

## **СПОСОБЫ МОДИФИКАЦИИ КРАХМАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

А.С. Марков

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

### **Аннотация**

Рассмотрены способы модификации нативных крахмалов для использования в качестве основного компонента в специализированных продуктах питания. Описаны некоторые современные физические, химические и ферментные способы обработки крахмалов и их влияние на свойства получаемых компонентов.

**Ключевые слова:** крахмал, амилоза, амилопектин, структурообразователь.

В настоящее время перед пищевой промышленностью стоит задача разработки и выпуска специализированных продуктов питания для людей страдающих некоторыми заболеваниями. Одни из наиболее распространённых заболеваний, лечение которых связано со строгим соблюдением диеты, являются такие как целиалкия, фенилкетонурия, почечная недостаточность. И если часть продуктов возможно использовать в их традиционном виде, то большая доля продуктов массового потребления в таком случае не пригодна для включения в рацион. Прежде всего это связано с белковой составляющей. И если в случае целиалкии возможна замена глиадинсодержащих компонентов на другие белки, то фенилкетонурия требует исключения практически любых белков из рациона. При этом привычные органолептические свойства продуктов формируются именно белками и образующимися из них структурами, что наиболее значимо проявляется в хлебобулочных, макаронных изделиях, и различной выпечки на основе пшеничной муки. Один из современных способов влияния на структуру продуктов является применение различных модификаций нативного крахмала, что позволяет придавать ему различные свойства. Модифицированные крахмалы могут применяться в качестве самостоятельного сырья [1], либо необходимые модификации осуществляться непосредственно при приготовлении продуктов питания за счёт физических или ферментативных воздействий [2].

Рассматривая крахмал как основной структурообразующий компонент таких специализированных продуктов следует учитывать так же, что различные нативные крахмалы имеют различное строение зёрен. При значительном количестве линейных ответвлений амилопектина в кристаллических структурах крахмала, так называемый резистентный крахмал, он так же рассматривается как средство профилактики заболеваний, связанных с проблемами обмена веществ, таких как сердечно-сосудистые заболевания, ожирение и диабет 2 типа. Поскольку медленное переваривание крахмала может снизить гликемическую реакцию в крови, т.е. может свидетельствовать о медленном повышении уровня глюкозы в крови после приема пищи и поддержании уровня глюкозы в крови с течением времени. Структура такого крахмала устойчива к ферментативному перевариванию  $\alpha$ -амилазой, что снижает высокие и быстрые гликемические пики. Кроме этого, такие фракции крахмалов, не поддающиеся перевариванию, могут достигать толстой кишки и ферментироваться там пробиотическими бактериями, продуцирующими короткоцепочечные жирные кислоты. Затем эти кислоты (например, уксусная, пропионовая и масляная) могут всасываться, попадать в кровоток и снижать уровень холестерина в плазме, тем самым снижая риск сердечно-сосудистых заболеваний [3]. Таким образом, резистентный крахмал, действующий как пищевые волокна, способствует выработке короткоцепочечных жирных кислот и не поддающийся ферментативному перевариванию, представляет собой перспективный компонент при разработке специализированных

пищевых продуктов, богатых крахмалом. Одной из разновидностью таких резистентных крахмалов являются этерифицированные лимонной фумаровой, глутаминовой, гликолевой, молочной, яблочной кислотами.

Новый способ повышения доли резистентного крахмала, в составе нативного, является обработка влагой при высоком давлении без повышения температуры. Этот способ приводит к увеличению энтальпии плавления амилопектина и снижению растворимости и способности к набуханию, а так же повышению температуры склеивания и снижению пиковой вязкости. Эти свойства, очевидно, применимы только в продуктах с необходимым увеличением трудноперевариваемого крахмала и малопригодны для обеспечения связанной структуры.

Значительную степень физико-химических изменений крахмала обеспечивает сочетание термовлажностной обработки, совмещённой с последующим вакуумированием [4]. В конце процесса такой обработки механическое воздействие, вызванное внезапной декомпрессией в направлении вакуума, способствует изменению кристаллической структуры и ослаблению гранул крахмала. При этом наблюдается снижение относительной кристалличности, уменьшение энтальпии и температурного диапазона клейстеризации, а также повышение температур клейстеризации. Таким образом, гидротермальная обработка способствует увеличению термической стабильности гранул крахмала и способствует укреплению связей, что делает структуру более плотной.

