

УДК 001.891:664.2:637.523

Н. В. Камсуліна, к.т.н.,

ORCID 0000-0001-6714-7785

Т. С. Желєва, к.т.н.

ORCID 0000-0002-5701-6543

Державний біотехнологічний університет

e-mail: kamsulina@gmail.com, sts512@ukr.net, тел.: (057) 34-94-590

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАТИВНИХ ТА МОДИФІКОВАНИХ КРОХМАЛІВ

Анотація. В статті наведені результати дослідження фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей нативних та модифікованих крохмалів. Встановлено, що крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120 проявляє досить хороші значення цих властивостей та відповідає вимогам стандарту, які висуваються до модифікованих крохмалів. Він має добру жироемульгуючу та жирутримуючу здатності, а також високу вологоутримуючу здатність та стійкість емульсії. Крохмаль EUGEL FSM 85120 є продуктом вітчизняного виробництва, використання якого буде рентабельним та ефективним з економічної точки зору. Використання вітчизняних модифікованих крохмалів зі зниженою точкою клейстеризації гарантуватиме виробникові контрольовану та стабільну якість м'ясних виробів.

Ключові слова: нативний крохмаль, модифікований крохмаль, ковбасні вироби, емульсійна структура.

Постановка проблеми. Основними задачами сучасної м'ясної промисловості є комплексне використання тваринницької сировини та її глибока переробка в цілях збільшення об'єму виробництва продуктів харчування з високою біологічною цінністю. Особливий інтерес представляє м'ясна продукція з емульсійною структурою, що характеризується підвищеним попитом, обумовленим привабливим зовнішнім виглядом, гарною текстурою, високими смаковими і харчовими перевагами. Немаловажним є і той факт, що в складі вищезгаданої продукції жири знаходяться в емульсованому виді, що сприяє їхній швидкій і повній засвоюваності.

Технологія виробництва традиційної продукції з емульсійною структурою, як правило, не передбачає використання жирових інгредієнтів у вигляді тваринних жирів чи рослинних олій у самостійному виді з метою проведення процесу емульгування та одержання стійкої емульсії. Технологічний процес виробництва існуючих продуктів з емульсійною структурою трудомісткий і багатостадійний, а технологічні параметри окремих операцій досить

варіабельні і визначаються функціональними властивостями сировини, що використовується.

У зв'язку з вищесказаним на сьогоднішній день, з метою одержання м'ясної продукції з новими споживчими властивостями та розширення її асортименту, найбільш раціональним є розробка технологій, що передбачають одержання високодисперсних, стійких у часі емульсійних систем. З огляду на сучасні тенденції по зниженню вмісту жиру і холестерину в харчуванні людини, одним із можливих напрямів при розробці такої технології є використання в складі м'ясної продукції емульсійного типу модифікованих крохмалів. Існуючі технології зазвичай передбачають використання крохмалів зарубіжного виробництва, що обумовлює одну з проблем виробників м'ясної продукції та робить актуальним пошук й впровадження інновацій з використання модифікованих крохмалів саме вітчизняного виробництва [1-3].

Аналіз останніх досліджень. Крохмаль – це суміш полісахаридів амілози і амілопектину, мономером яких є альфа-глюкоза. Крохмаль синтезується різними рослинами в хлоропластах під дією світла при фотосинтезі. Він буває не тільки з картоплі, але і з кукурудзи, рису, пшениці, плодів маніюки і сої. Існує 2 групи крохмалю – нативний (природний) і модифікований [4-6].

Вивчення переваг споживачів м'ясної продукції свідчить про те, що вибір крохмалю визначається ступенем звикання споживачів до тих чи інших нюансів органолептичних характеристик продукції. З розширенням асортименту м'ясної промисловості її потреби в крохмалепродуктах з різними функціонально-технологічними характеристиками значно розширилися. Крохмаль та крохмалепродукти – це регулятори бажаних властивостей м'ясної продукції і показників її економічної ефективності. Використання крохмалю дозволяє поліпшити консистенцію і смак м'ясних виробів, підвищити вихід готової продукції [5, 7].

