

## РАЗРАБОТКА СОЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ТОФУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

**Кислицына К.В.** (ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»)   
**Научный руководитель – к.т.н., доцент Смотряева И.В.** (ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

### **Введение.**

В современном мире общество все чаще задумывается о своем питании и образе жизни, что дает рост популярности разнообразных диет. Одни из наиболее известных диет и стилей жизни являются веганские и вегетарианские, 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 - традиционный азиатский продукт из соевых бобов. Аминокислотный состав соевого белка практически соответствует животному и содержит все незаменимые и частично заменимые аминокислоты, однако растительный белок усваивается значительно хуже животного из-за антипитательных веществ: ингибиторов протеаз, лектинов. Также такие антипитательные вещества сои как фитаты мешают усвоению макро- и микроэлементов, витаминов, а изофлавоны и фитоэстрогены могут влиять на гормональный фон человека [1].

### **Основная часть.**

Цель работы - улучшение традиционного соевого продукта тофу за счет обогащения протеолитическими ферментами бромелаином и папаином для лучшего усваивания белка и улучшения пищеварения.

Один из самых простых путей деактивации антипитательных веществ сои – это ее термическая обработка. В классической рецептуре тофу соевое молоко доводится до кипения и может непродолжительно вариться для уменьшения антипитательных веществ, стерилизации продукта, а также для лучшего коагулирования. Однако термическая обработка – это наименее эффективный способ разрушения антипитательных веществ, и в рецепте тофу для сохранения вкуса нагрев идет слишком мало времени, чтобы полностью деактивировать их. Для лучшего усвоения белка в продукт на основе тофу будут добавляться протеолитические ферменты класса пептидаз - бромелаин и папаин, которые активно используются 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  $\beta$ -конглицина 30°C. Бромелаин и папаин оба работают как протеолитические ферменты, гидролизуя белки. Однако, они демонстрируют активность на разных типах белковых субстратов. Бромелаин особенно 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 и лучшего их усвоения [3].

В ходе работы определяется фактическое количество белка в продукте методом Кьельдаля и количество  $\alpha$ -свободного аминного азота методом с нингидрином. На показатель свободного  $\alpha$ -аминного азота влияет наличие протеолитических ферментов, с добавлением ферментов количество свободного  $\alpha$ -аминного азота увеличивается, что говорит о гидролизе

пептидов, что позволит улучшить усвоение белка. Также ферментация способствует уменьшению антипитательных веществ, что тоже позволяет улучшить усвояемость.

### **Выводы.**

Таким образом, в полученном продукте за счет протеолитических ферментов усвоенного организмом белка будет значительно больше чем в классическом тофу, планируемый показатель усвояемости может достигать значений в 2 раза больше.

Так как в веганских и вегетарианских диетах достаточно ограниченный выбор продуктов, полученный ферментированный тофу будет гомогенизирован до состояния спреда. Такой продукт будет являться полноценным веганским аналогом классической творожной сыры. Для разнообразия можно использовать различные вкусовые добавки такие как: зелень, маринованные огурцы, томаты и другие. Также в кулинарии творожный сыр является ингредиентом для многих блюд, поэтому ферментированный тофу может стать ингредиентом для создания веганских или вегетарианских вариаций классических рецептов, например чизкейков или синнабонов.

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

### **Список использованных источников.**

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 инаktivации антипитательных веществ в сое // Вестник КрасГАУ. 2012. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-issledovaniy-po-inaktivatsii-antipitatelnyh-veschestv-v-soe> (дата обращения: 13.02.2024).
3. Chowdhury R., Maranas C. D. From directed evolution to computational enzyme engineering—a review //AIChE Journal. – 2020. – Т. 66. – №. 3. – С. e16847.