

УДК 633.152.577:635.65:633.43

**Черкашина Елена Сергеевна, Лодыгин Дмитрий Николаевич,
Лодыгин Алексей Дмитриевич**

ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ГИДРОЛИЗАТЫ ВТОРИЧНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ: АНАЛИЗ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье представлена организация гидролиза соевой муки и кукурузного глютена комплексом ферментов протеолитического и амилалитического действия. Анализ аминокислотного состава полученных гидролизатов и оценка возможных перспектив их использования.

Ключевые слова: соевая мука, кукурузный глютен, гидролиз, ферменты, гидролизат, аминокислотный состав, Протосубтилин 23х, ЦеллоЛюкс F.

Cherkashina Elena S., Lodygin Dmitriy N., Lodygin Aleksey D.

ENZYMATIC HYDROLYSATES OF SECONDARY PLANT MATERIALS: ANALYSIS OF AMINO ACID COMPOSITION AND PROSPECTS OF THEIR APPLICATION

The article presents the organization of hydrolysis soy flour and corn gluten hydrolysis with complex proteolytic and amilolitic enzymes hydrolyzates: amino acid composition analysis and. assessment of possible prospects for their use

Key words: Soy flour, corn gluten, hydrolys, enzymes, hydrolyzate, amino acid composition, Protosubtilin, CelloLux F.

Современный уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности страны, а также состояние ее сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к проблеме использования как первичных, так и вторичных сырьевых ресурсов. На законодательном уровне определены правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение, воспроизводство биоразнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений [1]. В этом аспекте вопрос максимальной переработки вторичных ресурсов АПК становится весьма актуальным. Адекватное решение этой проблемы экономически и экологически выгодно.

Среди вторичного растительного сырья особенно ценными являются побочные продукты крахмало-паточного и масло-жирового производства с высоким содержанием белка, такие как кукурузный глютен и соевая мука. Высокое содержание белка (59 % – соевая мука, 70 % – кукурузный глютен) и его пищевая ценность обуславливают их широкое применение в кормовом и пищевом производстве в качестве источника белка. В отличие от других источников полноценного белка данное сырьё имеет в своем применении ряд ограничений и сложностей, что связано с особенностями структуры белка и сырьевых особенностей.

Белковая фракция сухого кукурузного глютена состоит в основном из зеина, высоко гидрофобного белка, который растворим в изопропанол или этаноле, и глютелина, который растворим в водных щелочных растворах [2]. В их естественном состоянии они обладают плохой функциональностью по сравнению с другими коммерческими источниками белка, такие как молоко, молочная сыворотка и соя. Это связано прежде всего с их низкой растворимости в водных системах в условиях pH и ионной силы желудка человека и животных. Большинство белков пищи, как правило, находятся в растворе или в виде суспензии. Таким образом, для широкого применения кукурузного глютена в качестве белковой добавки необходимо повысить его рас-

творимость. В настоящее время проводится немало исследований изучающих вопрос ферментативного воздействия и получения растворимых пептидов [2].

При использовании соевой муки следует учитывать содержание в ней ингибиторов трипсина и трудноперевариваемость белка. Разработаны разные методы снижения ингибиторов: тестирование, экструдирование, обработка СВЧ и другие. Обработка соевой муки протеолитическими ферментами повышает переваримость протеина и доступность аминокислот.

Одним из приоритетных направлений развития отечественной отраслевой науки в области переработки сырья растительного и животного происхождения является разработка принципиально новых, оригинальных процессов и технологий, среди которых первостепенное значение занимает биотрансформация. Перспективным направлением интенсификации биотехнологических процессов в перерабатывающих отраслях АПК является использование высокоактивных биологических катализаторов, способствующих существенному увеличению выхода, улучшению качества и продлению сроков хранения готовой продукции в спиртовой, пивоваренной, кондитерской, хлебопекарной, крахмалопаточной, сыродельческой, мясоперерабатывающей, кормовой и других отраслях АПК [3].

При решении вопроса подбора протеаз в производстве продуктов важное значение имеют их специфичность к определенной пептидной связи гидролизуемого белка, а также активность и стабильность протеаз как функции pH и температуры, присутствие активаторов и ингибиторов, стоимость и возможность приобретения препарата, а также безвредность для человека. Учет этих критериев дает возможность оценки различных по специфичности протеаз при их использовании в промышленности.

