

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭКСТРАКЦИЯ БЕЛКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ИЗ СЕМЯН БОБОВЫХ КУЛЬТУР

**Ожимкова Е.В., Ущাপовский И.В.**

Тверской государственной технической университет, г. Тверь, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье представлены основы ресурсосберегающей технологии комплексной переработки с семян бобовых культур с получением белковых компонентов. Для интенсификации экстракции белковых комплексов из семян бобовых культур предложено использование низкочастотного ультразвука. Экспериментально подобраны условия ультразвукового воздействия, обеспечивающие максимальный выход целевых компонентов.

**Ключевые слова.** Экстракция, бобовые культуры, белки, ресурсосбережение.

## ULTRASONIC EXTRACTION OF PROTEIN COMPLEXES FROM LEGUME SEEDS

**Ozhimkova E.V., Uschapovsky I.V.**

Tver State Technical University, Tver, Russian Federation

**Abstract.** The article presents the basics of resource-saving technology for complex processing of legume seeds with obtaining protein components. The use of low-frequency ultrasound is proposed to intensify the extraction of protein complexes from legume seeds. The conditions of ultrasonic exposure that provide the maximum output of the target components are experimentally selected.

**Keywords.** Extraction, legumes, proteins, resource conservation

Бобовые являются уникальными сельскохозяйственными культурами. Представители этого семейства, произрастая на всех континентах, являются одними из самых высокобелковых растений, культивируемых человеком. Бобовые имеют огромное продовольственное значение, их употребление в пищу обеспечивает людей необходимыми для жизни биохимическими компонентами, в первую очередь - белками, «медленными» углеводами с низким гликемическим индексом, а также витаминами группы В, С, Е, липидами, солями фосфора, магния, калия, кальция. Кроме того, в сельскохозяйственном производстве бобовые культуры являются обязательным звеном при севообороте в интенсивных системах земледелия, что в свою очередь обеспечивается постоянное возобновление и доступность данного вида сырья для производства ценных биологически активных веществ (белковых изолятов, крахмалов, антиоксидантов и т.д.) [1-2].

Важнейшими показателями пищевой ценности семян бобовых культур является их аминокислотный состав. Содержание незаменимых аминокислот в семенах бобовых овощных культур в среднем составляет 54,3-77,5 г/кг семян. Белки бобовых овощных культур по содержанию незаменимых аминокислот соответствует рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения [2-7].

В последние годы установлено положительное влияние на здоровье человека белковых компонентов растительного происхождения [5,7,8]. Эти свойства схожи с теми эффектами, которые ранее приписывались пептидам, выделенным из молока и молочных продуктов, а также из других продуктов животного происхождения - рыбы, мяса, яиц. Доказано [1-2, 7], что пептиды различных размеров и даже интактные растительные белки, особенно из богатых белком семян, таких как бобовые, оказывают благотворное воздействие на организм человека, в частности, влияют на здоровье костей, сердечно-сосудистой системы, могут рассматриваться как средство для профилактики онкологических заболеваний, для разработки препаратов для контроля массы тела. Кроме того, белки бобовых влияют на чувствительность клеток к инсулину, на активность иммунных клеток и усвоение минеральных соединений. Белки из семян бобовых культур включены в категорию "нутрицевтиков" (или "функциональных компонентов") [3,8].

Еще одна причина стабильного роста потребительский спроса на растительные белки - альтернатива мясным белкам в рационе [1-3, 5]. Белки бобовых культур не только обладают уникальными питательными и функциональными свойствами, но и успешно используются в качестве эмульгаторов и при инкапсулировании биологически активных соединений. Кроме того, белки бобовых культур можно подвергать различной модификации (физическими, ферментативными и химическими

методами), а также использовать комбинации белков с полисахаридами (гликано-протеиновые комплексы). Комбинации бобовых белков с полисахаридами улучшают их эмульгирующие свойства и стабильность при различных pH, температуре и ионной силе растворов [7,8].

Целью представленной работы являлась разработка научных основ комплексной ресурсосберегающей технологии переработки биомассы семян бобовых культур.

В качестве растительного материала для проведения исследований использовались образцы коммерчески торговых марок зеленого и желтого гороха, белой и красной фасоли, красные бобы и зеленая чечевица. При получении контрольных образцов метод экстрагирования белковых компонентов заключался в следующем: семена бобовых измельчали на лабораторной мельнице до образования муки с диаметром частиц не более 150 мкм и диспергировали в дистиллированной воде (гидромодуль 1:5). Процесс вели при pH 8,5, поддерживаемом добавлением 0,5 н. раствора едкого натра в количестве 1-2 мл в зависимости от используемого растительного материала. Полученный белковый экстракт отделяли от нерастворимого остатка растительного сырья центрифугированием (3500 об/мин, 25 мин). Затем добавлением 1,2 н раствора соляной кислоты pH белкового экстракта доводили до 4,3, выпавший осадок отделяли центрифугированием (4500 об/мин, 30 мин), а полученный белковый осадок лиофильно высушивался для дальнейшего хранения. Концентрацию белка в полученных экстрактах определяли бицинхонатным и биуретовым методами.

