для применения ферментов является следующая: ферменты улучшают питательность кормов. Все животные используют при переваривании пищи ферменты. Их вырабатывает либо само животное, либо микробы, находящиеся в пищеварительном тракте. Несмотря на это, эффективность пищеварительного процесса животных не достигает уровня 100 %. По этой причине в корм для животных добавляют ферменты.

Таким образом, повышение питательности кормов это не только задача фермера, но и производителя корма. Возможность применения ферментов не только непосредственно при вскармливании животных, но заблаговременная обработка корма или его составных компонентов ферментами, и как следствие создание более экономически выгодных и конкурентоспособных кормов, тем более, когда животное лучше усваивает корм, оно оставляет меньше отходов. Результатом этого является снижение количества навоза почти на 20 % и снижение выделения азота на 15 % у свиней и на 20 % у домашней птицы. Кроме того ферменты позволяют снизить выбросы фосфора, что становится все более и более важным фактором в различных странах Европы.

Ферменты являются биологическими катализаторами. Это означает, что они позволяют ускорять химические реакции, в которых изменяется химическая форма веществ. За счет ферментов данные реакции протекают даже в миллион раз быстрее. Ферменты не подвергаются износу во время реакции. Они высвобождаются по завершению реакции и сразу же готовы начать следующую реакцию. Теоретически это может продолжаться бесконечно, по крайней мере до тех пор пока они не израсходуют весь субстрат (вещество, в реакции которого ферменты принимают участие). На практике вследствие их восприимчивости и органического состава, продолжительность существования ферментов ограничена. Кроме того, будучи белками они подвергаются естественному распаду во время нормального пищеварения, что ограничивает их ресурс и время воздействия в организме животного. Зачем тратить на ферменты и использовать их возможность не на 100 %? Го-

раздо эффективнее создать необходимые условия для действия ферментов и исключить такие негативные факторы, как переваривание фермента. В настоящее время среди применяемых в животноводстве ферментов, включаемых в рационы животных можно выделить ферменты отечественного производства протосубтиллин и целловиридин, вводимые соответственно для улучшения усвоения белковых и грубых зерновых кормов.

В качестве объекта исследования был выбран кукурузный глютен. Высоко белковый побочный продукт переработки кукурузы на масло и крахмал. Выпускаемая заводами сухая форма содержит 60 % протеина, 20 % крахмала, 5 % клетчатки. В сухом глютене количество переваримого белка составляет 71,7 %; питательная ценность его – 135 кормовых единиц. Белок кукурузного зерна состоит из различных по химическому составу и физико-химическим свойствам групп Зейн (68 %), глютелина (28 %) и глобулинов (1,2 %) [4]: альбуминов (водорастворимых), глобулинов (нерастворимых в воде, но растворяющихся в 10 %-ном растворе NaCl), глютелинов (нерастворимых в воде, растворах солей и спирта, но растворимых в 0,2 %-ном растворе щелочи) и проламина – зеина (растворяющегося в 80–85 %-ном спирте). Первые три группы белков относятся к биологически полноценным, так как в их состав входят в достаточном количестве все незаменимые аминокислоты, которые в организме человека и животных не синтезируются и должны поступать с пищей. Спирторастворимый белок зеин почти не содержит некоторых незаменимых аминокислот (лизина и триптофана) и считается биологически неполноценным. Подобный состав ограничивает применение глютена в качестве единственного источника белка, но не умаляет его возможностей как компонента питательных смесей.

Основная цель исследования: повысить доступность белка кукурузного глютена в процессе направленного гидролиза с использованием следующих ферментов: панкреатина, протосубтилина и целловиридина. Задачи исследования: изучение динамики накопления аминного азота в гидролизатах кукурузного глютена полученных с применением выбранных ферментных препаратов. Изучение аминокислотного состава гидролизатов.

Для получения гидролизатов исследуемый кукурузный глютен сухой растворяли в дистиллированной воде в соотношении 1:15 для получения суспензии. Для каждого выбранного фермента устанавливались свои оптимумы действия, pH и температура, доза вносимых ферментов соответствовала содержанию белка в объекте и активности фермента. Глютен 1 – система глютен и панкреатин, глютен 2 – система глютен и протосубтилин ГЗх, глютен 3 – система соя, протосубтилин ГЗх и целловиридин. Максимальное время гидролиза составило 24 часа. В ходе процесса отслеживалось накопление аминного азота через определённые промежутки времени. Полученные данные представлены на рис. 1.

