

ВИКОРИСТАННЯ АМІЛОПЕКТИНОВОГО КРОХМАЛЮ ЯК АЛЬТЕРНАТИВИ ФОСФАТАМ

*Крижова Ю. П.¹, к.т.н., доцент,
<https://orcid.org/0000-0003-1165-8898>*

Дузенко Г. І.¹, студ. магістратури,

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-13>

Для підвищення гідратації м'язових білків у виробництві ковбасних продуктів застосовують фосфати. Специфічна дія фосфатів на м'ясо полягає в тому, що вони при додаванні в ковбасний фарш зміцнюють рН в лужну сторону, стабілізують його і, створюючи буферну ємність системи, підвищують гідратацію м'язових білків м'яса, а також вологоутримуючу здатність фаршу. Однак великі об'єми м'ясопродуктів, що містять харчові фосфати, які виготовляє промисловість, призводять до збільшення надходження в організм людини фосфору, що має негативний вплив. Тому метою роботи було дослідження властивостей крохмалів та їх вплив на якісні характеристики сосисок для часткової, а в деяких продуктах навіть повної заміни харчових фосфатів, крохмалем на основі восковидної картоплі – Perfectabind C, а саме амілопектиновим крохмалем. Амілопектиновий крохмаль характеризується більш низькою температурою клейстеризації порівняно із звичайним крохмалем, клейстер з них прозорий, високов'язкий, стійкий до зміни рН, температури, механічного впливу, заморожуванні-розморожуванні продукту. У ході виконання роботи було досліджено властивості нативного картопляного крохмалю, модифікованого Eline VE 510 та амілопектинового Perfectabind C. Дослідження підтвердили високу в'язкість амілопектинового крохмалю Perfectabind C, показали мінімальний вплив на силу гелю карагенану, яка становить 375 г/см², підвищення вологоутримуючої здатності продукту на 11,8 %, покращення органолептичних показників сосисок, а саме консистенції та смаку, підвищення їх виходу на 5 % при повній заміні харчових фосфатів, що є позитивним та дає можливість виробляти безпечні м'ясні продукти. За органолептичними та технологічними показниками встановлено, що оптимальна кількість додавання крохмалю становить 0,3 % на 100 % сировини.

Ключові слова: сосиски, фосфати, амілопектиновий крохмаль, органолептика, консистенція

USE OF AMILOPECTIN STARCH AS AN ALTERNATIVE TO PHOSPHATES

*Yuliia Kryzhova¹, PhD, As. Prof.,
<https://orcid.org/0000-0003-1165-8898>*

Galina Duzenko¹, Master Student,

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-13>

Phosphates are used in the production of sausages to increase the hydration of muscle proteins. The specific effect of phosphates on meat is that when added to minced meat, they shift the pH to the alkaline, stabilize it and, creating a buffer capacity of the system, increase the hydration of muscle proteins, as well as the moisture holding capacity of minced meat. However, large amounts of meat products containing food phosphates produced by industry increase the intake of phosphorus in the human body, which has a negative impact. Therefore, the aim of the

study was to study the properties of starches and their effect on the quality characteristics of sausages for partial, and in some products even complete replacement of food phosphates, with a starch based on waxy potatoes – Perfectabind C, namely, amylopectin starch. Amylopectin starch is characterized by a lower gelatinization temperature compared to the ordinary starch, its paste is transparent, highly viscous, resistant to changes in pH, temperature, mechanical impact, is freeze/thaw-stable. Properties of native potato starch, modified Eline VE 510 and amylopectin Perfectabind C have been investigated during the study. Studies have confirmed the high viscosity of amylopectin starch Perfectabind C, have showed minimal effect on the strength of carrageenan gel, which is 375 g/cm², increase of the moisture holding capacity of the product by 11,8 %, improvement of the organoleptic characteristics of sausages, namely consistency and taste, increase in their yield by 5 % with complete replacement of food phosphates, which is positive and allows to produce safe meat products. According to the organoleptic and technological indicators, it has been found that the optimal amount of starch is 0,3 % per 100 % of raw materials.

Key words: sausages, phosphates, amylopectin starch, organoleptical properties, consistency

Постановка проблеми. У виробництві варених ковбас, сосисок, сарделенок останні роки використовується м'ясна сировина з низькими функціонально-технологічними властивостями, зокрема з відхиленнями від класичного розвитку автолітичних процесів – м'ясо PSE, DFD, м'ясо механічного обвалювання, заморожене, з підвищеним вмістом сполучної тканини. Тому для підвищення вологозв'язуючої і емульгуючої здатності м'яса, стабілізації величини рН м'яса, кольороутворення широке використання отримали фосфати.

