УДК 664.3.033

МОДИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛКА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ

♦♦♦♦♦

MODIFICATION OF FUNCTIONAL TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PROTEIN TO STABILIZE FOOD SYSTEMS

Ольховатов Егор Анатольевич
кандидат технических наук,
доцент ВАК,
действительный член Российской инженерной академии – ученый секретарь Кубанского отделения;
доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
olhovatov_e@inbox.ru

Храпко Ольга Петровна
кандидат технических наук,
доцент ВАК,
доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
hrapko_op@mail.ru

Сымулов Виталий Олегович
обучающийся 4-го курса бакалавриата,
факультет пищевых технологий,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
vssymulov@mail.ru

Аннотация. Изучены методики оценки отдельных функциональных технологических свойства белков. Проведены исследования модификации свойств белка на модельном объекте. Сформулирован способ модификации функциональных свойств белка цельнозерновой сои.

Ключевые слова: белок, функциональные технологические свойства, пищевые системы, стабилизация.

Olkhovatov Egor Anatolyevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Higher Attestation Commission,
full member of the Russian Academy of Engineering – Academic Secretary of the Kuban branch;
Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
olhovatov_e@inbox.ru

Khrapko Olga Petrovna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Higher Attesta-tion Commission,
Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
hrapko_op@mail.ru

Symulov Vitaly Olegovich
4nd year bachelor's Student,
Faculty of Food Technology,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
vssymulov@mail.ru

Annotation. Methods for evaluating individual functional and technological properties of proteins have been studied. Modification of protein properties on a model object has been studied. A method for modifying the functional properties of whole-grain soy protein has been formulated.

Keywords: protein, functional technological properties, food systems, stabilization.

Задача создания поликомпонентных продуктов, в состав которых входят ингредиенты различных нутриентных групп, для формирования высоких потребительских свойств требует решения проблемы придания стабильности создаваемым пищевым системам. Для целого ряда компонентов продовольственного сырья и продуктов питания характерны функциональные технологические свойства. Так, белкам свойственны жироудерживающая (ЖУС) или жиросвязывающая (ЖС) и влагоудерживающая (ВУС) или водосвязывающая (ВС) способности – интенсивность связывания жиров или воды при формировании стабильной коллоидной системы, не разделяющейся при технологической обработке и в период хранения [1].

Таким образом, основной решаемой задачей должен стать поиск пути стабилизации получаемой системы с модификацией функциональных технологических свойств белков. На первом этапе работы было проведено изучение опыта предшественников, для чего осуществлен обзор идейно близких разработок [2].

Необходимо особо отметить, что ни один из рассмотренных способов не применяет физических мер воздействия на белок для формирования функциональных технологических свойств белка, содержащегося в составе сырья. При этом результаты,

стабильно получаемые исследователями из КубГАУ [3, 4], позволяют сформулировать гипотезу о возможности модификации функциональных технологических свойств растительного белка для стабилизации пищевых систем [5]. В числе результатов, достижение которых становится возможным в результате проведенных исследований – моделирование и оптимизация методом математического планирования состава композитных смесей для производства хлеба повышенной пищевой и биологической ценности [6].

Целью проводимых нами исследований является поиск путей модификации функциональных технологических свойств растительного белка для получения пищевых систем с высокой степенью стабильности

Задачи работы сформулированы исходя из цели и для ее реализации:

– определить функциональные технологические свойства исследуемых белков на модельном объекте (контроль в эксперименте);

– провести исследование по модификации свойств белка с применением электрофизических воздействий на модельном объекте;

– исследовать водо- и маслоудерживающую способности (ВУС и МУС) белков цельного зерна сои;

– разработать способы модификации функциональных свойств белка цельнозерновой сои как основы для обогащаемой стабильной белковой начинки кондитерских изделий;

Объектами исследования являются:

– изолят соевого белка – в качестве модельного объекта;

– цельное зерно сои современных высокобелковых сортов отечественной селекции (ВНИИМК, г. Краснодар) – было выбрано по причине богатого биохимического состава, содержащего, в т. ч., минералы и пектиновые вещества.

При исследовании функциональных свойств белкового изолята определяли такие показатели как жироудерживающая и водоудерживающая способности (МУС и ВУС) [1].

Для определения жироудерживающей способности навеску изолята белка соевого массой 5 г помещали во взвешенную градуированную центрифужную пробирку, добавляли 30 мл рафинированного и дезодорированного подсолнечного масла. Смесь перемешивали в течение 1 мин при скорости вращения электрической мешалки 1000 об/мин, затем отстаивали 30 мин, после чего центрифугировали 15 мин при 4000 об/мин, взвешивали пробирку с белком и маслом и замеряли общий объем смеси в пробирке и объем масла, оставшегося не адсорбированным. Неадсорбированное масло сливали, пробирку устанавливали в наклонном положении под углом 10–15° на 10 мин для удаления оставшегося масла. После чего пробирки взвешивали.