Також необхідно відзначити таку перевагу крахмалопродуктів, як практично ідеальна сполучуваність з іншими харчовими інгредієнтами, в тому числі каррагінаном, молочними білками, соєвими білками, плазмою крові, яйцепродукти тощо [7]. Відомо ефективність та раціональність використання крохмалю у складі білково-вуглеводних добавок для виробництва м'ясопродуктів [8].

Проте, фізико-хімічні властивості нативних крохмалів не завжди задовольняють вимогам споживачів та мають обмежене застосування. Тому виробники м'ясної продукції використовують різні модифікації крохмалю, що проходять на клітинному рівні, з метою поліпшення його властивостей [1, 9, 10].

Спеціальна Експертна комісія, яка була створена при Всесвітній Організації Охорони здоров'я, стверджує, що модифікований крохмаль являє собою поліпшений тип харчового крохмалю зі зміненими характеристиками, для обробки якого були застосовані хімічні, біохімічні, фізичні та деякі комбіновані процеси. Для його отримання в якості вихідного матеріалу використовується полісахарид амілози, тобто, природний крохмаль [11].

З метою отримання модифікованого крохмалю виробники, як правило, застосовують всілякі методи впливу хімічними реагентами. В результаті даного процесу здійснюється перетворення вихідної сировини в глюкозу. Для того, щоб отримати модифікований крохмаль, виробники можуть використовувати кілька різних способів [7, 10, 12, 13].

Так, відповідно до ДСТУ 4380:2005, модифікований залежно від характеру змін, що відбулись з крохмалем, умовно підрозділяють на дві основні групи: 1) крохмаль, одержаний внаслідок порушення структури крохмалю; 2) крохмаль, одержаний введенням у нього заміщувальних груп внаслідок етерифікації та естерифікації (утворення простих і складних ефірів із кислот і спиртів) і спільної полімеризації з іншими високомолекулярними сполуками (сополімери крохмалю).

Крім того, модифікований крохмаль, залежно від способів його одержання, реагентів і матеріалів, що застосовуються під час його виробництва, підрозділяють на такі основні види:

- набухаючий крохмаль – крохмаль, що має підвищену здатність набухати і клейстеризуватись в холодній воді, одержують гідротермічним чи механічним оброблянням крохмального клейстеру чи вологого крохмалю із доданням реагентів або без них;

- окислений крохмаль – крохмаль, що має здатність утворювати клейстери підвищеної прозорості і зниженої в'язкості, одержують взаємодією крохмалю з окислювачами. Окислювачами можуть бути пероксид водню, персульфат амонію, калію перманганат та інше. Окислений крохмаль залежно від окислювача, що застосовують, може бути: желувальним, рідкокиплячим, окисленим та інше;

- гідролізований крохмаль – крохмаль, що одержують частковим гідролізом крохмалю за допомогою кислот, лугів і ферментів;

- декстрини – сполуки, які одержують термічним оброблянням крохмалю у присутності каталізатора. Підрозділяють на кислотні, сольові, лужні;

- поперечнозв'язаний крохмаль – крохмаль, що одержують оброблянням крохмалю ди- чи поліфункційними реагентами, такими

як формальдегід, хлороксид фосфору та інше, де два або більше полімерних ланцюгів зв'язані між собою;

– ацетильований крохмаль (ацетати крохмалю), одержують взаємодією крохмалю з оцтовою кислотою чи іншими ацетилувальними реагентами;

– оксилалкильований крохмаль – простий ефір, одержують в результаті взаємодії крохмалю та оксиду етилену або пропілену;

– фосфатний крохмаль – прості і складні ефіри, монокрохмалефосфати і дикрохмалефосфати, одержують взаємодією крохмалю з фосфорною кислотою чи її солями;

– сукцинати крохмалю – складні ефіри крохмалю та янтарної кислоти [14-16].

Отже, модифікований крохмаль – крохмаль, отриманий в результаті фізичного, хімічного, біохімічного або комбінованого обробленого нативного крохмалю для зміни його властивостей [3, 13]. Так, наприклад, фізичні зміни дозволяють отримати крохмаль з високою здатністю утримувати вологу, що в свою чергу надає кінцевому продукту бажану консистенцію. Модифіковані крохмалі мають підвищену вологоутримуючу, згущуючу, драглеутворюючу, емульгуючу, плівкоутворюючу здатність [1, 12, 17].