Знание химического состава исходного сырья во многом определяет первичный отбор ферментных препаратов. Учитывая значительную массовую долю суммарных белков, а также наличие углеводных фракций в растительном сырье, нами избраны ферментные препараты: Протосубтилин ГЗх, ЦеллоЛюкс F и Панкреатин. Они весьма распространены, стоимость их приемлема, по сравнению с другими ферментными препаратами, все они производятся на территории России, апробированы при получении пищевых, кормовых и технических продуктов, безвредны для человека и животных.

На базе кафедры Прикладной Битехнологии СКФУ была проведена серия опытов, позволивших оценить степень воздействия отдельных ферментов и их комплексов на выбранные источники белка. В ходе исследования были получены гидролизаты соевой муки и кукурузного глютенa под действием 1 – панкреатина, 2 – Протосубтилина ГЗх., 3 – ЦеллоЛюкса F.

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 в гидролизатах сравнивалось с содержанием аминокислот в эталоне, в соевой муке и кукурузном глютене соответственно. На основе полученных данных построены диаграммы на рис. 1 и 2.

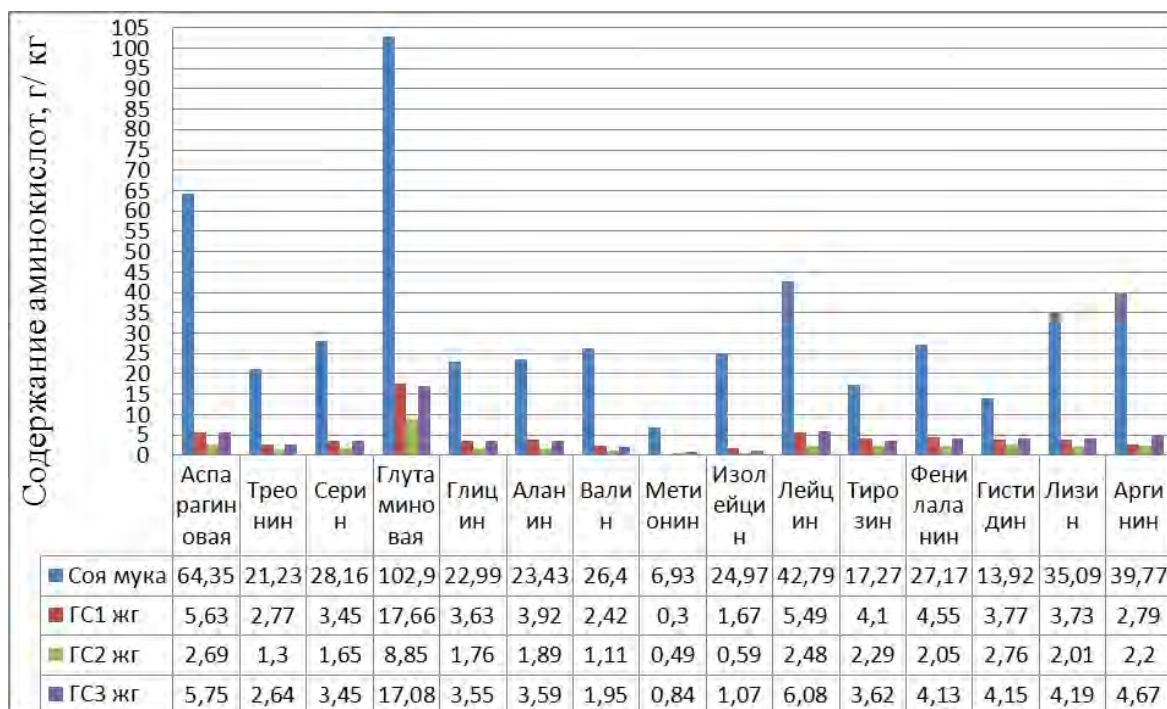


Рис. 1. Аминокислотный состав гидролизатов соевой муки (густая и жидкая фракции) в сравнении с эталоном