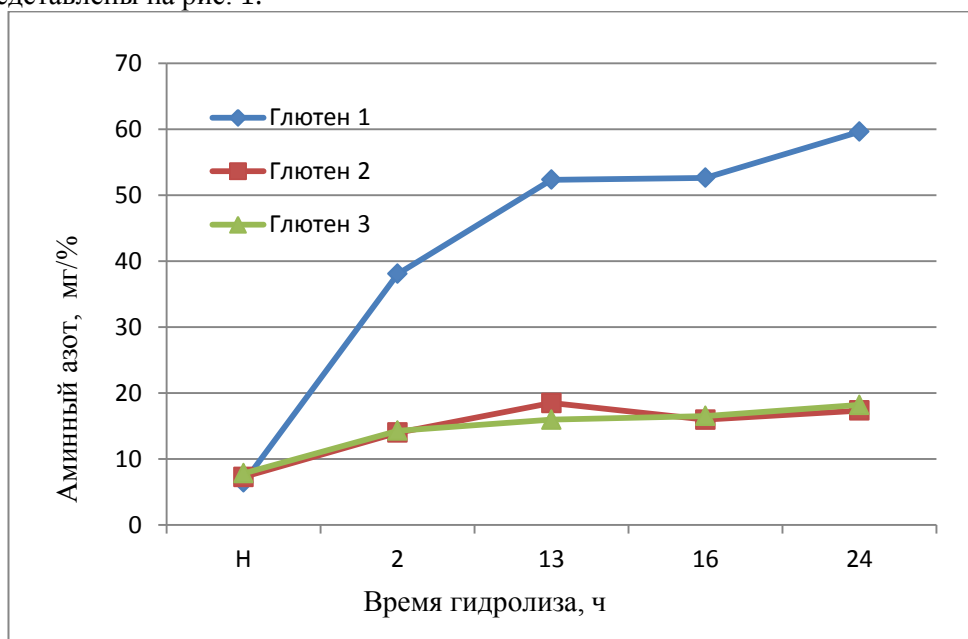


Рис. 1. Прирост аминного азота в процессе гидролиза кукурузного глютена

Как видно на рис. 1, максимальный прирост аминного азота достигнут в системе глютен 1 через 24 часа при применении ферментного препарата Панкреатин и составил 60 мг/100 г. Оценивая накопление аминного азота в гидролизатах можно сказать о наибольшей эффективности препарата Панкреатин.

В ходе опыта отслеживалось накопление сухих веществ в образце. Динамика накопления представлена на рис. 2.

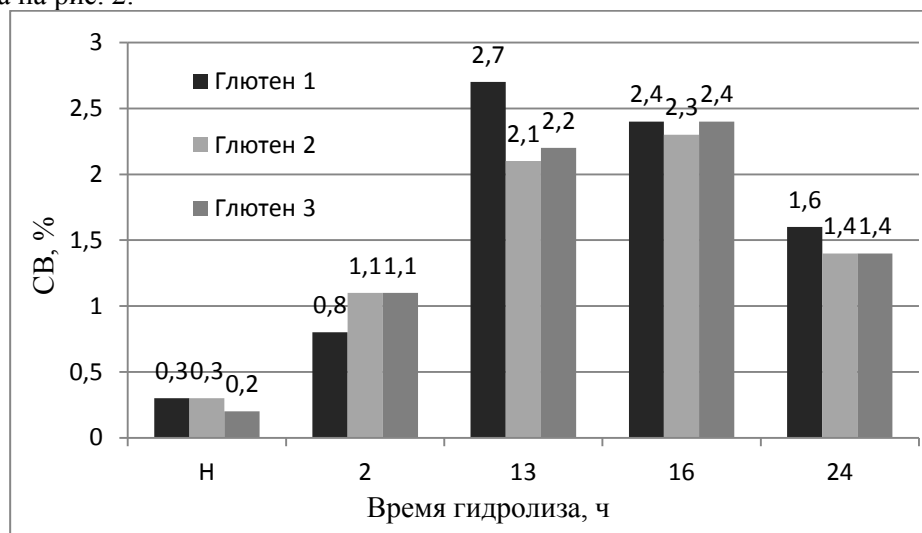


Рис. 2. Динамика накопления сухих веществ в жидкой фазе гидролизатов кукурузного глютена

Для объективной оценки процесса гидролиза на рис. 3 представлен ход накопления аминного азота в гидролизатах кукурузного глютена к содержанию сухих веществ. Анализируя полученные графики приходим к выводу, что система наи более эффективная, а системы 2 и 3 одного порядка эффективности.