Як свідчать численні літературні дані, питання, які пов'язані з модифікованими крохмалю, їх складом, харчовою і біологічною цінністю, переробкою і використанням, займають провідне місце в промисловості всіх розвинених країн світу, і з кожним роком увага до цієї проблеми зростає.

Необхідність, доцільність і можливість промислової переробки крохмалемісткої сировини в даний час у професіоналів всього світу не викликають сумнівів. Завдання полягає в тому, як це з найменшими витратами практично здійснити [1].

Модифіковані крохмалі знайшли застосування у ряді харчових галузей промисловості, у тому числі при виробництві продуктів на м'ясній основі, хоча до теперішнього часу модифіковані крохмалі використовуються недостатньо, не дивлячись на цілий комплекс позитивних властивостей [1-3].

Відомо, що для створення відновних умов, збільшення стійкості забарвлення і пом'якшення солоного смаку в м'ясні продукти прийнято додавати вуглеводи. З цією метою при посолі м'яса частіше за все використовують сахарозу або глюкозу. Введення модифікованого крохмалю маскує солоний і гіркий смак в м'ясних продуктах, поліпшує колір завдяки наявності у присутньої в ній лактози редукуючих властивостей.

Нові харчові продукти виготовлені на основі модифікованих крохмалів все більше завойовують продуктивний ринок і займають

чинне місце в раціоні харчування населення. Вони мають добрі смакові властивості, які можна регулювати в широкому діапазоні [1, 9, 10, 17-19].

Проте сучасні умови виробництва продуктів диктують необхідність використання не тільки максимально корисних, але і високорентабельних сировинних інгредієнтів вітчизняного виробництва. Так, важливим питанням при виробництві м'ясних продуктів є вибір кінцевих продуктів, оскільки від них залежить об'єм необхідних інвестицій. Не дивлячись на високу ефективність використання модифікованого крохмалю у м'ясній промисловості, на українському ринку майже відсутні модифіковані крохмалі вітчизняного виробництва. Тому, перспективним та рентабельним є пошук та використання модифікованого крохмалю вітчизняного виробництва, а також необхідність ретельного та відповідального підходу до його вибору під час виробництва ковбасних виробів.

Формулювання мети статті. Метою роботи є дослідження фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей нативних та модифікованих крохмалів з метою їх цілеспрямованого використання у технологіях виробництва ковбас емульсійного типу.

Основна частина. Враховуючи широкий асортимент модифікованих крохмалів на ринку харчових добавок, рекомендованих для використання у м'ясній промисловості, виникає необхідність вивчення їх фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей та порівняння їх з властивостями нативних крохмалів. Тому, першим етапом наших досліджень було визначення фізико-хімічних властивостей модифікованих крохмалів, а саме їх умовну в'язкість, здатність до драглеутворення та міцність драглів. Визначення даних властивостей проводили за методиками відповідно до ДСТУ 4380:2005. Для дослідження використовували водні розчини картопляного та кукурудзяного крохмалів концентрацією 12% та 9% відповідно. Крохмалі були обрані від вітчизняного виробника модифікованих крохмалів ТОВ «Абрус», що нещодавно з'явився на ринку України та пропонує широкий асортимент модифікованих та нативних крохмалів для широкого кола харчових продуктів.

Дані, одержані в результаті дослідження, наведено у таблиці 1.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити пропозиції щодо рекомендацій для використання певних видів крохмалю при виробництві окремих видів м'ясних продуктів. Так, для виробництва ковбасних виробів можна рекомендувати крохмалі кукурудзяний та картопляний нативні, а також крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120. Ці види крохмалю утворюють гелеподібні структури, достатньо пружні.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості крохмалів