У зв'язку з різними властивостями солей фосфорних кислот доцільно використовувати суміш кислих, нейтральних і лужних фосфатів, які б підвищували і стабілізували вологозв'язуючу здатність м'ясного фаршу, не збільшуючи при цьому рН готового продукту вище 6,5, і не знижували його органолептичних показників.

Підвищення водоутримуючої здатності під впливом фосфатів забезпечується їх здатністю збільшувати іонну силу і рН середовища та зв'язувати катіони двовалентних металів, що в результаті підвищує гідратацію м'яса. Також відбувається дисоціація актоміозинового комплексу, підвищується емульгуюча здатність білків, забезпечується рівномірний розподіл жиру в м'ясних системах, стабілізується система жир-білок-вода і зменшується можливість утворення жирових підтікань при термічному обробленні ковбас [3, 7]. Фосфати виявляють бактерицидні властивості в поєднанні з іншими компонентами, такими як хлорид натрію, нітрит натрію, аскорбінова кислота. Проте слід пам'ятати, що використання фосфатних препаратів, як будь-якої хімічної сполуки, яку додають в продукти харчування, може бути токсичним, тому якість та безпечність харчових продуктів є головним завданням при їх виробництві.

Важливою умовою якості та безпечності готового продукту є дотримання допустимої добової норми споживання фосфатів, яке складає 70 мг/кг маси тіла людини. Застосування харчових фосфатів при виробництві м'ясних продуктів ускладнюється тим, що м'ясна сировина містить достатню кількість природного фосфату (до 0,5% в перерахунку на P₂O₅), таким чином, додаткове внесення фосфатів призводить до значної переваги співвідношення кальцію і фосфору в сторону останнього. Беручи до уваги, що надлишковий фосфор здатний виводити кальцій з організму і тим самим призводити до розвитку остеопорозу, важливим завданням є звести до мінімуму вміст фосфору в м'ясних продуктах.

Сучасна промисловість застосовує солі фосфорної кислоти, що призводить до надлишку цих мінеральних речовин в організмі людини. Такий надмірний вміст фосфатів неминує призводити до зміщення балансу фосфору і кальцію в організмі, який в ідеалі повинен перебувати в співвідношенні 1:1.

Актуальність пошуку альтернативних фосфатам компонентів підтверджується безліччю досліджень в даній області, тому дослідження та використання амілопектинового крохмалю у технології м'ясних продуктів актуально, і до цього часу це не впроваджено. Попередні дослідження дають підставу провести більш глибокі та комплексні дослідження по заміні солей фосфорної кислоти амілопектиновим крохмалем, що забезпечить здешевлення виробництва, удосконалення технологічного процесу, зменшення втрат, підвищення якості та безпечності готового продукту.

Матеріали та методи. Для визначення властивостей нативного амілопектинового крохмалю, органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних та структурно-механічних показників фаршу та готових сосисок застосовували стандартні методи досліджень. Вміст вологи визначали арбітражним методом, вологозв'язуючу здатність методом пресування, рН – за допомогою рН-метра, пенетрацію – на пенетрометрі Ulab 3 – 31 М, властивості крохмалів – заварюванням крохмалів у різних розчинах та за різної температури, вплив крохмалів на силу гелю карагенану – за допомогою приладу Валента нагріванням водного 1 %-го розчину каппа карагенану, 2 %-го розчину NaCl, 0,2 %-го розчину KCl з додаванням різних видів крохмалів з подальшим охолодженням та витримуванням протягом 5 годин за температури 15 °С.

Результати та обговорення. Амілопектиновий крохмаль отримують класичним методом, він не містить ГМО, містить більше ніж 99% амілопектину, що надає йому унікальних функціональних якостей, визначає особливості його структури та фізико-хімічні показники. До його переваг відноситься чистий аромат, глянцевого вигляду, відмінне кремове відчуття, більша зручність завдяки нижчій температурі желатинізації та досить висота гаряча в'язкість, що є великою перевагою при використанні крохмалю в м'ясних продуктах [5].

До основних фізико-хімічних властивостей крохмалю відноситься здатність до клейстеризації, в'язкість клейстеризованих розчинів та їхня здатність утворювати желе.

На відміну від звичайного крохмалю амілопектиновий при нагріванні з водою утворює високов'язкі клейстери, стійкі при зберіганні в умовах низьких та високих температур, при зниженні рН та при заморожуванні-розморожуванні.