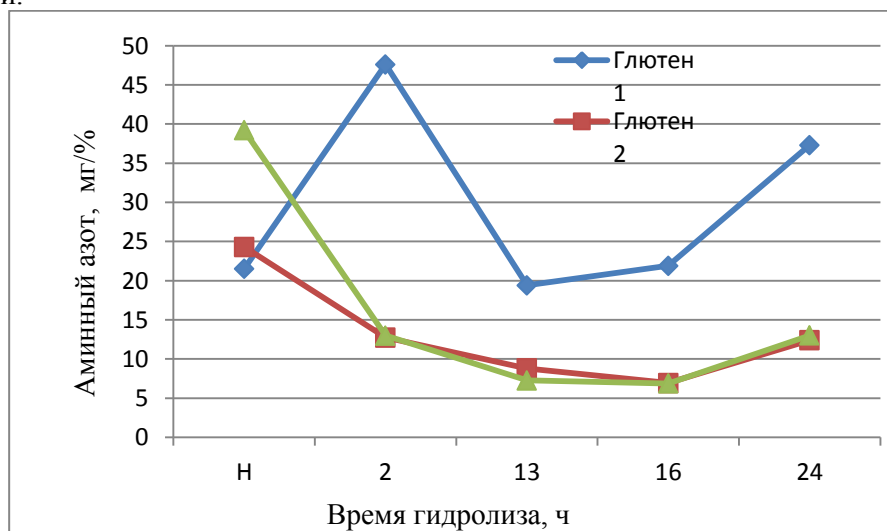


Рис. 3. Прирост аминного азота к содержанию сухих веществ в гидролизате

Для оценки биологической ценности в пищевом аспекте в полученных гидролизатах было определено содержание свободных аминокислот методом ВЭЖХ на хроматографе испытательной лаборатории ГНУ Ставропольский НИИЖК. Содержание свободных аминокислот сравнивалось с содержанием аминокислот в кукурузном глютене как эталоне. На основе полученных данных построена диаграмма на рис. 4.

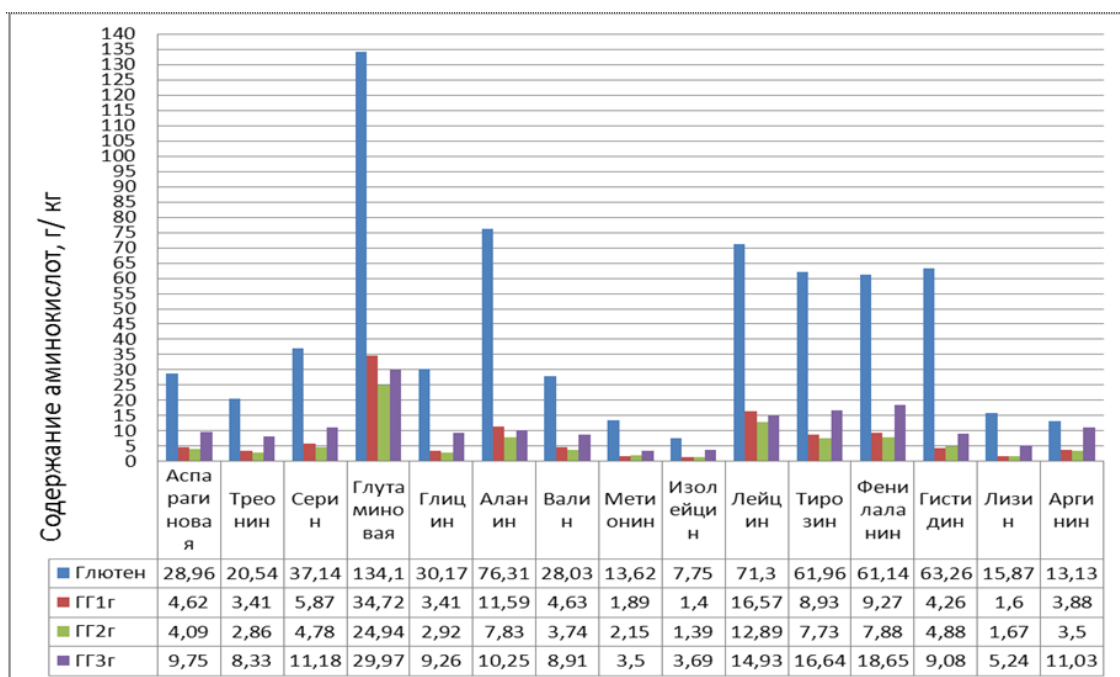


Рис. 4. Аминокислотный состав гидролизатов кукурузного глютена (густая и жидкая фракции) в сравнении с эталоном