Крохмаль	Умовна в'язкість, с	Здатність до драглеутворення	Міцність драглів, г
Крохмаль картопляний нативний	60	Непрозорий гель білого кольору, не дуже пружний. Погано тримає форму	228
Крохмаль кукурудзяний нативний	13	Непрозорий гель білого кольору, більш пружний ніж картопляний. Тримає форму	230
NISTATYL CH 31105 крохмаль картопляний модифікований	1	Драглеподібна непрозора маса бежевого кольору. Розшаровується. Без тари погано тримає форму	180
EUGEL FSM 85120 крохмаль кукурудзяний модифікований	11,5	Непрозорий гель білого кольору. Пружний, добре тримає форму. Пружньо-пластичний	180
PROAMYL OXP 90120 крохмаль кукурудзяний модифікований	1	В'язка система білого кольору. Не прозора. Гель не утворюється	-
PROAMYL AD-SX 11518 крохмаль кукурудзяний модифікований	1	В'язка система білого кольору, більш в'язка ніж попередня система. Не прозора. Гель не утворюється	-
EUGEL CH 31105 крохмаль кукурудзяний модифікований	1	Непрозорий гель бежевого кольору. Добре тримає форму. Пружний	170
PROAMYL ADS 10518 крохмаль кукурудзяний модифікований	30	В'язка непрозора маса білого кольору. Дуже в'язка система, але гель не утворюється	-
Gooloid крохмаль кукурудзяний модифікований	11	Желеподібна непрозора система білого кольору. Під час заварювання утворюється в'язка система, але не гель.	-

Також необхідно відмітити, що нативні крохмалі спочатку утворюють в'язкі розчини, а потім пружні гелі. Модифікований крохмаль спочатку ж утворює менш в'язкі розчини та потім менш пружні системи, які згодом перетворюються у пружно-пластичні гелі, що добре тримають форму. А, отже, ця їх властивість дозволить полегшити ведення технологічних процесів на першій стадії, особливо під час використання трубопроводів, а в готових виробках, які виробляють на основі емульсійних систем, дозволить отримувати вироби, які не мають «гумову» структуру.

Другим етапом наших досліджень було визначення функціонально-технологічних показників крохмалю кукурудзяного модифікованого EUGEL FSM 85120. Дослідження проводили також за методиками, зазначених у ДСТУ 4380:2005. Результати дослідження наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Функціонально-технологічні показники крохмалю кукурудзяного модифікованого EUGEL FSM 85120

Показник	Значення
pH	6,2
Жироемульгуюча здатність, %	72,3
Жирутримуюча здатність, %	90,5
Вологоутримуюча здатність, %	100
Масова частка вологи, %	10

Дані таблиці 2 свідчать, що крохмаль EUGEL FSM 85120 відповідає вимогам стандарту, які висуваються до модифікованих крохмалів. Крім того, він має добру жироемульгуючу та жирутримуючу здатності, а також високу вологоутримуючу здатність.

Значну частку м'ясних виробів виробляють на основі м'ясної фаршевої емульсії. Необхідність попереднього приготування емульсії викликана тим, що компоненти, які використовуються під час приготування фаршу взаємно нерозчинні. Тому дозування суміші одним дозатором може бути здійснено тільки в тому випадку, якщо буде досягнуте одержання нерозшаровуваної системи із взаємнонерозчинних рідин, що забезпечує дотримання рецептурного співвідношення сировини.

Для одержання міцної та нерозшаровуваної емульсії необхідна присутність у цій системі емульгатора, що знижує поверхневий натяг на границі поділу двох фаз й окутує тонкою, механічно міцною плівкою частки дисперсної фази, тим самим запобігаючи можливості їхнього злиття.

Міцність емульсії залежить не тільки від виду емульгатора і його концентрації, але також і від ступеня дисперсності жиру: чим вона вище, тим за інших рівних умов стійкіше емульсія.

Більша частина рецептур м'ясних виробів включає у свій склад природні емульгуючі речовини, тому для цієї групи рецептур є сприятливі умови для одержання досить стійкої емульсії. Вироби, приготовані на основі емульсії, мають більш чітку форму, володіють більшою соковитістю.

З урахування вищезазначеного, вважаємо доцільним провести дослідження з визначення стабільності емульсії на основі крохмалю кукурудзяного модифікованого EUGEL FSM 85120 та нативного, що стало наступним етапом наших досліджень. Для дослідження використовували емульсії, що містили 1%, 3%, 5% та 7% крохмалю. Одержані результати зображені на графіку (рис. 1).