Амілопектинові крохмалі мають більш низьку температуру початку клейстеризації, клейстер з них стійкий при підвищенні кислотності та механічному впливі. На сьогоднішній день амілопектиновий крохмаль найчастіше використовується при виробництві соусів і кетчупів, майонезів, молочних і фруктових десертів. Цей вид крохмалю прозорий, без запаху, тому широко використовується для приготування найрізноманітніших харчових продуктів. Його застосування дозволяє поліпшити консистенцію, смакові якості страви, а також зробити їх виробництво економічно більш вигідним [6].

У науковій роботі спочатку визначали температуру заварювання крохмалю та порівнювали структуру та в'язкість отриманих розчинів після 30 хв за температури 90 ± 2 °С. Результати досліджень представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати дослідження крохмалів

Найменування крохмалю	Температура заварювання, °С	Текстура крохмального клейстеру	В'язкість (по Брабендеру) після 30 хв клейстеризації за температури 90 ± 2 °С, BU
Нативний картопляний крохмаль	63,5	Злегка тягнеться, слабкий гель	1200
Eliane VE 510	65	Слабкий гель	1300
Perfectabind C	61	Стабільний гель	1600

Текстура крохмалю, що злегка тягнеться, вказує на те, що зерна крохмалю почали руйнуватися і вивільняти зв'язану раніше вологу. У ковбасних виробках це може спричинити бульйонно-жирові набряки. В'язкість нативного картопляного крохмалю найнижча серед досліджуваних. А найвищу в'язкість має амілопектиновий крохмаль Perfectabind C, його амілопектинова фракція має вищу вологозв'язуючу здатність, зерна крохмалю після нагрівання залишаються цілими.

Дуже важливим фактором у ковбасному виробництві є показник впливу крохмалю на силу гелю карагенану, який шикоро застосовується в м'ясній промисловості для підвищення виходу та покращення текстури продукту. Тому нами були проведені наступні дослідження: зразки водного розчину включали по 1% напівочищеного каппа карагенану, 2% NaCl та 0,2% KCl. У другий, третій та четвертий зразок було додано по 1% нативного картопляного крохмалю, амілопектинового картопляного Perfectabind C та модифікованого картопляного Eliane VE510 відповідно. Зразки нагрівали до 80°C і витримували протягом 30 хв. Охолоджували і витримували при 15°C протягом 5 год. Після того вимірювалась сила гелю за допомогою приладу Валента. Дані досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив досліджуваних крохмалів на силу гелю карагенану

№ зразків	Напівочищений каппа карагенан	KCl	NaCl	Perfectabind C	Eliane VE 510	Нативний крохмаль	Сила гелю, г/см ²
1	1%	0,2%	2%	—	—	—	457
2	1%	0,2%	2%	—	—	1%	359
3	1%	0,2%	2%	1%	—	—	375
4	1%	0,2%	2%	—	1%	—	319

За результатами досліджень видно, що найбільший вплив на силу гелю карагенану має модифікований крохмаль Eliane VE 510, тому він найменше підходить для використання разом з карагенаном, найменший вплив – амілопектиновий крохмаль Perfectabind C, який може використовуватись паралельно з карагенаном для виробництва ковбасних виробів.

Підсумовуючи отримані результати, можна стверджувати, що амілопектиновий крохмаль Perfectabind C за своїми характеристиками перевершує нативний та модифікований картопляний крохмаль за рахунок нижчої температури заварювання, високого водозв'язування та меншого негативного впливу на силу карагенану.

В ході проведеної роботи були розроблені 3 дослідні рецептури сосисок з використанням фосфатів та амілопектинового крохмалю Perfectabind C. Контрольна рецептура включала 0,3% фосфатів, рецептура №1 – 0,15% фосфатів, 0,15% Perfectabind C, рецептура №2 – 0,3% досліджуваного крохмалю Perfectabind C з повною заміною фосфатів. За контроль були взяті сосиски «Молодіжні» Іс.

За органолептичними показниками найбільш соковитими були сосиски, виготовлені без використання фосфатів (зразок № 2), зразок №1 мав дуже щільну консистенцію. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що повна заміна фосфатів амілопектиновим крохмалем Perfectabind C забезпечує сосиски кращими органолептичними показниками.

Кількість утриманої води характеризується вологоутримуючою здатністю, що є різницею між вмістом води у фарші та кількістю води, що відділилася у процесі термічного оброблення. Показник вологоутримуючої здатності особливо важливий у виробництві сосисок, тому що саме від цього показника залежить соковитість готових виробів. Зміна вологоутримуючої здатності готових сосисок зображена на рисунку 1.