Для оценки биологической ценности белка в таблице представлены значения аминокислотного сора и посчитан индекс незаменимых аминокислот (ИНАК). Для гидролизатов кукурузного глютена полученных разными комплексами ферментов характерно наличие разных лимитирующих аминокислот: треонин, изолейцин, метионин и цистеин, но для гидролизат системы 3 характеризуется самым большим показателем ИНАК 0,04. Наибольшее содержание такой важной аминокислоты как лизин наблюдается в гидролизатах системы 2 и 3, 2,91 и 2,88 % соответственно, а его содержание в системе 2 в три раза меньше.

Таблица

Сравнительная оценка биологической ценности белковой системы гидролизатов кукурузного глютена

Показатель	Белок глютена		
Аминокислотный скор, %:	Гидролизат глютена 1	Гидролизат глютена 2	Гидролизат глютена 3
Лизин	2,91	0,92	2,88
Метионин + цистеин	5,4	0,75	1,23
Треонин	1,36	1,14	3,33
Лейцин	11,6	9,02	10,45
Изолейцин	0,56	0,56	1,48
Фенилаланин + тирозин	10,92	9,37	21,17
Валин	2,31	1,87	4,46
Лимитирующие аминокислоты	треонин	изолейцин	метионин + цистеин
ИНАК	0,03	0,02	0,04

Анализ аминокислотного состава полученных гидролизатов позволил сделать следующие выводы: наибольшее количество свободных аминокислот было найдено в образце Глютен 3 и составило 170,39 г/кг, в то время как для Глютен 1 и Глютен 2 концентрация составила соответственно 116,06 г/кг и 93,26 г/кг. Для оценки эффективности также можно сравнить количество высвобождаемого метионина и лизина, так для системы Глютен 3 оно в обоих случаях самое высокое, затем идёт система Глютен 2 и Глютен 1. Наибольшая эффективность комплекса протосубтиллин и целловиридин сохраняется почти для всех аминокислот, исключая глутаминовую кислоту, аланин и лейцин максимум высвобождения которых наблюдается в системе с панкреатином. Система Глю-

тен 2 значительно уступает системе Глютен 3, где в дополнение к протосубтиллину добавлен целлювиридин. Таким образом применение комплекса ферментов приводит к более эффективному гидролизу, чем применение одного только протеолитического фермента.

Полученные результаты можно объяснить тем, что кукурузный глютен представляет собой сырье сложного состава, в него, помимо белка, входят высокомолекулярные полисахариды (20 % крахмал, 5 % гемицеллюлоза, и др.). Присутствие последних в субстрате вероятнее всего оказывало влияние на процесс ферментативного гидролиза белков под действием протеаз. Внесение ферментных препаратов амилолитического, ксиланазного действия повышает степень ферментативного гидролиза белков за счет их высвобождения из связанного состояния и способствует повышению пищевой ценности получаемых гидролизатов.

Таким образом изучена возможность повышения усвояемости кукурузного глютена ферментативным гидролизом с применением протеолитических ферментов в комплексе с целлюлитическими. Проведенные исследования являются основой для создания малоотходной технологии переработки кукурузного сырья для применения в комбикормовой промышленности. Проведение ферментативного гидролиза кукурузного глютена будет способствовать повышению пищевой и биологической ценности продукта за счет увеличения содержания в растворимой части (гидролизате) свободных аминокислот и полипептидов различной молекулярной массы. Показано, что продукты ферментативной модификации кукурузного глютена содержат широкий набор свободных аминокислот, в том числе все незаменимые аминокислоты.

Литература

1. Фаритов Т. А. Использование кормовых добавок в животноводстве. Уфа.: БГАУ, 2002. С. 84–105.
2. Макарец Н. Г. Кормление с/х животных. К.:ГУП «Облиздат», 1999. С. 255–259.
3. Крюков В. С. Популярно о кормовых ферментных препаратах // Ветеринарная газета. 1996. № 24 (112).
4. Hardwick J. E. Enzymic hydrolysis of corn gluten meal // J. Agric. Food Chem. 1989. № 37 (4). P. 1188–1192.