

УДК 664.7

РАЗРАБОТКА СОЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ТОФУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

Кислицына К.В., студентка 4 курса факультета Биотехнологии
Научный руководитель – Смотраева И.В., к.т.н., доцент
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет
ИТМО»

Ключевые слова: тофу, соя, папаин, бромелаин, растительный белок

В данном тезисе будет рассмотрен соевый сыр тофу и возможности создать на его основе новые продукты, а также рассмотрены протеолитические ферменты папаин и бромелаин как способ улучшения соевого сыра для лучшего усвоения растительного белка. Представлены результаты уже проделанной работы и составлен план дальнейшего исследования.

Введение. В современном обществе все больше растет популярность веганских и вегетарианских диет, суть которых заключается в полном или частичном отказе от продуктов животного происхождения, но в обеих диетах происходит полный отказ от мяса животных и птицы. Так как мясо является главным источником белка и аминокислот, люди его заменяют продуктами из растительных белков, например, тофу, который является одним из наиболее популярным заменителем мяса.

Тофу - азиатский продукт из соевых бобов. Аминокислотный состав соевого белка практически соответствует животному и содержит все незаменимые и частично заменимые аминокислоты [1].

Однако усвоение соевого белка значительно хуже животного и не превышает 80% из-за антипитательных веществ: ингибиторов протеаз, лектинов. Также такие вещества как фитаты мешают усвоению макро- и микроэлементов, витаминов, а изофлавоны и фитоэстрогены могут влиять на гормональный фон человека [1].

Таблица 1 - Содержание незаменимых аминокислот в соевом изоляте

Незаменимая аминокислота	Содержание аминокислот в соевом изоляте, г/100г	Суточная норма аминокислот, г/100г
Валил	5.0	3 – 4
Изолейцин	4.7	3 – 4
Лейцин	7.9	4 – 6
Лизин	6.2	3 – 5
Метионин	1.26	2 – 4
Тreonин	3.6	2 – 3
Фенилаланин	5.1	2 – 4

Цель работы – создание нового веганского продукта на основе соевого сыра тофу с использованием протеолитических ферментов.

Один из самых простых путей деактивации антипитательных веществ сои – это ее термическая обработка. Однако термическая обработка – это наименее эффективный способ разрушения антипитательных веществ. Для лучше усвоения белка в продукт на основе тофу будут добавляться протеолитические ферменты класса пептидаз - бромелаин и папаин, которые активно используется в качестве пищевых добавок [2].

Бромелаин и папаин имеют примерно одинаковый рН оптимум для гидролиза белков 5,0-7,5. Но что касается температуры папаин отличается от бромелаина большей температурной стабильностью. Оптимум работы бромелаина 30-35°C, тогда как для папаина оптимум работы может достигать 65°C для некоторых субстратов. Для соевых бобов оптимум у бромелаина для расщепления β -конглицина 30°C. Бромелаин и папаин оба работают как протеолитические ферменты, гидролизуя белки. Однако, они демонстрируют активность на разных белковых субстратах. Бромелаин эффективен в разрушении коллагена, тогда как папаин более эффективен в разложении эластина. Таким образом, бромелаин и папаин в качестве пищевой добавки хорошо использовать в комплексе для лучшего расщепления белков [3].

На данном этапе исследования была разработана рецептура и технология, подобрана оптимальная температура, время работы ферментов и их количество. Для определения среднего значения свободного α -аминного азота по одной технологии было приготовлено 5 проб тофу с ферментом и по классической рецептуре. Методом с нингидрином было определено, что среднее количество свободного α -

аминного азота в ферментированном тофу составляет 173 мг на килограмм, тогда как значение в тофу по классической рецептуре, приготовленном из того же сырья, составляет только 60 мг. Химизм метода заключается в том, что нингидрин реагируют с α -аминокислотами образуя сине-фиолетовый комплекс, на спектрофотометре определяется интенсивность окраски, которая пропорциональна количеству α -аминокислот. Увеличение количества аминокислот в образце говорит о гидролизе белка ферментами. Такое разложения белка, должно облегчить переваривание белка ферментами желудочно-кишечного тракта.

Таблица 2 - Содержание свободного α -аминного азота в образцах тофу

№ пробы	Содержание свободного α -аминного азота на кг					
	1	2	3	4	5	Среднее значение
Тофу классический	72 мг	43 мг	66 мг	56 мг	65 мг	60 мг
Тофу ферментированный	190 мг	153 мг	166 мг	171 мг	183 мг	173 мг

Заключение. Таким образом, в полученном продукте за счет протеолитических ферментов усвоенного организмом белка будет значительно больше, чем в классическом тофу.

Полученный ферментированный тофу будет гомогенизирован до состояния кремной массы. Такой крем-тофу будет являться полноценным веганским аналогом классический творожных сыров и творожных сыров с вкусовыми добавками. Также в кулинарии творожный сыр является ингредиентом для многих блюд и десертов, поэтому ферментированный тофу может стать ингредиентом для создания вегетарианских вариаций классических рецептов.

Дальнейшая работа позволит создать новые веганские соевые продукты на основе тофу, обогащенный ферментами для лучшего усвоения белка.

Библиографический список:

1. Qin P., Wang T., Luo Y. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development //Journal of Agriculture and Food Research. – 2022. – Т. 7. – С. 100265.

2. Цугленок Н. В., Матюшев В. В., Цугленок Г. И., Хохлова А. И. Результаты исследований по инактивации антипитательных веществ в сое // Вестник КрасГАУ. 2012. №5.

3. Chowdhury R., Maranas C. D. From directed evolution to computational enzyme engineering—a review // AIChE Journal. – 2020. – Т. 66. – №. 3. – С. e16847.

DEVELOPMENT OF TOFU-BASED SOY PRODUCTS USING PROTEOLYTIC ENZYMES

Kislitsyna K.V.

Scientific supervisor – Smotraeva I.V.

**Federal State Educational Institution of Higher Education "ITMO
National Research University"**

***Keywords:** tofu, soy, papain, bromelain, plant protein*

This thesis will consider tofu soy cheese and the possibility of creating new products based on it, as well as the proteolytic enzymes papain and bromelain as a way to improve soy cheese for better absorption of vegetable protein. The results of the work already done are presented and a plan for further research is drawn up.