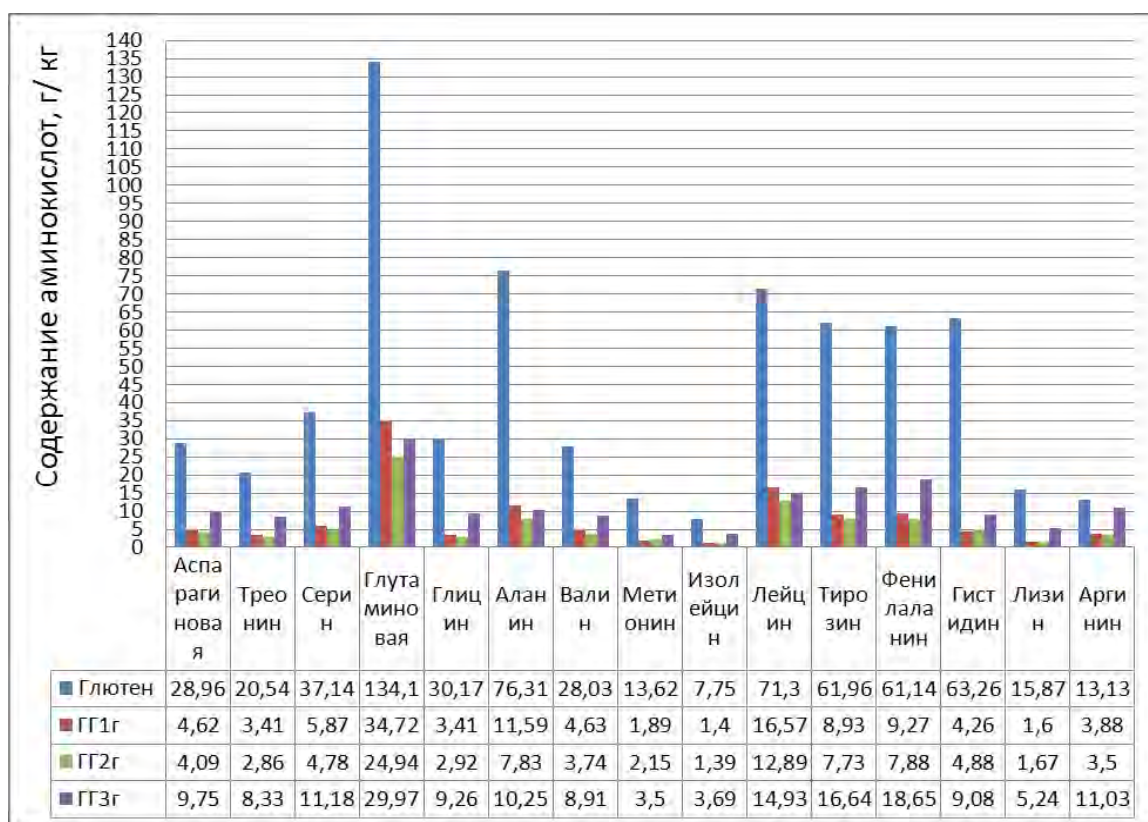


Рис. 2. Аминокислотный состав гидролизатов кукурузного глютенa (густая и жидкая фракции) в сравнении с эталоном

Для оценки биологической ценности гидролизovaných белков в табл. 1 представлены значения аминокислотного сора и посчитан индекс незаменимых аминокислот (ИНАК).

Таблица 1

**Сравнительная оценка биологической ценности гидролизатов
соевой муки и кукурузного глютена**

Показатель	Белок сои			Белок глютена		
Аминокислотный сора, %:	Гидролизат сои 1	Гидролизат сои 2	Гидролизат сои 3	Гидролизат глютена 1	Гидролизат глютена 2	Гидролизат глютена 3
лизин	6,78	3,65	7,62	2,91	0,92	2,88
Метионин + цистеин	0,86	1,4	2,4	5,4	0,75	1,23
треонин	5,04	3,25	6,6	1,36	1,14	3,33
лейцин	7,84	3,54	8,69	11,6	9,02	10,45
изолейцин	4,18	1,46	2,68	0,56	0,56	1,48
фенилаланин + тирозин	14,42	7,23	12,92	10,92	9,37	21,17
валин	4,84	2,22	3,9	2,31	1,87	4,46
Лимитирующие аминокислоты	метионин + цистеин	метионин + цистеин	метионин + цистеин	треонин	изолейцин	метионин + цистеин
ИНАК	0,049	0,028	0,054	0,03	0,02	0,04

Практически все белки растений являются неполноценными, т. к. имеют дефицит незаменимых аминокислот и усваиваются лишь на 62–80 %. Исключением являются белки сои, в состав которых входят незаменимые аминокислоты в пропорциях, близких к животным белкам, и которые после термической обработки, разрушающей ингибиторы протеаз, усваиваются на 86–95 %.[4]. Высокая биологическая ценность белков сои объясняется высоким содержанием незаменимых аминокислот, за исключением метионина.

Таким образом оценивая гидролизаты соевой муки по высвобождению метионина приходим к выводу о более эффективном процессе гидролиза в 3 системе ферментов, что так же подтверждается самым высоким значением ИНАК – 0,054. Наибольшее содержание такой важной аминокислоты как лизин наблюдается в гидролизатах системы 3 и 1, 7,62 и 6,78 % соответственно. Для гидролизатов кукурузного глютена полученных разными комплексами ферментов характерно наличие разных лимитирующих аминокислот: треонин, изолейцин, метионин и цистеин, но 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.