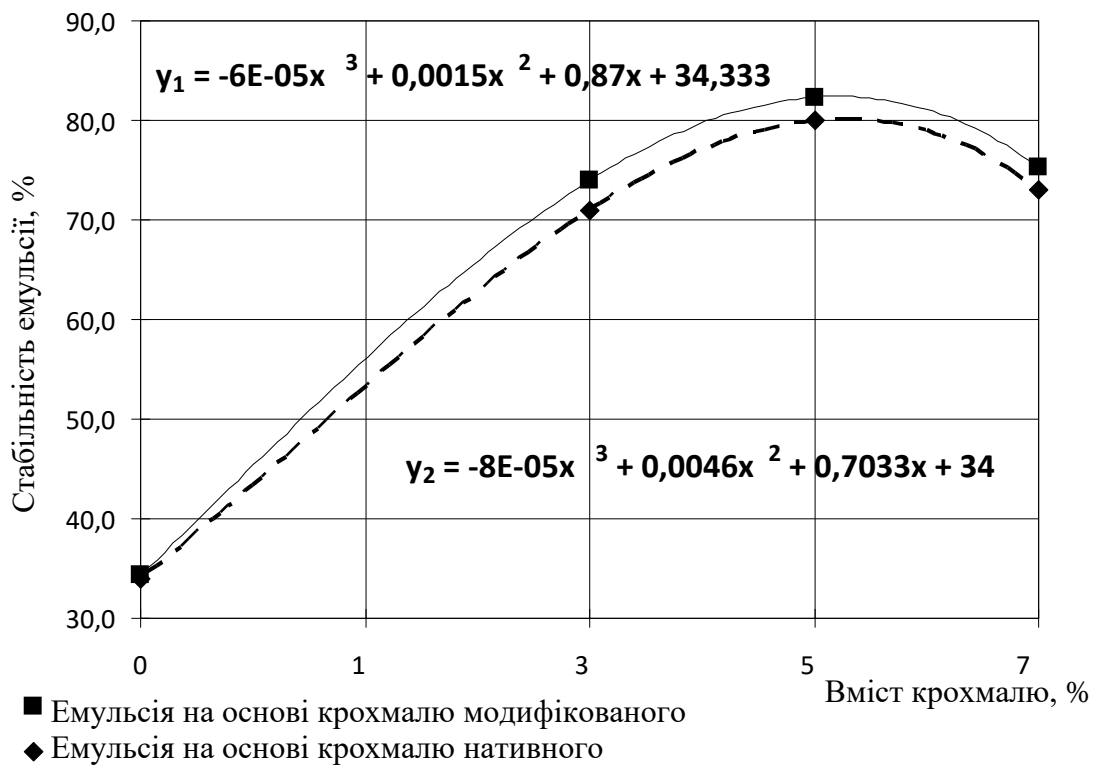


Рисунок 1. Стабільність емульсії на основі крохмалю

Як видно з графіка, максимальна стабільність емульсії спостерігається під час введення до емульсії 5% крохмалю, як нативного, так й модифікованого. Слід відзначити, динаміку росту значень стабільності емульсії на основі крохмалю кукурудзяного модифікованого EUGEL FSM 85120 в порівнянні з нативним, а також його найбільше значення за вмісту крохмалю 5%.

Після визначення основних функціонально-технологічних показників крохмалю кукурудзяного модифікованого EUGEL FSM 85120 можна зробити висновок, що їх значення досить хороші та відповідають вимогам ДСТУ 4380:2005.

Завершуючим етапом наших досліджень було вивчення впливу крохмалю на функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем (табл. 3). Контролем виступала модельна фаршева система, рецептурний склад якої відповідав ковбасі Молочній вищого гатунку [20]. Згідно з нормативною документацією та враховуючи результати попередніх досліджень визначено, що введення у систему крохмалю може складати від 2% до 5%. Тому для подальшого дослідження використовували модельні фаршеві системи, що містили в своєму складі крохмалі картопляний та кукурудзяний нативні, а також крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120 у кількості 3% та 5%.

Масову частку води визначали арбітражним методом, шляхом висушування зразку до постійної маси, за ДСТУ ISO 1442:2005. Вологозв'язувальну здатність модельних фаршевих систем визначали методом пресування. Вихід готової продукції розраховували за стандартною ваговою методикою відповідно до ГОСТ 31988-2012.

