

Статья поступила в редакцию: 15.08.2026

Статья принята к публикации: 20.08.2026

Статья опубликована: 38.08.2026

УДК 637.5.022:664.68

Использование модифицированных крахмалов в технологии мясопродуктов: современное состояние и перспективы

Стаценко Елена Николаевна

канд. техн. наук

доц., доц. кафедры пищевых технологий и инжиниринга факультета пищевой инженерии
и биотехнологий, ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет

Российская Федерация, г. Ставрополь

E-mail: elena258225@rambler.ru

Оботурова Наталья Павловна

канд. техн. наук

доц., доц. декан факультета пищевой инженерии и биотехнологий ФГАОУ ВО Северо-
Кавказский федеральный университет

Российская Федерация, г. Ставрополь

E-mail: dorogusha007@yandex.ru

Use of modified starches in meat product technology: current state and prospects

Statsenko Elena Nikolaevna

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor

Department of Food Technologies and Engineering, Faculty of Food Engineering and

Biotechnology, North-Caucasus Federal University

Russian Federation, Stavropol

Oboturova Natalia Pavlovna

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Dean

of the Faculty of Food Engineering and Biotechnology, North Caucasus Federal University

Russian Federation, Stavropol

Аннотация

Актуальность работы обусловлена необходимостью поиска эффективных технологических решений для мясоперерабатывающей отрасли. Представлен аналитический обзор и результаты экспериментальных исследований применения модифицированных крахмалов в условиях растущего спроса на функциональные продукты с улучшенными потребительскими свойствами. Систематизированы данные о физических и химических видах модификации, а также их специфическое влияние на реологические характеристики

Библиографическое описание: Стаценко Е.Н., Оботурова Н.П. Использование модифицированных крахмалов в технологии мясопродуктов: современное состояние и перспективы // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 8(149). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23329>

сырья. Подробно рассмотрены физико-химические механизмы действия крахмалов в сложных белково-жировых мясных системах, включая процессы влагоудерживания, структурообразования и стабилизации эмульсий.

В ходе экспериментальной части оценено влияние ацетилированного дикрахмаладипата (E1422), гидроксипропилированного крахмала (E1440) и сшитого дикрахмалфосфата (E1412) на модельные фаршевые системы. Установлено, что оптимизация дозировок данных добавок способствует значимому повышению выхода готовой продукции, улучшению текстурного профиля, а также снижению потерь влаги при термообработке и циклах замораживания-оттаивания. В заключение обоснованы перспективные инновационные направления применения модифицированных крахмалов, включая их использование в качестве структурообразователей для 3D-печати мясных продуктов и систем инкапсуляции функциональных ингредиентов, что имеет высокую практическую значимость для развития современных пищевых технологий и создания продуктов питания нового поколения.

Abstract

The relevance of the work is due to the need to find effective technological solutions for the meat processing industry. An analytical review and the results of experimental studies on the use of modified starches in the context of growing demand for functional products with improved consumer properties are presented. Data on the physical and chemical types of modification, as well as their specific impact on the rheological characteristics of raw materials, are systematized. The physicochemical mechanisms of starches' action in complex protein-fat meat systems are examined in detail, including the processes of moisture retention, structure formation, and emulsion stabilization.

During the experimental part, the effect of acetylated distarch adipate (E1422), hydroxypropylated starch (E1440), and cross-linked distarch phosphate (E1412) on model minced meat systems was assessed. It was found that optimizing the dosages of these additives contributes to a significant increase in the yield of finished products, an improvement in the textural profile, and a reduction in moisture loss during heat treatment and freeze-thaw cycles. In conclusion, promising innovative applications of modified starches have been substantiated, including their use as structure-forming agents for 3D printing of meat products and as encapsulation systems for functional ingredients, which is of high practical importance for the development of modern food technologies and the creation of next-generation food products.

Ключевые слова: модифицированный крахмал, мясопродукты, колбасные изделия, влагоудерживающая способность, текстурно-механические свойства, функциональные ингредиенты.

Keywords: modified starch, meat products, sausage products, water-holding capacity, textural and mechanical properties, functional ingredients.

Введение

Мясоперерабатывающая отрасль активно использует функциональные ингредиенты для регулирования структурно-механических и органолептических свойств продукции [4]. Крахмалы занимают ведущее место благодаря доступности и многофункциональности. Однако нативные крахмалы имеют ограничения: низкую термостабильность, склонность к ретроградации и недостаточную совместимость с белковыми матрицами [5, 6]. Модификация (химическая, физическая, ферментативная) позволяет целенаправленно изменять свойства полимера [13].

Цель работы – экспериментальная оценка функциональных свойств различных модифицированных крахмалов в модельных мясных системах и анализ перспектив их применения в технологии мясопродуктов.