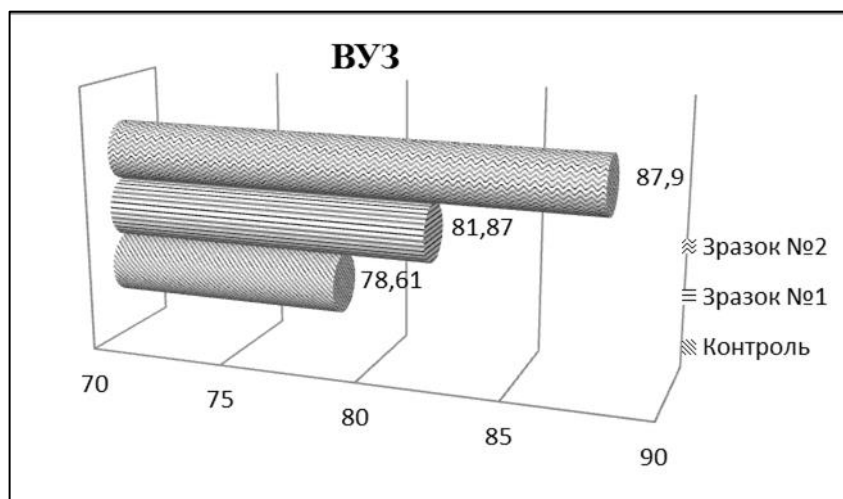


Рис. 1. Вологоутримуюча здатність досліджуваних зразків сосисок, %

Застосування амілопектинового крохмалю дає можливість збільшити кількість зв'язаної та утриманої води фаршем без застосування фосфатовмісних препаратів.

Також важливим технологічним показником є вихід готової продукції. Результати виходу сосисок з фосфатами, з сумішшю фосфатів і крохмалю та без фосфатів після термічного оброблення наведені на рисунку 2.

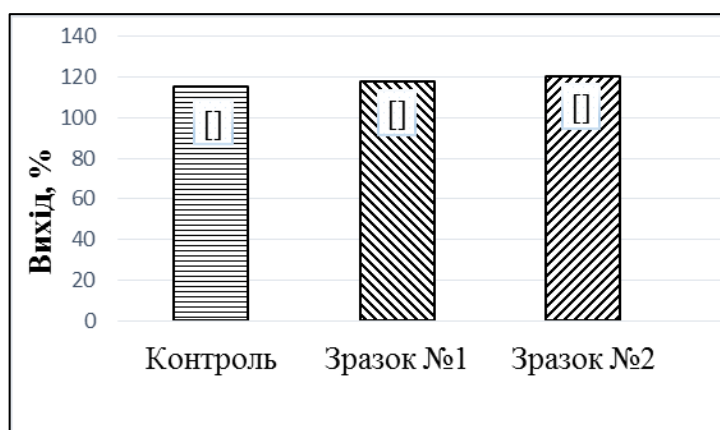


Рис. 2. Вихід сосисок, %

Проведені дослідження підтвердили, що застосування амілопектинового крохмалю Perfectabind C (зразок №2) з повною заміною фосфатів в рецептурах сосисок підвищує вихід сосисок на 4,3 %.

Утворену структури фаршу та, як наслідок, і готового продукту дуже точно характеризує показник пенетрації, що широко використовується для його технологічної оцінки. За показником пенетраційної напруги варто судити про консистенцію готових сосисок, адже цей показник є найбільш повним та об'єктивним. Результати досліджень пенетрації наведені в таблиці 3.

З результатів досліджень, наведених в таблиці 3, видно, що пенетраційна напруга дослідного зразка №2 вища у порівнянні з контрольним, що підтверджує більш ніжну консистенцію сосисок з використанням амілопектинового крохмалю.

Пенетрація фаршу та готових виробів

Досліджуваний зразок	Показник			
	Глибина занурення конічного індентора, мм	Граничне напруження зсуву, кПа	Глибина занурення голкового індентора, мм	Пенетраційна напруга, кПа
Контроль	23,1	0,79	16,1	3,78
Дослід 1	24,2	0,72	15,6	4,02
Дослід 2	24,2	0,72	16,4	3,64

Висновки

1. Проведені дослідження дали можливість встановити повну заміну фосфатів амілопектиновим крохмалем Perfectabind C у виробництві сосисок.