Таблиця 3

Функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем

Модельна фаршева система	Масова частка води, %	Вологозв'язуюча здатність, %	Вихід готової продукції, %
Модельна фаршева система (контроль)	46,6	55,4	87,5
Модельна фаршева система + 3% крохмаль картопляний	53,3	58,3	91,6
Модельна фаршева система + 5% крохмаль картопляний	60	60,1	90,4
Модельна фаршева система + 3% крохмаль кукурудзяний	53,3	55,6	91
Модельна фаршева система + 5% крохмаль кукурудзяний	80	59,8	91
Модельна фаршева система + 3% крохмаль	46,6	61,2	92,4

кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120			
Модельна фаршева система + 5 % крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120	60	62	91,3

З отриманих даних (табл. 3) видно, що використання усіх видів крохмалю призводить до збільшення значень показників функціонально-технологічних властивостей модельних фаршевих систем. Зокрема, використання крохмалю призводить до збільшення масової частки вологи фаршевих систем майже на 33,4%, вологозв'язуючої здатності – на 6,6%, виходу готової продукції – на 4,9%.

Що ж стосується модифікованого крохмалю необхідно відмітити наступне. По-перше, спостерігаються найбільші значення показників вологозв'язуючої здатності фаршевих систем (за вмісту крохмалю 3% та 5%) та виходу готової продукції (за вмісту крохмалю 3%). По-друге, встановлено стабільність масової частки вологи фаршевих систем за вмісту крохмалю 3% порівняно з контролем.

Крохмаль додається в основному, як недорогий вид стабілізатора, який розкривається під час нагрівання і добре ущільнює продукт. Однак при роботі з ним теж є нюанси. Справа в тому, що під час нагрівання крохмалі, як правило, дають клейстер в діапазоні температур 60...90 °С, а в ковбасному виробництві максимально допустима температура 72 °С. Саме тому, часто крохмалі не розкриваються і проходять баластом, практично не зв'язуючи вологу і несучи в готовий виріб специфічний запах. Тому ми не рекомендуємо використовувати нативні крохмалі, оскільки вони не мають стабільності при температурі «желювання». Вважаємо більш ефективним є використання модифікованих крохмалів зі зниженою точкою клейстеризації, що гарантуватиме виробнику ковбасних виробів контрольовану і стабільну якість виробів, а також відсутність вад щодо смаку.

Ці ствердження підтверджують й результати органолептичної оцінки фаршевих систем після теплової обробки, що здійснювали аналітичним якісним методом за ГОСТ 4288-76. Системи, що містили в своєму складі крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120, мали органолептичні показники значно ліпші ніж системи, для яких використовували нативні крохмалі.

Системи з модифікованим крохмалем не здобували сторонніх смаку та запаху, колір не змінився, а соковитість виробів була значно вища, особливо під час використання 3 % крохмалю.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що за фізико-хімічними та функціонально-технологічними показниками крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120 проявляє досить хороші значення та відповідає вимогам стандарту, які висуваються до модифікованих крохмалів. Крім того, він має добру жироемульгуючу та жирутримуючу здатності, а також високу вологоутримуючу здатність та стійкість емульсії.

Результати функціонально-технологічних властивостей та органолептичної оцінки модельних фаршевих систем, дозволяють рекомендувати використання крохмалю кукурудзяного модифікованого EUGEL FSM 85120 у складі ковбасних виробів емульсійної структури. Крім того, крохмаль кукурудзяний модифікований EUGEL FSM 85120 є продуктом вітчизняного виробництва, використання якого буде рентабельним та ефективним з економічної точки зору. Також використання вітчизняних модифікованих крохмалів зі зниженою точкою клейстеризації гарантуватиме виробникові контрольовану та стабільну якість м'ясних виробів. Рекомендоване дозування таких крохмалів – не більше 5%.

Список використаних джерел

1. Abbas K.A., Sahar K. Khalil, Anis Shobirin Meor Hussin. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study. *Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 2. № 2. P. 90-100.

2. Камсуліна Н.В., Желева Т.С. Перспективи використання модифікованих крохмалів у технології м'ясних виробів. *Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 18 травня 2021 р. Харків : ХДУХТ, 2021. Ч. 2. С. 69-70.