Оценивая полученные данные мы пришли к выводу, что наибольшее количество свободных аминокислот в гидролизате системы 3 обусловлено комплексным воздействием на субстрат протеолитического и целлюлолитического комплексного фермента. Таким образом применение комплекса ферментов приводит к более эффективному гидролизу, чем применение одного только протеолитического фермента.

Полученные результаты можно объяснить тем, что соевая обезжиренная мука и кукурузный глютен представляют собой сырье сложного состава, где помимо белка содержатся высокомолекулярные полисахариды (12,0 % – крахмал, 5,0 % – гемицеллюлоза, и др.) [5]. 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 соевого и кукурузного белка с применением протеолитических ферментов в комплексе с целлюлолитическими. Проведенные исследования являются основой для создания малоотходной технологии переработки вто-

ричного растительного сырья для применения как в пищевой так и в комбикормовой промышленности. Проведение ферментативного гидролиза белка исследуемых объектов способствует повышению пищевой и биологической ценности продукта за счет увеличения содержания в растворимой части свободных аминокислот и полипептидов различной молекулярной массы. Показано, что продукты ферментативной модификации содержат широкий набор свободных аминокислот, в том числе все незаменимые аминокислоты.

Биотехнологии, основанные на ферментативном катализе, способствуют не только увеличению рентабельности производства и интенсификации технологических процессов переработки сельхоз сырья, но и повышению биологических и потребительских свойств пищевых продуктов и напитков, созданию новых видов продукции, внедрению эффективных методов их производства и хранения, созданию современных биотехнологических комплексов переработки вторичных сырьевых ресурсов перерабатывающих отраслей.

Соевый белок уже давно широко используется как для кормовых, так и для пищевых целей, кукурузный глютен в этом смысле значительно уступает. Но анализ литературы позволил сделать вывод о возрастающем значении кукурузного глютена особенно для комбикормовой промышленности. В настоящее время глютен достаточно широко внедряется в практику производства концентратов и комбикормов для птицы. Благодаря высокой питательной ценности и хорошим физическим характеристикам, применение кукурузного глютена в кормлении птицы в количестве до 10 % к массе корма позволяет повысить ее продуктивность на 4,7–7,1 % [6].

Следует отметить, что кукурузный глютен обладает высокими кормовыми достоинствами не только для птицы, но и для сельскохозяйственных животных (в 1 кг содержится 1,3–1,5 к. ед.). В свиноводстве его используют в рационах хряков-производителей; холостых и супоросных свиноматок, ремонтного молодняка, поросят-сосунов и отъемышей в количестве до 15 %, для беконного откорма – не более 7 %. По имеющимся данным, применение кукурузного глютена в кормлении свиней позволяет экономить около 10 % зерна. Хорошо зарекомендовал себя глютен и в составе комбикормов для крупного рогатого скота при норме ввода до 20 % [6]. Использование глютена кукурузного сухого в качестве высокобелковой, витаминной и энергетической добавки в рацион животных и при производстве комбикормов, обеспечивает высокую и устойчивую продуктивность животных, позволяет уменьшить дефицит белковых кормов.

Таким образом биомодификация белковых систем за счет применения специфических ферментов – один из эффективных путей рационального использования вторичного сырья.

Литература

1. Кухаренко А. А. Некоторые аспекты рационального использования вторичных сырьевых ресурсов на предприятиях агропромышленного комплекса // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. № 10. С. 7–8.
2. Mannheim A., Cheryan M. Enzyme-modified proteins from corn gluten meal: Preparation and functional properties // J. of the American Oil Chemists' Society. 1992. V. 69 (12). P. 1163–1169.
3. Поляков В. А. Комплексные ферментные препараты целевого назначения для интенсификации биотехнологических процессов в пищевой промышленности // «Биотехнология. Вода и пищевые продукты»: материалы международной научно-практической конференции. М., 2008. С. 232.
4. Устюжанин А. П. Соя в России – стереотипы и реальность: ответы на вопросы редакции специалистов в области мясопереработки // Мясные технологии. 2010. № 11 С. 34–40.
5. Трошкова Г. П. Технология получения гидролизата сои с использованием протеолитического фермента бромелайна и оценка ростовых свойств питательной среды на его основе для перевиваемых культур клеток // Современные наукоёмкие технологии 2010. № 1. С. 45–47.
6. Ситько В., Рай В. Перспективы использования кукурузного глютена в птицеводстве // Птицефабрика. 2007. № 2. С. 7–8.