

УДК 664.38

Доцент Мартемьянова Л.Е., профессор Антипова Л.В.  
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра пищевой биотехнологии и переработки  
животного и рыбного сырья, тел.(473) 255-37-51

## Применение ферментных препаратов в получении растительных белков

Проведены экспериментальные исследования на чечевичной и люпиновой муке, которые показали целесообразность деструкции балластных полисахаридов при очистке белков бобовых от крахмалсодержащих компонентов. Определено влияние значения гидромодуля на технико-экономические показатели процесса получения белкового концентрата из чечевицы. Получены функциональные растительные белки.

There have been carried out experimental research on lentil and lupin flour, which could show expediency of ballast polysaccharides destruction during cleaning the protein legumes from amyllum components. Has been determined the influence of the values of hydro-module on technical and economic indices of the process of producing protein concentrate of lentils. Obtained functional vegetable proteins.

*Ключевые слова:* растительные белки, гидролиз

Современный этап развития пищевой технологии связан с обеспечением качественно нового скачка в эффективности использования ресурсов планеты для производства пищи. Промышленное освоение новой пищевой технологии способно повысить качество, снизить себестоимость, расширить объем и ассортимент производимого продовольствия уже на существующей сельскохозяйственной базе при одновременном развитии традиционных и нетрадиционных методов производства пищи. В последнее время большое внимание уделяется разработке новых источников и форм пищевого белка и их вкладу в увеличение объемов продукции животноводства. Это связано с преобладающим развитием производства новых форм мясных и молочных продуктов в целях снижения дефицита полноценных белков. Данное направление объединяет технологию получения белков различной степени чистоты и их переработку в новые пищевые продукты массового потребительского спроса. Все разнообразие растительных белков, используемых в питании и рассматриваемых в качестве резерва увеличения белкового фонда, разделяют на три основные группы: традиционные продукты сельского хозяйства, нетрадиционные ресурсы и новые источники белка. По степени изученности источники белка принято разделять на группы:

- применяемые в пищевых производствах вторичные белоксодержащие продукты (изоляты и концентраты соевых белков, отходы мельничных производств и крупорушек);

- перспективные, но пока еще недостаточно изученные с точки зрения технологии получения пищевого белка (биомасса зеленых растений, бобовые культуры, шрот из семян подсолнечника, хлопчатника, винограда);

- имеющее определенную ценность, но мало изученное с точки зрения безопасности для организма человека белоксодержащее сырье (шрот из семян арахиса, сафлора, рапса). Сюда же относят новые, малоисследованные источники белка – одноклеточные и многоклеточные водоросли.

Белки – азотсодержащие соединения, без которых жизнь невозможна. Подсчитано, что даже без учета листьев деревьев и морских водорослей природа могла бы обеспечить белком каждого человека на планете в количестве 125 г в день, т. е. значительно больше потребности.

Зерновые, бобовые, масличные культуры представляют важнейший ресурс растительных белков продовольственного назначения и интерес к их изучению не снижается, а поэтому требуется создание эффективных технологий. Зарубежными и отечественными учеными применены для этой цели методы экстрагирования и текстурирования сои, которые успешно применяются в промышленности.

Однако соя и белковые препараты на ее основе обладают рядом недостатков, несмотря

на широкое распространение. Это побуждает исследователей вести постоянный поиск отечественных источников для получения белковых препаратов на принципах импортзамещения.

Значительный объем работ в этом направлении проведен на базе Воронежского государственного университета инженерных технологий. Показана перспективность чечевицы, люпина, нута, амаранта, рапса как источников белков, аналогичных соевым [1,2,3,4,5].

В ходе экспериментальных исследований установлено, что питательная ценность соевых белков близка или равна питательной ценности белков животного происхождения, например, казеину. А антипитательные вещества достаточно легко нейтрализуются за счет применяемых режимов термической обработки.