Для ультразвуковой экстракции белковых комплексов из гороха ультразвуковой генератор настраивали по интенсивности воздействия, навеску растительного сырья (20 г) насыпали в химический стаканчик и заливали 100 мл дистиллированной воды, добавляли 1-2 мл 0,5 н раствора едкого натра в зависимости от используемого растительного сырья для экстракции белка (до pH=8,5), после чего насадку генератора погружали в стаканчик и проводили обработку сырья. Во время ультразвуковой обработки среда нагревается до 32 – 35<sup>0</sup> С (в зависимости от мощности ультразвука и продолжительности воздействия), что не приводит к инактивации белков. Путем добавления 1.2 н раствора соляной кислоты pH белкового раствора доводили до 4.3, а выпавший осадок отделяли центрифугированием (4500 об/мин, 30 мин).

Таблица 1 - Выход белковых компонентов при различных условиях экстракции

Наименование растительного сырья	Экстракция без использования ультразвукового воздействия		Ультразвуковая экстракция	
	Изолят белка, г/100 г сырья	Общий белок (по Къельдалю), г/100 г сырья	Изолят белка, г/100 г сырья	Общий белок (по Къельдалю), г/100 г сырья
Зеленый горох	17.0±0.1	23.4±0.1	21.0±0.1	25.1±0.1
Желтый горох	17.0±0.1	26.7±0.1	20.7±0.1	29.9±0.1
Белая фасоль	17.1±0.1	25.1±0.1	21.4±0.1	29.8±0.1
Красная фасоль	16.0±0.1	22.3±0.1	20.3±0.1	28.4±0.1
Красные бобы	16.0±0.1	19.1±0.1	19.5±0.1	22.3±0.1
Чечевица	17.1±0.1	25.5±0.1	19.3±0.1	28.1±0.1

Ультразвуковая экстракция позволяет увеличить выход белковых компонентов из растительного материала при существенном сокращении длительности процесса. Кроме того, предлагаемые условия проведения процесса с использованием ультразвукового воздействия, но без необходимости нагрева реакционной среды и внесения дополнительных растворителей для экстракции целевых компонентов обеспечивает сохранение биологической активности белков, что в свою очередь позволяет использовать их в качестве добавок для повышения биологической ценности пищевых продуктов. Например, белковые пасты, получаемые из бобовых культур, могут быть использованы в составе мясных продуктов паштетного и/или эмульсионного типа (колбасы, сосиски и т.д.), различных соусов и др.

#### Список использованных источников

1. Nutritive quality and protein production from grain legumes in a boreal climate / C.I. Lizarazo [etc]//Journal of the Science of Food and Agriculture. - 2015.Vol.95, Is.10. - pp. 2053–2064.
2. Sweetie, R. Arjun K., Sharma A. Antioxidant and antimicrobial activity of legume hulls / R. Sweetie, K. Arjun, A. Sharma // Food Research International. -2011. Vol.44. - pp.3182-3187

3. Bajaj, P. Pea protein isolates: Novel wall materials for microencapsulating flaxseed oil / P. Bajaj, J. Tang, S. Sablani // *Food and Bioprocess Technology*. – 2015. Vol. 8 (12). - pp. 2418-2428
4. Interfacial and emulsifying properties of lentil protein isolate / M. Joshi [etc] // *Food Chemistry* / - 2012. Vol. 134 (3). - pp. 1343-1353
5. Karaca, A., Nickerson potential use of plant proteins in the microencapsulation of lipophilic materials in foods / A.C. Karaca, N.H. Low // *Trends in Food Science and Technology* - 2015. Vol.42 (1). - pp. 5-12
6. Босак, В.Н. Особенности аминокислотного состава и биологическая ценность белка бобовых овощных культур / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии* - 2018. №1. - С.37-40.
7. Protein-rich legume and pseudo-cereal crop suitability under present and future European climates / R. Manners [etc] // *European Journal of Agronomy* – 2020. Vol.113. - pp. 125974
8. Carbonaro M., Maselli P, Nucara A. Structural aspects of legume proteins and nutraceutical properties / M. Carbonaro, P. Maselli, A. Nucara // *Food Research International* – 2015. Vol. 76 (1). - pp. 19-30

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00336.