Влияние на степень разветвлённости амилопектина и, как следствие, на его функциональные свойства, возможно также с помощью разветвляющего фермента, который гидролизует  $\alpha$ -1,4-гликозидную связь, а затем переносит невосстанавливающиеся концы линейных цепей в C-6 гидроксильное положение внутреннего остатка глюкозы через внутри- или межмолекулярные  $\alpha$ -1,6-гликозидные связи, образуя новые глюканы с высокой плотностью разветвления [5]. При этом практический интерес представляет последовательная модификации глюкоамилазой и разветвляющим ферментом на системы, содержащие амилозу в качестве субстрата, которая может поставлять подходящего донора для разветвляющего фермента для генерации новой  $\alpha$ -1,6 точки разветвления.

Таким образом, перспективными способами модификации крахмалов для использования в специализированных продуктах питания, где они являются основным структурообразующим компонентом, можно считать влаготермическую и ферментативную обработки.

### **Список литературы**

1. Литвяк В.В., Быкова С.Т., Росляков Ю.Ф., Кузина Л.Б. Безопасное питание для больных фенилкетонурией: Инновационный способ получения безбелковых макаронных изделий // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022. Т. 14, № 1. С. 380-403.
2. Gao, Y., Janes, M.E., Chaiya, B., Brennan, M.A., Brennan, C.S. Prinyawiwatkul, W. Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement. / *Int J Food Sci Technol*. 2018. Т. 53. С. 19-32.
3. M. Wang, S. Wichienchot, X. He, X. Fu, Q. Huang, B. Zhang In vitro colonic fermentation of dietary fibers: Fermentation rate, short-chain fatty acid production and changes in microbiota *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Т. 88. С. 1-9.
4. Herlina Marta, Yana Cahyana, Sarah Bintang, Giffary Pramafisi Soeherman & Mohamad Djali. Physicochemical and pasting properties of corn starch as affected by hydrothermal modification by various methods / *International Journal of Food Properties*. 2022. Т. 25, № 1. С. 792 -812.
5. M. Shinohara, M. Ihara, M. Abo, M. Hashida, S. Takagi, T. Beck A novel thermostable branch enzyme from an extremely thermophilic bacterial species, *Rhodothermus obamensis* / *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2001. Т. 57. С. 653-659.

## **METHODS OF MODIFICATION OF STARCHES FOR SPECIALIZED FOOD PRODUCTS**

A.S. Markov  
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

### **Abstract**

Methods of modification of native starches for use as the main component in specialized food products are considered. Some modern physical, chemical and enzymatic methods of processing starches and their influence on the properties of the resulting components are described.

**Keywords:** starch, amylose, amylopectin, structure-forming agent.

### **References**

1. Litvyak V.V., Bykova S.T., Roslyakov Yu.F., Kuzina L.B. Safe food for patients with phenylketonuria: An innovative method of producing protein-free pasta products. / *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022. Vol. 14. No. 1. pp. 380-403.
2. Gao, Y., Janes, M.E., Chaiya, B., Brennan, M.A., Brennan, C.S. Prinyawiwatkul, W. Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement. / *Int J Food Sci Technol*. 2018. Vol 53. pp. 19-32.
3. M. Wang, S. Wichienchot, X. He, X. Fu, Q. Huang, B. Zhang In vitro colonic fermentation of dietary fibers: Fermentation rate, short-chain fatty acid production and changes in microbiota / *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol.88. pp. 1-9,
4. Herlina Marta, Yana Cahyana, Sarah Bintang, Giffary Pramafisi Soeherman & Mohamad Djali. Physicochemical and pasting properties of corn starch as affected by hydrothermal modification by various methods / *International Journal of Food Properties*. 2022. Vol. 25. No. 1. pp. 792 -812.
5. M. Shinohara, M. Ihara, M. Abo, M. Hashida, S. Takagi, T. Beck A novel thermostable branch enzyme from an extremely thermophilic bacterial species, *Rhodothermus obamensis* / *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2001. Vol. 57. pp. 653-659