2. Доведено, що амілопектиновий крохмаль Perfectabind C за своїми властивостями перевершує звичайний нативний картопляний крохмаль та певні види модифікованих крохмалів за рахунок низької температури клейстеризації, високої водозв'язуючої здатності та хороших показників при комбінації з карагеном.

3. Органолептична оцінка розроблених сосисок підтвердила доцільність застосування амілопектинового крохмалю Perfectabind C з метою надання готовому продукту більшої соковитості та ніжності внаслідок збільшення вологостримуючої здатності. Також це підтверджено показником пенетрації.

4. Вихід сосисок з повною заміною фосфатів амілопектиновим крохмалем збільшився на 4,3 %.

5. Проведення досліджень із заміною харчових фосфатів амілопектиновим крохмалем Perfectabind C у виробництві сосисок має перспективу продовження досліджень у всіх групах ковбас, рецептури яких передбачають використання харчових фосфатів.

Бібліографія

1. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. М.: «Дели Принт». 2003. 779 с.
2. Скотт, Р., Робинсон, Р., Уилби Р.: под ред. К.К. Горбатовой. Производство сыра: научных основы и технологии. 3-е изд.. СПб.: Профессия. 2005. 464 с.
3. Инихов Г. С., Брио Н. П. Методы анализа молока и молочных продуктов. М.: Пищев. пром. 1971. 275 с.
4. Крусъ Г. Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов. М.: Колос. 2000. 300 с.
5. Laemmli, U. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 1970 . Vol. 227. P. 680-685.
6. Ивченко Г. И., Медведев Ю. И. Математическая статистика. М.: Высшая школа. 1984. 248 с.
7. Kosikovski F., Mistry V. Cheese and Fermented Milk Foods. Westport. 1997. 330 p. (Origins and Principles; Vol. 2).
8. Yvon M., Rijnen L. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. Int. Dairy J. 2001. V. 11. P. 185-201.
9. Orlyuk Yu., Stepanishev M. Assessment of proteolysis and lipolysis intensity in Pechersky cheese ripening in the presence of *Penicillium camamberti* and *Penicillium roqueforti* molds. Foods and raw materials Kemerovo Institute of science and technology. RU, Kemerovo. 2014. Vol.2 (№1) . P. 36-39.

10. Farahat S., Rabie M. Evaluation of the proteolytic and lipolytic activity of different *Penicillium roqueforti* strains. *Food Chem.* 1990. V. 36. P. 169-180.

References

1. Gudkov A. (2003). Syrodeliye: tekhnologicheskiye. biologicheskiye i fiziko-khimicheskiye aspekty [Cheese making: technological, biological and physicochemical aspects]. M.: «DeLi Print». [«DeLi Print»]. 779 p. [in Russian].
2. Skott. R., Robinson. R., Uilbi R.: (Ed). (2005). Proizvodstvo syra: nauchnykh osnovy i tekhnologii [Cheese production: scientific foundations and technologies]. SPb.: Professiya. [Profession]. 2005. 464 p. [in Russian].
3. Inikhov G., Brio N. (1971). Metody analiza moloka i molochnykh produktov [Methods for the analysis of milk and dairy products]. M.: Pishchev. prom. [Food. prom.]. 275 p. [in Russian].
4. Krus G., Shalygina A., Volokitina Z. (2000). Metody issledovaniya moloka i molochnykh produktov [Methods for the analysis of milk and dairy products]. M.: Kolos. [Kolos publishing house]. 300 p. [in Russian].
5. Laemmli U. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*. Vol. 227. P. 680-685.
6. Ivchenko G., Medvedev Yu. (1984). Matematicheskaya statistika [Mathematical statistics]. M.: Vysshaya shkola. [Graduate School]. 248 p. [in Russian].
7. Kosikovskiy F., Mistry V. (1997). Cheese and Fermented Milk Foods. Westport. 330 p. (Origins and Principles; Vol. 2).
8. Yvon M., Rijnen L. (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *Int. Dairy J.* V. 11. P. 185-201.
9. Orlyuk Yu., Stepanishev M. Assessment of proteolysis and lipolysis intensity in Pechersky cheese ripening in the presence of *Penicillium camamberti* and *Penicillium roqueforti* molds. *Foods and raw materials Kemerovo Institute of science and technology*. RU, Kemerovo. 2014. Vol.2 (№1). P. 36-39.
10. Farahat S., Rabie M. Evaluation of the proteolytic and lipolytic activity of different *Penicillium roqueforti* strains. *Food Chem.* 1990. V. 36. P. 169-180.