

ЭМУЛЬГИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫХ БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК Emulsifying properties of milk protein supplements

А. В. Грибко, студент магистратуры

О. В. Зинина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

О. В. Горелик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: А. В. Степанов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Аннотация

Для обеспечения стабильности пищевых систем эмульсионного типа в промышленных масштабах используют эмульгаторы и стабилизаторы. Молочные белковые добавки обладают высоким технологическим потенциалом, проявляют высокую водосвязывающую, эмульгирующую, пенообразующую способности, и поэтому могут успешно применяться в производстве пищевых продуктов. Экспериментально установлено, что сывороточные гидролизаты обладают лучшей эмульгирующей способностью по сравнению с изолятом, не прошедшим ферментативный гидролиз.

Ключевые слова: молочная сыворотка, гидролизат, ферментация, гидролиз, технологическая добавка.

Summary

To ensure the stability of emulsion-type food systems on an industrial scale, emulsifiers and stabilizers are used. Milk protein additives have a high technological potential, exhibit high water-binding, emulsifying, and foaming abilities, and therefore can be successfully used in food production. It has been experimentally established that whey hydrolysates have a better emulsifying ability compared to the isolate that has not undergone enzymatic hydrolysis.

Keywords: whey, hydrolyzate, fermentation, hydrolysis, technological additive.

Сывороточные белки являются основным побочным продуктом промышленного производства молочных продуктов с высокой пищевой ценностью. Большинство из них в процессе переработки превращаются в порошкообразные белковые продукты – сухая сыворотка, сывороточный белковый концентрат и изолят, гидролизаты сывороточных белков. Однако это происходит в случае рационального подхода к использованию вторичного сырья на производстве, иначе эти отходы вызывают серьезное загрязнение окружающей среды, что приводит к растрате ресурсов.

Молочные белковые ингредиенты широко используют в разных отраслях пищевой промышленности, так как они обладают необходимыми технологическими показателями: хорошо связывают и удерживают воду и жир, проявляют эмульгирующие свойства и высокую пенообразующую способность; кроме того, являются источником полноценного животного белка и минеральных веществ [1].

Функциональные свойства молочных белковых добавок могут быть изменены путем трансформации структуры белка посредством химических или ферментативных методов. Химический гидролиз белка широко используется из-за простоты и доступной стоимости.

Однако, химический гидролиз имеет много ограничений, таких как трудности в контроле процесса, приводящие к вариациям химического состава. С этой точки зрения ферментативный гидролиз более приемлем, к тому же является более экологичным. Ферментацию молочного сырья можно осуществлять как специфичными ферментами, так и микроорганизмами, которые в процессе метаболизма выделяют в субстрат ферменты необходимой направленности.

Особо важны технологические добавки для формирования оптимальной структуры и обеспечения стабильности при тепловой обработке и последующем хранении продуктов эмульсионного типа. Ингредиенты из молочных белков широко используются в производстве пищевых продуктах и обладают отличной эмульгирующей способностью, так как снижают межфазное напряжение и быстро адсорбируются на границе масло-вода. Эмульгирующие свойства белков (гидролизатов) зависят от гидрофобных взаимодействий, поверхности, и молекулярной массы.

Ферментативный гидролиз белков до низкой степени гидролиза ($СГ \leq 10\%$) приводит к высвобождению поверхностно-активных пептидов, которые диффундируют, адсорбируются, разворачиваются и быстрее переориентируются на границе масло/вода по сравнению с нативным белком. Кроме того, конформационные изменения, вызванные гидролизом, благоприятствуют высвобождению гидрофобных групп, изначально скрытых внутри структуры белка, которые также способствуют улучшению эмульгирующей активности белковых гидролизатов [2]. Высокая степень гидролиза приводит к снижению эмульгирующей способности гидролизата сывороточных белков, что связано с меньшим размером частиц и низкой гидрофобностью поверхности. Это приводит к увеличению образования гидрофильных пептидов и, как следствие, слабому взаимодействию с границей раздела масло-вода.

В литературе отмечено, что относительно стабильные эмульсии могут быть получены из гидролизатов сывороточного белка с высокой долей пептидов > 5 кДа и гидролизатов казеина с высокой долей пептидов > 2 кДа. Связывают это с образованием более гибких амфифильных пептидов [3].

Таким образом, гидролизаты сывороточных белков могут успешно использоваться в качестве эмульгатора для стабилизации эмульсии масло-в-воде в производстве продуктов питания эмульсионного типа.

Цель и методика исследования

Целью работы является исследование эмульгирующей способности гидролизата сывороточного белка. В качестве объекта исследования использовали гидролизат Optiper 4Bars – гидролизованный протеин 80% белка (Ирландия) и сывороточный белковый изолят (WPI).

Эмульгирующую способность определяли как отношение объёма эмульгированного масла к общему его объёму в системе следующим образом.