При производстве растительных белков получают муку, концентраты и изоляты. При этом специфика структуры белков придает им вполне определенные физико-химические свойства, которые формируют функциональные свойства белков, такие как растворимость, способность к образованию гелей, эмульсий, пены и т. п.. Состав белковых препаратов определяется применяемой технологией. При производстве изолятов применяют, как правило, экстрагирование белков, связанное с их растворимостью. К факторам, влияющим на выход целевых продуктов, относятся рН, ионная сила растворов, температура. После перевода белков в растворенное состояние, используют осаждение в изоэлектрической точке, осаждение с применением комплексирующих агентов путем разбавления солевых растворов или с применением тепловой коагуляции. Весьма перспективны методы ультрафильтрации и обратного осмоса. Схемы применительно к растительным объектам имеют много общего, хотя и специфичны. Вместе с тем заметим, что приведенные выше способы и методы получения растительных белков различают по степени чистоты и характеризуются теми или другими недостатками, связанными, прежде всего, с энергоемкостью, многооперационно-

стью, отсутствием глубокой физико-химической характеристики побочных продуктов и отходов для рационального использования. В последнее время появилась информация о возможностях использования методов биотехнологии в получении высокобелковых полупродуктов и продуктов, реализованных большей частью путем применения ферментных препаратов известной специфичности для гидролиза балластных биополимеров в растительных объектах. Энзиматическая биоконверсия позволяет в мягких условиях и с высокой скоростью осуществлять выделение и очистку белков с максимальным сохранением функциональности. Очевидным преимуществом является возможность полного использования побочных продуктов в замкнутых технологических циклах.

Проведенные экспериментальные исследования на чечевичной и люпиновой муке показали целесообразность деструкции балластных полисахаридов при очистке белков бобовых от крахмалсодержащих компонентов. При этом использовали ферментные препараты амилазного действия (амилосубтилин Г 3Х), глюкоамилазного действия (глюкаваморин Г 3Х) и их композиции в подобранных оптимальных дозировках и соотношениях. Для гидролиза готовили водную суспензию чечевичной муки в соотношении 1:4. Отбор проб производили в течение 24 ч гидролиза, который вели при температуре 55 °С (совпадает с температурным оптимумом действия ферментов). Степень гидролиза оценивали по накоплению суммарных продуктов ферментативного гидролиза – редуцирующих веществ. Сравнительный анализ показал (табл. 1), что максимальное накопление продуктов гидролиза (15,4 % РВ) и высокая степень деструкции (44,9 %) достигается при совместной обработке сырья композицией ферментных препаратов. Экспериментальные данные свидетельствуют, что 5 часов гидролиза достаточно для максимальной деструкции крахмала.

Т а б л и ц а 1

Динамика гидролиза крахмала чечевичной муки под действием ферментных препаратов.

Продолжительность	Ферментные препараты					
	Амилосубтилин Г 3Х		Глюкаваморин Г 3Х		Композиция	
	РВ, %	Степень гидролиза, %	РВ, %	Степень гидролиза, %	РВ, %	Степень гидролиза, %
1	2	3	4	5	6	7
1	6,90	20,20	7,04	20,50	7,40	24,60
2	6,99	20,40	7,15	20,80	7,40	25,10
3	7,10	20,70	7,30	21,30	8,60	26,40

1	2	3	4	5	6	7
4	7,17	20,90	7,34	21,40	9,05	38,80
5	7,30	21,30	7,40	21,60	13,30	44,90
6	7,33	21,30	7,27	21,20	15,40	44,60
7	7,33	21,32	7,28	21,20	15,40	44,61
24	7,33	21,32	7,30	21,22	15,42	44,62

Результаты проведенных исследований по влиянию различных факторов на эффективность гидролиза показали, что максимальный эффект деструкции крахмала отмечается при дозировке ферментной композиции 10 единиц на 1 г сырья. Влияние температуры на накопление суммарных продуктов ферментативного гидролиза под действием декстринирующих и осахаривающих ферментов композиции определяли в интервале температур 30 - 60 °С при рН = 6,0 и продолжительности 5 ч. Установлено, что исследуемые зависимости имеют типичный «колоколообразный» характер. При этом, в диапазоне 45 - 55 °С отмечалась наибольшая скорость реакций, после чего из-за преобладания денатурирующих процессов в молекуле белка-фермента скорость реакции резко падала. Исследование влияния рН на накопление продуктов гидролиза проводили в диапазоне рН от 3,0 до 8,0. Ярво выраженный

максимум активности наблюдался при рН = 4,6 с интервалом рН-стабильности 4,5 - 4,7, что согласуется с известными данными о рН оптимумах ферментных препаратов.