3. Желева Т.С., Камсуліна Н.В. Використання крохмалю в м'ясній промисловості. *Science and Practice: Implementation to Modern Society*. Abstracts of X International Scientific and Practical Conference, Manchester, Great Britain, 4-5 June 2021. Manchester, Great Britain, 2021. Pp. 36-38.

4. Використання крохмалю в м'ясній промисловості. URL: <http://www.foodinside.com.ua/2020/10/08/vikoristannya-krokhmalju-v-myasnij-promislovosti/> (дата звернення: 16.10.2021).

5. Swenson K.J., Katen T. Starch Applications in Meat Products. Proceedings of the 57th American Meat Science Association. Reciprocal

Meat Conference, Lexington, Kentucky, June 20-23, 2004. Lexington. Kentucky. 2004. P. 89. URL: [https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2004/starch-applications-in-meat-products\(3\).pdf?sfvrsn=2](https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2004/starch-applications-in-meat-products(3).pdf?sfvrsn=2) (Last accessed:16.10.2021).

6. Типы крахмалов для пищевой промышленности. URL: <https://bpk-spb.com/statii/krahmal-kupit.php> (дата звернення: 16.10.2021).

7. Application of starch based additives in meat industry. URL: https://www.researchgate.net/publication/281632722_Application_of_starch_based_additives_in_meat_industry (Last accessed:16.10.2021).

8. Толпыгина И.Н., Антипова Л.В., Мартемьянова Л.Е., Ильина Н.М. Белково-углеводные добавки в производстве мясопродуктов. *Вестник ВГУИТ*. 2013. №1. С.98-100.

9. Zhang L., Barbut S. Effects of regular and modified starches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters. *Poultry Science*. 2005. Vol. 84. № 5. P. 789-796. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.789>

10. Skrede G. Comparison of various types of starch when used in meat sausages. *Meat Sci*. 1989. Vol. 25. №1. P. 21-36. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(89\)90063-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(89)90063-6)

11. Модифікований крохмаль. URL: <https://10000menu.ru/produkti/13202-modifikovaniy-krohmal-shkodu-modifikovanogo.html> (дата звернення: 16.10.2021).

12. Modified Starches. What is it? URL: <https://starchinfood.eu/ingredient/modified-starches/> (Last accessed:16.10.2021).

13. Ощипок І.М. Методи отримання модифікованого крохмалю і його застосування у виробництві варених ковбас. *International forum: problems and scientific solutions. Scientific Collection «Interconf»*. № 1(34). URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/download/5613/5583/>.

14. ДСТУ 4380:2005. Крохмаль модифікований. Загальні технічні умови. [Чинний від 2005-02-28]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 20 с.

15. Modified Starches. URL: <https://www.fao.org/3/ca3740en/ca3740en.pdf> (Last accessed:16.10.2021).

16. Какой выбрать и купить крахмал для производства. URL: <http://www.imt-group.org/starch.html> (дата звернення: 16.10.2021).

17. Modified starches. URL: <https://www.ingredion.com/emea/en-uk/ingredients/ingredient-types/starches/modified-starch.html> (Last accessed:16.10.2021).

18. Quality Characteristics of Beef Patties Prepared with Octenyl-Succinylated (Osan) Starch. *Foods*. 2021. No. 10. P. 1157. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10061157>

19. Totosaus A. The Use of Potato Starch in Meat Products. *Food. Global Science Books*. 2009. Vol. 3. №1. P. 102-108. URL: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/FOOD_3\(SI1\)/FOOD_3\(SI1\)102-108o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/FOOD_3(SI1)/FOOD_3(SI1)102-108o.pdf) (Last accessed:16.10.2021).

20. Рогов И.И., Забашта Л.К., Ибрагимов Р.М., Забашта Л.Л. Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд. Учебн. пос. Москва : Колос, 1997. 336 с.

References

1. Abbas K.A., Sahar K. Khalil, Anis Shobirin Meor Hussin. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study. *Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 2. № 2. P. 90-100.

