

Васильев Алексей Сергеевич

канд. техн. наук, доцент

Шегельман Илья Романович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

КРАТКИЙ ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

***Аннотация:** для развития базы знаний в области использования проращенных семян в пищевой промышленности выполнен краткий обзор зарубежных исследований. База знаний в рассмотренной области развивается и будет использована при разработке новых патентоспособных решений.*

***Ключевые слова:** патент, пищевая промышленность, проращенные семена.*

В рамках развития базы знаний в области использования проращенных семян в пищевой промышленности выполнен краткий обзор зарубежных исследований.

Согласно исследованиям D.-H. Cho и S.-T. Lim во многих азиатских странах растет потребление проращенного коричневого риса, что обусловлено его улучшенным пищевым качеством и потенциальными функциями, способствующим укреплению здоровья. Однако исследователями отмечается отсутствие исследований по композиционным и функциональным изменениям биоактивных компонентов во время проращивания коричневого риса. Коричневый рис содержит отруби и зародыши, где существуют различные питательные и биофункциональные компоненты, такие как пищевые волокна, γ -оризанол, витамины и минералы. Тем не менее, коричневый рис потребляется меньше, чем белый рис, поскольку при приготовлении он имеет худшую текстуру. Проращивание является одним из методов, используемых для улучшения текстуры приготовленного коричневого риса, он вызывает

многочисленные изменения в составе и химической структуре биоактивных компонентов, а во многих исследованиях сообщалось, что проращивание может вызвать образование новых биоактивных соединений, таких как гамма-аминомасляная кислота [1].

В последние годы внимание многих научных работ было привлечено к изучению бусенника обыкновенного (который также называют слезы Иовы, семена Коикса, слезная трава, *hato mugi*, *adlay*, *adlai*). В таких исследованиях бусенник обыкновенный исследовался как в качестве высокопитательного пищевого сырья так и в качестве лекарственного средства. В работе [2] рассмотрено влияние проращивания семян бусенника (*Coixlachryma-jobi* L), применяемого, как известно, в качестве источника пищи (круп) и в качестве лекарственных средств в народной медицине, на пищевые и физико-химические свойства. Рассмотренное исследование было посвящено изучению характера изменений питательных и физико-химических свойств семян бусенника в течение 60-часового проращивания. Результаты выполненных исследований показали, что проращивание семян бусенника в течение 60 часов приводило к 3,4-кратному увеличению в них γ -аминомасляной кислоты и 3,6-кратному увеличению количества *Coixol* по сравнению с непророщенными семенами бусенника, в то же время содержание триолеина несколько уменьшилось. При проращивании некоторые высокомолекулярные белки гидролизировались в более мелкие белки, пептиды и аминокислоты после прорастания. Сканирующие электронные микрофотографии показали, что процесс прорастания разрушал непрерывную матричную структуру муки бусенника и создавал ямы и отверстия на поверхности некоторых крахмальных гранул. Проращивание привело к изменениям свойств приклеивания и желатинизации бусенниковой муки. Таким образом, результаты рассмотренного исследования показывают, что проращивание семян бусенника является эффективным методом для улучшения питательных соединений при изменении физико-химических характеристик семян.

В работе [3] дан анализ эволюции ингредиентов питательных компонентов и антиокислительной активности в семенах (побегах) татарской гречихи (*Fagopyrum tataricum* L. Gaertn) во время проращивания. Эти исследования показали, что содержание полных флавоноидов увеличивалось с временем прорастания и выравнивалось после третьего дня прорастания с изменением тенденции рутина и кверцетина, противоположных друг другу. Снижение общего содержания белка и общего содержания сахара в проросших семенах сопровождалось увеличением аминокислот и уменьшением содержания сахара. Содержание витамина С (Vc) и В1 (VB1) показало минимум, не обнаружив заметных изменений для витамина В2 (VB2) и В6 (VB6). Содержание всего хлорофилла, хлорофилла А и В достигло максимума в пятый день прорастания. Содержание жирных кислот не имело регулярной тенденции изменения с временем прорастания. Активность захвата свободных радикалов увеличивалась со временем прорастания и была вызвана увеличением антиокислительной активности семян.

В исследовании [4] изучалось влияние проращивания семян и пробиотической ферментации на питательный состав пищевых смесей на основе ячменя. Для исследований использовались пищевые смеси, приготовленные из ячменной муки из непроращенных и проращенных семян, сывороточного порошка и томатной целлюлозы (2:1:1w/w). В процессе исследований эти пищевые смеси были подвергнуты автоклавированию, охлаждению и ферментации 5% (вид бактерий *Lactobacillus acidophilus* curd, 10⁶ клеток / мл) при 37 °С в течение 12 часов. Количество клеток было значительно выше (8.88 cfu/g) в ферментированной пищевой смеси, приготовленной из муки из пророщенных семян по сравнению с пищевой смесью на основе ячменя из непроращенных семян. Значительное снижение рН с соответствующим увеличением титруемой кислотности было обнаружено в пищевой смеси на основе ячменной муки из проращенных семян. В результате исследований установлено, что выполнение технологической обработки при подготовке пищевых смесей (проращивание, автоклавирование и пробиотическая