В ходе дополнительно проведенных экспериментов с целью обоснования рациональной величины гидромодуля установлено, что его значение существенно влияет на технико-экономические показатели процесса получения белкового концентрата из чечевицы. Показано, что рациональным из диапазона значений гидромодуля 1:2 - 1:6 является 1:4. В указанных условиях достигаются наибольшие значения степени гидролиза крахмала и выхода белкового концентрата – 86,6 % к массе белка и 26 % к массе сырья.

Совокупность полученных результатов позволяет предложить технологическую схему получения концентрата белков чечевицы, основные этапы которой приведены на рис. 1.

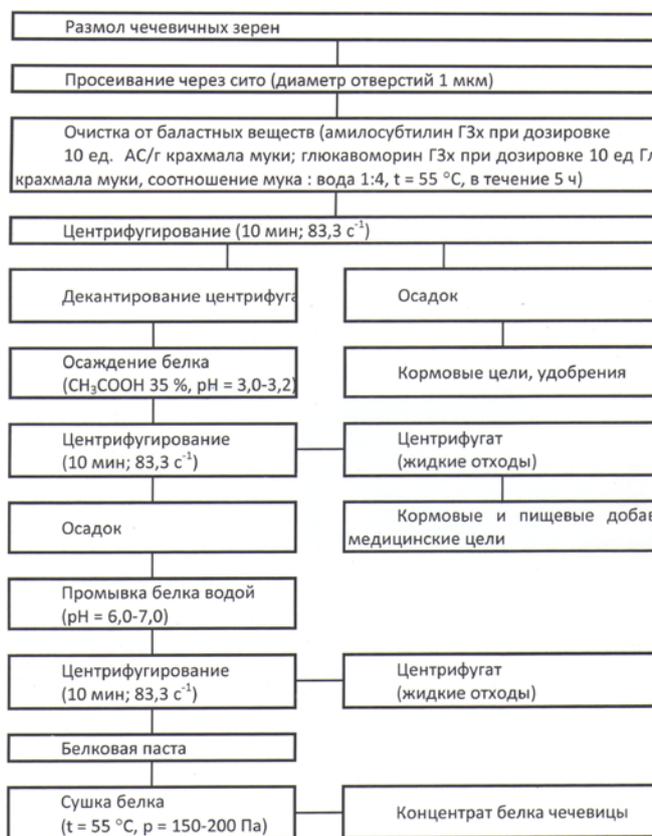


Рис. 1. Технологическая схема получения концентрата белков чечевицы

Зерна чечевицы размалывали и просеивали через сито с диаметром отверстий не более 100 мкм. Для проведения гидролиза готовили водную суспензию муки в соотношении 1:4. Гидролиз крахмалсодержащего сырья мультиэнзимной композицией проводят при внесении  $\alpha$ -амилазы (амилосубтилин) и глюкоамилазы (глюкаваморин) при дозировке каждого препарата, соответственн, 10 ед. АС и ГЛА/г крахмала муки и температуре 55 °С. Для этого навеску сухих препаратов предварительно разводили в минимальном объеме воды и вносили в суспензию муки с температурой 55 °С при тщательном перемешивании смеси. Общая продолжительность гидролиза 5 ч.