Маслоудерживающую способность рассчитывали по формуле (1):

$$\text{МУС} = \frac{a-b}{c}, \quad (1)$$

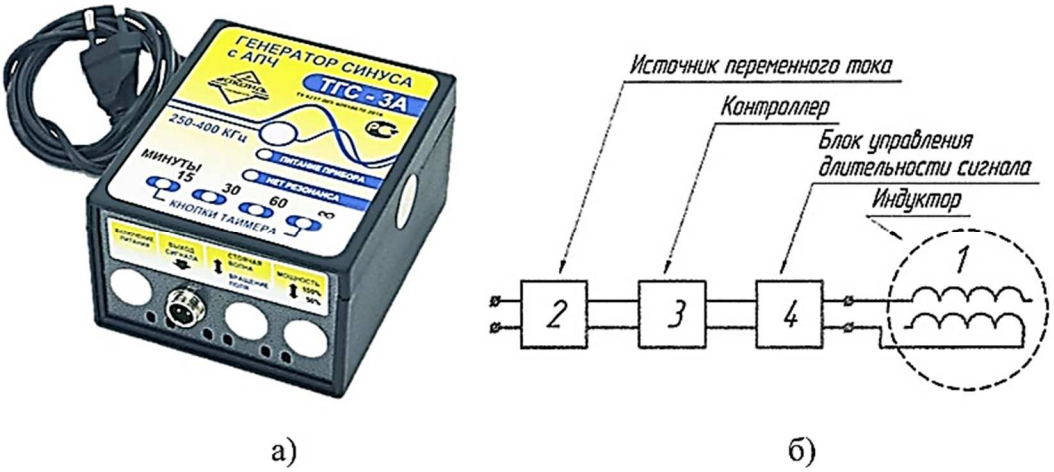
где *а* – масса пробирки с соевым белковым изолятом и связанным маслом, г; *в* – масса пробирки с соевым белковым изолятом, г; *с* – навеска соевого белкового изолята, г.

Водоудерживающую способность определяли аналогично жироудерживающей способности, вместо масла используя воду.

На первом этапе работы объекты исследования подвергали сочетанному воздействию электростатики м электромагнитного поля в килогерцовом диапазоне, пользуясь возможностями работы прибора ТГС-3А (г. Тольятти, ООО МНПФ «ЮКОНД»).

Генератор синуса ТГС-3А имеет автоматическую подстройку частоты от 250 до 400 КГц (АПЧ) под катушку, входящую в комплект. Прибор снабжен таймером со звуковым сигналом, время отключения которого разделено на 4 режима:15, 30, 60 мин и режим «∞». Генератор начинает работать при нажатии кнопки таймера выбранного режима длительности работы прибора. Аппарат обеспечен встроенным блоком питания с фильтром для гашения высокочастотных импульсных помех. Генератор имеет систему контроля резонанса и соответствующий световой индикатор. Имеется переключатель, который позволяет переходить из режима стоячей волны «I», в режим вращения статического поля «О», а также возможность модуляции по ряду Фибоначчи.

Внешний вид прибора ТГС-3А и его электрическая схема приведены на рисунке 1.



а) б)

Рисунок 1 – Внешний вид прибора ТГС-3А (а) и его электрическая схема (б)

Результаты исследования маслоудерживающей способности (МУС) белков соевого изолята с применением прибора ТГС-3А приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования маслоудерживающей способности (МУС) белков соевого изолята с применением прибора ТГС-3А

Тип воздействия	МУС, %, по режимам обработок				Контроль (без обработки)
	Вращение поля		Стоячая волна		
	100 ед	50 ед	100 ед	50 ед	
Электростатика	222,0	220,5	224,0	222,3	214,5
Электромагнит	263,1	245,3	262,8	250,2	214,5

Из приведенных данных видно, что заметные изменения значений маслоудерживающей способности получены при электромагнитном воздействии, при этом электростатика весомого вклада в формирование функционального технологического свойства белка модельной системы не внесла.

Результаты исследования водоудерживающей способности (ВУС) белков модельной системы с применением прибора ТГС-3А приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования водоудерживающей способности (ВУС) белков соевого изолята с применением прибора ТГС-3А

Тип воздействия	ВУС, %, по режимам обработок				Контроль (без обработки)
	Вращение поля		Стоячая волна		
	100 ед	50 ед	100 ед	50 ед	
Электростатика	219,4	216,7	215,1	212,2	190,0
Электромагнит	427,3	255,0	430,5	257,0	190,0

Из приведенных в таблице данных видно, что, аналогично полученным ранее данным по параметру МУС, заметные изменения значений показателя водоудерживающей способности получены при электромагнитном воздействии. Электростатика также весомого вклада в формирование и этого функционального технологического свойства белка модельной системы не внесла.