ферментация), не вызывала значительных изменений содержания золы и жира, но значительное снижение наблюдалось в сыром белке, сырой клетчатке, крахмале, общих и нерастворимых пищевых волокнах. Исследования показали, что комбинированная обработка рассмотренных пищевых смесей на основе ячменя обеспечило существенное улучшение в снижении содержания сахара, тиамина, ниацина, лизина и растворимых пищевых волокон в этих смесях. Эти данные позволили исследователям сделать вывод о том, что комбинация проращивания и ферментации является перспективным процессом для повышения качества питания с использованием пищевых смесей на основе крупных зерновых культур.

В работе [5] исследованы изменения в составе фенольной кислоты и ассоциированной ферментативной активности в период проращивания во фракциях побегов и ядра коричневого риса. Согласно методике исследований в период проращивания в течение четырех дней исследовался состав фенольной кислоты и активность двух связанных ферментов, таких как PAL (фенилаланин аммиак-лиаза) и CW-PRX (пероксидаза клеточной стенки) в коричневом рисе (BR). Были отделены фракции побегов и ядра пророщенного коричневого риса и проанализированы растворимые экстракты и нерастворимые остатки фракций. Установлено, что во фракции побега активность PAL и содержание растворимой фенольной кислоты достигала максимума на второй день атмосферного проращивания и затем уменьшалась и, напротив, количество нерастворимых фенольных кислот и активность CW-PRX непрерывно возрастали во время прорастания в течение четырех дней. По сравнению с фракциями побегов, фракции ядра проявляли более низкую активность PAL и CW-PRX, но демонстрировали увеличение общего содержания фенольной кислоты во время проращивания. Проращивание повышало антиоксидантную активность коричневого риса, особенно во фракциях побегов, которая содержала больше фенольных кислот, чем фракции ядра.

В работе A. Elmonem, O. Elkhalfa и R. Bernhar [6] исследованы вопросы влияния проращивания зерна на функциональные свойства муки сорго. Были

изучены функциональные свойства муки, полученной из пророщенных семян сорго, в качестве контроля использовали непророщенные семена. При исследованиях культуру суданского сорго (Fetarita) проращивали в течение пяти дней, а активность протеазы и амилазы измеряли каждые 24 часа. Результаты показали, что мука, полученная из пророщенных зерен сорго, имела высокую активность протеазы и амилазы. Пророщенные образцы имели более высокую растворимость белков по сравнению с контролем, самая высокая растворимость наблюдалась при pH 6. Проращивание увеличивало и индекс растворимости белка муки сорго. Сорговая мука из пророщенных семян имела минимальную концентрацию гелеобразования 8% по сравнению с 18% у контроля. Объемные плотности проросшей муки из пророщенных семян были ниже по сравнению с мукой из не пророщенных семян. Водные и масляные мощности были увеличены путем проращивания с 131,34% и 90,56% до 141,64% и 108% соответственно после трех дней проращивания. Значительно увеличилась эмульгирующая активность и стабильность пророщенных образцов. Кроме того, проращивание семян улучшало вспениваемость сорговой муки из невспененной муки до муки с пеной после трех дней проращивания; способность вспенивания и стабильность значительно увеличивались с увеличением времени проращивания. Таким образом, исследование показало, что проращивание семян улучшает функциональные свойства сорго, что позволит разработать новые продукты, используя пророщенные семена сорго.

База знаний в рассмотренной области развивается и будет использована при разработке новых патентоспособных решений.

Список литературы

1. Cho D.-H. Germinated brown rice and its bio-functional compounds [Текст] / D.-H. Cho, S.-T. Lim // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 196. – Pp. 259–271.
2. Impact of germination on nutritional and physicochemical properties of adlay seed (*Coixlachryma-jobi* L.) [Текст] / L. Xu, L. Chen, B. Ali, N. Yang, Y. Chen, F. Wu, Z. Jin, X. Xu // Food Chemistry. – 2017. – Vol. 229. – Pp. 312–318.

3. Evolution of nutrient ingredients in tartary buckwheat seeds during germination [Текст] / Z. Yiming, W. Hong, C. Linlin, Z. Xiaoli, T. Wen, S. Xinli // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 186. – Pp. 244–248.

4. Arora S. Effect of germination and probiotic fermentation on nutrient composition of barley based food mixtures [Текст] / S. Arora, S. Jood, N. Khetarpaul // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 119. – Issue 2. – Pp. 779–784.

5. Cho D.-H. Changes in phenolic acid composition and associate enzyme activity in shoot and kernel fractions of brown rice during germination [Текст] / D.-H. Cho, S.-T. Lim // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 256. – 2018. – Pp. 163–170.

6. Elmoneim A. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour [Текст] / A. Elmoneim, O. Elkhalfa, R. Bernhar // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 121. Issue 2. – Pp. 387–392.