Материалы и методы

Объекты исследования: нативный картофельный крахмал (контроль) и три модифицированных крахмала: ацетилованный дикрахмаладипат (E1422), гидроксипропилированный крахмал тапиоки (E1440), сшитый дикрахмалфосфат (E1412).

Модельные системы: фаршевые эмульсии из говядины I сорта и свинины полужирной (соотношение 60:40). Крахмалы вводили на этапе куттерования в оптимальной дозировке 3 % к массе сырья [3].

Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли центрифугированием (3000 об/мин, 10 мин). Потери при термообработке рассчитывали по разности масс до и после варки (до 72 °С в центре батона). Структурно-механические свойства оценивали методом ТРА на текстуроанализаторе СТЗ (Brookfield). Органолептическую оценку проводили по 5-балльной шкале (n=8). Статистическую обработку выполняли в Statistica 13.3 (критерий Тьюки, $p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Установлено, что все модифицированные крахмалы статистически значимо повышают ВУС, табл. 1. Максимальный эффект характерен для E1440 (75,4 %), что обусловлено введением гидроксипропильных групп, нарушающих кристалличность гранул и увеличивающих доступность гидроксильных центров для сорбции воды [6].

Таблица 1.

Влагоудерживающая способность и потери при обработке модельных фаршевых систем

Образец	ВУС, %	Потери при термообработке, %	Потери при замораживании-оттаивании, %	Увеличение выхода готового продукта
Контроль (нативный крахмал)	68,2 ± 1,3	12,4 ± 0,8	8,7 ± 0,6	-
E1422	72,8 ± 1,1	9,3 ± 0,5	6,2 ± 0,4	+2,8
E1440	75,4 ± 0,9	7,8 ± 0,4	4,1 ± 0,3	+4,1
E1412	71,5 ± 1,2	8,9 ± 0,6	5,8 ± 0,5	+3,2

E1440 также обеспечивает минимальные потери при замораживании-оттаивании, что критично для замороженных полуфабрикатов. E1412 демонстрирует умеренную ВУС, но сохраняет стабильность при высоких температурах благодаря фосфатным сшивкам [8].

Результаты исследований структурно-механических и органолептических показатели выявили, что E1412 формирует наиболее упругую и твердую структуру за счет сохранения набухших гранул в белковом матриксе (эффект активного наполнителя). E1422 обеспечивает оптимальный баланс твердости и нежности, получив наивысший органолептический балл (23,2) за счет однородной консистенции и сочности, таблица 2.

Таблица 2.

Органолептическая оценка мясoproдуктов (5-балльная шкала, n=10)

Показатель	Макс. балл	Контроль (нативный крахмал)	E1422	E1440	E1412
Внешний вид	5	4,10 ± 0,27	4,60 ± 0,18	4,40 ± 0,27	4,30 ± 0,27
Консистенция	5	3,80 ± 0,36	4,70 ± 0,18	4,30 ± 0,27	4,00 ± 0,27
Сочность	5	3,90 ± 0,27	4,80 ± 0,18	4,60 ± 0,18	4,10 ± 0,27
Вкус и запах	5	4,20 ± 0,18	4,50 ± 0,18	4,40 ± 0,18	4,30 ± 0,18
Цвет и вид на разрезе	5	4,00 ± 0,27	4,60 ± 0,18	4,10 ± 0,27	2,70 ± 0,36
ИТОГО	25	20,00	23,20	21,80	19,40

Полученные экспериментальные данные подтверждают описанные в литературе механизмы действия крахмалов [9, 11]. При термообработке модифицированный крахмал клейстеризуется, заполняя межбелковые пространства. Введение объемных заместителей (ацетильных, гидроксипропильных групп) препятствует реассоциации цепей амилозы при охлаждении, предотвращая ретроградацию и синерезис [12]. В тонкоизмельченных эмульсиях (сосиски) крахмалы адсорбируются на поверхности жировых капель, стабилизируя эмульсию [7].

В промышленной практике выбор модификата диктуется технологической задачей. В вареных колбасах E1422 увеличивает выход на 2,5 – 4 % [1]. В полукопченых колбасах и консервах, подвергающихся стерилизации (115 – 121 °С), нативные крахмалы разрушаются, тогда как сшитый E1412 сохраняет гелеобразующую способность, предотвращая расслоение бульона [2]. В низкожировых продуктах крахмалы (3–6 %) выступают имитаторами жира, формируя гелевую матрицу, аналогичную жировой ткани [10]. Применение добавок строго регулируется ТР ТС 029/2012 (лимит 5 – 8 %).