Природой наблюдаемого является способность белка формировать коллоидные системы в зависимости от заряда, приобретаемого белковой молекулой, формирующей коллоидную частицу, становясь ее ядром, и его плотности, что возможно обеспечить воздействием электромагнитного поля, управляя электрохимическими параметрами происходящего взаимодействия белков с диполями воды.

Не удовлетворившись полученными результатами, на втором этапе исследований модельную белковую систему было решено подвергнуть воздействию электромаг-

нитного поля в низкочастотном диапазоне (ЭМП НЧ) и ультразвуковой обработки (УЗ). Это станет предметом наших дальнейших исследований, поскольку полученные на настоящем этапе исследований результаты все же положительны и требуют всестороннего изучения, что позволит разработать способ модификации функциональных технологических свойств белка при использовании цельнозерновой сои в составе продукта.

Литература

1. Щеколдина Т.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий повышенной биологической ценности с использованием белкового изолята подсолнечного шрота: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» : дис. … кандид. техн. наук / Щеколдина Татьяна Владимировна. – Краснодар, 2010. – 169 с.
2. Ольховатов Е.А. Способы модификации функциональных свойств белка / Е. А. Ольховатов, О.П. Храпко, В.О. Сымулов // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Майкоп : Магарин Олег Григорьевич, 2024. – С. 231–233.
3. Патент № 2825224 C1 Российская Федерация, МПК A23L 21/12, A23L 33/00, A23L 5/30. Способ получения джема из субтропических плодов: № 2023115558: заявл. 13.06.2023: опубл. 22.08.2024 / А.Н. Акаба, Е.В. Щербакова; заявитель ФГБОУ ВО «КубГАУ».
4. Патент № 2825227 C1 Российская Федерация, МПК A23L 21/12, A23L 33/00, A23L 5/30. Джем из субтропических плодов: № 2023115561: заявл. 13.06.2023: опубл. 22.08.2024 / А.Н. Акаба, Е.В. Щербакова; заявитель ФГБОУ ВО «КубГАУ».
5. Лозовский И.В. Модификация функциональных свойств белков гороха (Pisum sativum, L.) / И.В. Лозовский, Т.В. Орлова // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – Курск : ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2022. – С. 367–369.
6. Айрумян В.Ю. Моделирование и оптимизация методом математического планирования состава композитных смесей для производства хлеба повышенной пищевой и биологической ценности / В.Ю. Айрумян, Н.В. Сокол, Е.А. Ольховатов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 5(64). – С. 40–45. – DOI: 10.33979/2219-8466-2020-64-5-40-45

References

1. Shchekoldina T.V. Improving the technology of bakery products of increased biological value using protein isolate of sunflower meal: specialty 05.18.01 «Technology of processing, storage and processing of cereals, legumes, cereals, fruit and vegetable products and viticulture» : dis. ... candide. Technical Sciences / Shchekoldina Tatiana Vladimirovna. – Krasnodar, 2010. – 169 p.
2. Olkhovatov E.A. Methods of modification of functional properties of protein / E.A. Olkhovatov, O.P. Khrapko, V.O. Symulov // Science, education and innovations for agriculture: status, problems and prospects: proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference. – Maikop : Oleg Grigorievich Magarin, 2024. – P. 231–233.
3. Patent № 2825224 C1 Russian Federation, IPC A23L 21/12, A23L 33/00, A23L 5/30. Method of obtaining jam from subtropical fruits: № 2023115558: application. 06/13/2023: published. 08/22/2024 / A.N. Akaba, E.V. Shcherbakova; applicant FGBOU HE «KubGAU».
4. Patent № 2825227 C1 Russian Federation, IPC A23L 21/12, A23L 33/00, A23L 5/30. Jam from subtropical fruits: № 2023115561 : application. 06/13/2023 : published. 08/22/2024 / A.N. Akaba, E.V. Shcherbakova; applicant FSBEI HE «KubGAU».
5. Lozovsky I.V. Modification of the functional properties of pea proteins (Pisum sativum, L.) / I.V. Lozovsky, T.V. Orlova // Problems and prospects of scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions: Collection of reports of the IV International Scientific and practical Conference. – Kursk : Kursk Federal State Budgetary Budgetary Institution «Kursk Federal Agricultural Research Center», 2022. – p. 367–369.
6. Ayrumyan V.Yu. Olkhovatov // Modeling and optimization by mathematical planning of the composition of composite mixtures for the production of bread of increased nutritional and biological value / V.Yu. Ayrumyan, N.V. Ayrumyan, E.A. Sokol // Technology and commodity science of innovative food products. – 2020. – № 5(64). – P. 40–45. – DOI: 10.33979/2219-8466-2020-64-5-40-45