По окончании гидролиза смесь центрифугировали в течение 10 мин при 83,3 с-1, центрифугат декантировали и осаждали в нем белок в изоэлектрической точке (рН 3,0-3,2) раствором уксусной кислоты с массовой долей 35 %. После осаднения белков в течение 20-30 мин смесь повторно центрифугировали при тех же режимах. По окончании центрифугирования получали белковую пасту и центрифугат.

Пасту трижды промывали водой для полного удаления уксусной кислоты, внесенной при осаждении белка с последующим центрифугированием и сушкой. В лабораторной практике использовали сублимационную сушку при режимах: температура 50 °С; давление 150 – 200 Па.

Исследование химического состава центрифугатов и осадков показало, что они богаты усвояемыми формами углеводов, преимущественно глюкозой и мальтозой, не содержат нежелательных примесей, имеют хорошие органолептические показатели. Такие свойства позволяют рекомендовать их для производства кормов, глюкозных сиропов, обогатителей и т. д. Это открывает перспективы внедрения замкнутого технологического цикла, обеспечивающего безвредность производства, безотходности и рациональность использования ресурсов.

Сравнительная характеристика известных и предлагаемых способов получения растительных белковых концентратов приведена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Сравнительная характеристика способов получения белковых концентратов

Показатели	Способ получения препарата растительного белка	
	Концентрат белка сои	Концентрат белка чечевицы
Химические реактивы	Органические растворители	Уксусная кислота
Ферментные препараты	-	Амилосуб-тилин ГЗх, глюкаваморин ГЗх;
Выход, % к исходному белку	70,5	86,6
Массовая доля белка, %	70,0	80,5

Таким образом, биотехнологические методы позволяют увеличить выход белков и исключить применение агрессивных сред, что открывает более широкие перспективы применения в пищевых технологиях

Были получены аналогичные результаты по очистке от углеводных биополимеров при реализации технологии белковых препаратов и из других бобовых (нут, люпин), следовательно эта технология может быть использована повсеместно. Полученные функциональные растительные белки прекрасно совмещаются с пищевыми системами, стимулируют их функционально-технологические свойства, балансируют состав аминокислот, положительно влияют на качественные характеристики готовых продуктов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богатырева, Ж. И. Получение и применение белковых препаратов люпина в технологии функциональных продуктов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07, 05.18.01. – Воронеж, 2009. – 25 с.
- 2 Астанина, В. Ю. Применение белковых препаратов чечевицы в технологии мясных продуктов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. – Воронеж, 1998. – 22 с.
- 3 Федоров, А. А. Получение, свойства и применение белков амаранта в производстве функциональных продуктов питания [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07. – Воронеж, 2010 – 24 с.
- 4 Аникеева, Н. В. Опыт применения белковых препаратов в технологии мясных

продуктов [Текст] / Н. В. Аникеева // ЦНТИ. – 2003. – ИЛ № 51-033-03. – С. 3.

5 Аникеева, Н. В. Получение и применение белоксодержащего продукта из нута [Текст] / Н.В. Аникеева // ЦНТИ. – 2003. – ИЛ № 51-015-03. – С. 3.

#### REFERENCES

1 Bogatyrev, Zh. I. Preparation and use of lupine protein drugs in the technology of functional foods [Text]: abstr. dis. ... Ph. D.: 05.18.07, 05.18.01. – Voronezh, 2009. - 25 p.

2 Astanina, V. Y. Application of protein drugs in technology lentil meat products

[Text]: abstr. dis. .. Ph. D.: 05.18.04. – Voronezh, 1998. - 22 p.

3 Fedorov, A. A. Preparation, properties and application in the production of amaranth protein functional foods [Text]: abstr. dis. ... Ph. D.: 05.18.07. – Voronezh, 2010 - 24 p.

4 Anikeeva, N. V. Experience of protein drugs in the technology of meat products [Text] / N.V. Anikeeva // CSTL. - 2003. - IL № 51-033-03. - P. 3.

5 Anikeeva, N. V. Preparation and use protein-containing product from chickpeas [Text] / N. V. Anikeeva // CSTL. - 2003. - IL № 51-015-03. - P. 3.