Анализ литературы и полученных данных позволяет выделить приоритетные векторы дальнейших исследований: композитные системы: создание комплексов «крахмал – растительный белок – гидроколлоид» для производства гибридных мясо-растительных продуктов; инкапсуляция – использование матрицы модифицированного крахмала для контролируемого высвобождения антиоксидантов и пробиотиков в мясной системе; аддитивные технологии: применение в 3D-печати мясoproдуктов в качестве структурообразующих компонентов с заданными реологическими параметрами; импортозамещение – разработка отечественных технологий модификации крахмалов из

местного сырья (картофель, горох) и углубленное изучение их взаимодействия с миофибриллярными белками методами ядерного магнитного резонанса и инфракрасная спектроскопии.

Заключение

Модифицированные крахмалы являются высокоэффективным инструментом регулирования свойств мясopодуктов. Экспериментально подтверждено, что E1440 оптимален для сочности и морозостойкости, E1422 – для эмульсионных колбас, а E1412 – для стерилизуемых консервов. Дальнейшее развитие направления связано с внедрением крахмалов в аддитивные технологии, созданием композитных систем и разработкой конкурентоспособных отечественных технологий модификации.

Список литературы

1. Гурьева К.Б., Козлов С.Н. Применение сшитых крахмалов в технологии полукопчёных колбас // Мясные технологии. – 2022. – № 8.
2. Ким Е.В., Соловьёва А.А. Стабилизация структуры мясных консервов // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 2020. – № 4.
3. Кочеткова А.А., Нечаев А.П. Пищевые добавки и модифицированные крахмалы. – М.: ДеЛи принт, 2019. – 312 с.
4. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Общая технология мяса и мясopодуктов. – М.: Колос, 2000. – 367 с.
5. Тарасова В.В., Нестерова Ю.И. Функциональные ингредиенты в технологии мясopодуктов // Мясная индустрия. – 2022. – № 4.
6. BeMiller J.N., Whistler R.L. BeMiller J.N., Whistler R. Academic Press. – L. Starch: Chemistry and Technology. 3rd ed. Academic Press, 2009. – 748 P.
7. Choi Y.-S. et al. Effects of modified tapioca starch on frankfurter-type sausages // Korean J. Food Sci. Anim. Resour. – 2015.
8. Fredriksson H. et al. The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization // Carbohydrate Polymers. – 1998.
9. Hermansson A.-M., Svegmärk K. Developments in understanding starch functionality // Trends Food Sci. Technol. – 1996.
10. Hughes E. et al. Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurters // Meat Science. – 1998.
11. Pietrasik Z., Jarmoluk A. Effect of starch type on the quality of meat batters // Eur. Food Res. Technol. – 2003.
12. Rayner M. et al. Starch particles as Pickering emulsion stabilizers // Food Hydrocolloids. – 2014.
13. Singh J. et al. Factors influencing the physico-chemical properties of chemically modified starches // Food Hydrocolloids. – 2007.

References

1. Guryeva K.B., Kozlov S.N. The use of crosslinked starches in the technology of semi-smoked sausages // Meat technologies. – 2022. – № 8.
2. Kim E.V., Solovyova A.A. Stabilization of the structure of canned meat // Canning and vegetable drying industry. – 2020. – № 4.
3. Kochetkova A.A., Nechaev A.P. Food additives and modified starches. – Moscow: Delhi Print, 2019. – 312 P.
4. Rogov I.A., Zabashta A.G., Kazyulin G.P. General technology of meat and meat products. – Moscow: Kolos, 2000. – 367 P.
5. Tarasova V.V., Nesterova Yu.I. Functional ingredients in meat products technology // Meat industry. – 2022. – № 4.
6. Bemiller J.N., Whistler R.L. Starch: chemistry and technology. 3rd ed. Academic Press. – 2009. – 748 P.
7. Choi Y.-S. et al. The effect of modified tapioca starch on the production of Frankfurter sausages // Korean Food Science. Resource. – 2015.
8. Fredriksson H. and others. Influence of the characteristics of amylose and amylopectin on gelatinization // Carbohydrate polymers. – 1998.
9. Hermansson A.M., Svegmark K. Achievements in understanding starch functionality // Trends in food science. Technology. – 1996.
10. Hughes E. et al. The effect of fat content, tapioca starch and whey protein on the quality of sausages // Meat Science. – 1998.
11. Pietrasik Z., Yarmolyuk A. The effect of starch type on the quality of meat dough // Eur. The food industry. Technology. – 2003.
12. Rainer M. et al. Starch particles as Pickering emulsion stabilizers // Food hydrocolloids. – 2014.
13. Singh J. et al. Factors affecting the physico-chemical properties of chemically modified starches // Food hydrocolloids. – 2007.