Навеску белковой добавки массой 1,75 г помещали в гомогенизатор, добавляли 25 мл дистиллированной воды и суспензировали в течение 1 мин при 4000 об/мин.

Добавляли в смесь 25 мл подсолнечного рафинированного масла и эмульгировали в гомогенизаторе еще 1 мин. Эмульсию помещали в градуированную центрифужную пробирку и центрифугировали 5 мин при 2000 об/мин.

Эмульгирующую способность рассчитывали по формуле:

$$ЭС = (V_{э} / V_0) 100\%$$

где $V_{э}$ – объём эмульгированного слоя, мл

V_0 – общий объем смеси, мл.

Стабильность эмульсии оценивали аналогично, но после тепловой обработки при 75°C полученной при гомогенизации эмульсии.

Результаты исследования

Эмульгирующая способность исследуемых сывороточных белковых добавок приведена в таблице 1.

Таблица 1

Эмульгирующая способность белковых добавок

Белковая добавка	Эмульгирующая способность, %	Стабильность эмульсии, %
сывороточный белковый изолят (WPI)	34,5	54,0
гидролизат сывороточного белка Optiper	46,0	63,0

Результаты исследований показали, что эмульгирующая способность гидролизата сывороточного белка выше, чем изолята, не подвергавшегося ферментативному гидролизу. Также гидролизат способствует лучшему сохранению эмульсии в процессе тепловой обработки, показывая более высокую стабильность.

Полученные результаты согласуются с многими авторами, показывающими, что гидрофобные взаимодействия усиливаются в гидролизатах по сравнению с изолятами сывороточных белков, поскольку содержание α -спиральной структуры значительно увеличивается на границе раздела фаз масло-вода в отличие от растворов. Это объясняется тем, что гидролиз белка приводит к образованию более мелких и гибких пептидов, что способствует экспозиции и взаимодействию гидрофобных остатков с масляной фазой [3, 4].

Эмульгирующие свойства разных гидролизатов зависят от гидрофобных взаимодействий поверхности и молекулярной массы [5]. Однако, в процессе ферментации может быть не только улучшение, но и ухудшение эмульгирующих свойств, что зависит от вида используемого фермента. Снижение эффективности эмульгирования гидролизата при этом связывают с меньшим размером частиц и низкой гидрофобностью поверхности, что увеличивает образование гидрофильных пептидов, тем самым приводя к слабому взаимодействию с границей раздела масло-вода. Такой эффект установлен при ферментации сыворотки алкалазой, протеиназой и папаином [6].

Выводы

На основании проделанной работы можно сделать вывод, что гидролизаты сывороточных белков имеют хорошую перспективу применения в качестве технологических добавок в эмульгированных продуктах питания для сохранения стабильности структуры в процессе тепловой обработки и хранения.

Таким образом, гидролизаты сывороточных белков могут быть альтернативой пищевым добавкам – эмульгаторам и стабилизаторам, традиционно используемым в производстве продуктов питания.

Библиографический список

1. *Надточий Л. А., Карл Асель, Хашиим М., Павлова А. С., Бенденко Е.* Исследование свойств коммерческих высокобелковых продуктов на молочной основе [Электронный ресурс] // Ползуновский вестник. 2020. № 2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

issledovanie-svoystv-kommercheskih-vysokobelkovyh-produktov-na-molochnoy-osnove (дата обращения: 23.01.2023).

2. *Avramenko N. A., Low N. H., Nickerson M. T.* The effects of limited enzymatic hydrolysis on the physicochemical and emulsifying properties of a lentil protein isolate [Электронный ресурс] // *Food Research International*. 2013. № 51 (1). С. 162-169. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.11.020>.

3. *O'Regan J., Mulvihill D. M.* Sodium caseinate-maltodextrin conjugate hydrolysates: Preparation, characterisation and some functional properties [Электронный ресурс] // *Food Chemistry*. 2010. № 123(1). С. 21-31. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.115>.

4. *Nor E. Rahmani-Manglano, Nykola C. Jones, Søren V. Hoffmann, Emilia M. Guadix, Raúl P'erez-G'alvez, Antonio Guadix, Pedro J. García-Moreno.* Structure of whey protein hydrolysate used as emulsifier in wet and dried oil delivery systems: Effect of pH and drying processing // *Food Chemistry*. 2022. № 390. Номер статьи 133169.

5. *Ghribi A. M., Gafsi I. M., Sila A., Blecker C., Danthine S., Attia H.* Effects of enzymatic hydrolysis on conformational and functional properties of chickpea protein isolate [Электронный ресурс] // *Food Chemistry*. 2015. № 187. С. 322-330. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.109>.

6. *Du X., Jing H., Wanga L., Huang X., Wang X., Wang H.* Characterization of structure, physicochemical properties, and hypoglycemic activity of goat milk whey protein hydrolysate processed with different proteases // *LWT - Food Science and Technology*. 2022. № 159. Номер статьи 113257.