2. Kamsulina, N.V., Zhelieva, T.S. (2021). Perspektyvy vykorystannia modyfikovanykh krokhmaliv u tekhnolohii miasnykh vyrobiv [Prospects for the use of modified chromals in the technologies of many manufacturers]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «*Rozvytok kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho ta hotelnoho hospodarstv i torhivli: problemy, perspektyvy, efektyvnist – Development of food production, restaurant and hotel economy and trade: problems, prospects, efficiency*». (pp. 69-70). Kharkiv : KhDUKhT [in Ukrainian].

3. Zhelieva, T.S., Kamsulina, N.V. (2021). Vykorystannia krokhmaliv v miasnii promyslovosti [Use of starch in the meat industry]. *Nauka i praktyka: vprovadzhennia v suchasne suspilstvo – Science and Practice: Implementation to Modern Society*. (pp. 36-38). Manchester. [in Great Britain].

4. Vykorystannia krokhmaliv v miasnii promyslovosti [Use of starch in the meat industry]. www.foodinside.com.ua. Retrieved from <http://www.foodinside.com.ua/2020/10/08/vikorystannya-krokhmaliv-v-miasnij-promyslovosti/> [in Ukrainian].

5. Swenson K.J., Katen T. Starch Applications in Meat Products. Proceedings of the 57th American Meat Science Association. Reciprocal Meat Conference, Lexington, Kentucky, June 20-23, 2004. Lexington. Kentucky. 2004. P. 89. URL: [https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2004/starch-applications-in-meat-products\(3\).pdf?sfvrsn=2](https://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2004/starch-applications-in-meat-products(3).pdf?sfvrsn=2) (Last accessed:16.10.2021).

6. Typy krahmalov dlya pishchevoj promyshlennosti [Types of starches for the food industry] bpk-spb.com/statii/krahmal-kupit.php. Retrieved from <https://bpk-spb.com/statii/krahmal-kupit.php> [in Ukrainian].

7. Application of starch based additives in meat industry. URL: https://www.researchgate.net/publication/281632722_Application_of_starch_based_additives_in_meat_industry (Last accessed:16.10.2021).

8. Tolpygina, I.N., Antipova, L.V., Martemyanova, L.E., Ilina, N.M. (2013). Belkovo-uglevodnye dobavki v proizvodstve myasoproduktov

[Protein and carbohydrate additives in the production of meat products]. *Vestnik VGUI – Vestnik VSUIT*, 1, 98-100 [in Ukrainian].

9. Zhang L., Barbut S. Effects of regular and modified starches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters. *Poultry Science*. 2005. Vol. 84. № 5. P. 789-796. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.789>

10. Skrede G. Comparison of various types of starch when used in meat sausages. *Meat Sci*. 1989. Vol. 25. №1. P. 21-36. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(89\)90063-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(89)90063-6)

11. Modyfikovanyi krokhmal [Modified starch] 10000menu.ru/produkti/13202-modifikovaniy-krokhmal-shkodu-modifikovanogo.html. Retrieved from <https://10000menu.ru/produkti/13202-modifikovaniy-krokhmal-shkodu-modifikovanogo.html> [in Ukrainian].

12. Modified Starches. What is it? URL: <https://starchinfood.eu/ingredient/modified-starches/> (Last accessed:16.10.2021).

13. Oshchypok, I.M. Metody otrymannia modyfikovanoho krokhmalu i yoho zastosuvannia u vyrobnytstvi varenykh kovbas [Methods of obtaining modified starch and its application in the production of cooked sausages]. *International forum: problems and scientific solutions. Scientific Collection «Interconf»*. № 1(34). Retrieved from <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/download/5613/5583/> [in Ukrainian].

14. Krokhmal modyfikovanyi. Zahalni tekhnichni umovy. [The starch is modified. General technical conditions]. (2006). DSTU 4380:2005 from 28 of February 2005. Kyiv : Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

15. Modified Starches. URL: <https://www.fao.org/3/ca3740en/ca3740en.pdf> (Last accessed:16.10.2021).

16. Kakoj vybrat i kupit krahmal dlya proizvodstva [How to choose and buy starch for production]. www.imt-group.org/starch.html Retrieved from <http://www.imt-group.org/starch.html> [in Ukrainian].

17. Modified starches. URL: <https://www.ingredion.com/emea/en-uk/ingredients/ingredient-types/starches/modified-starch.html> (Last accessed:16.10.2021).

18. Quality Characteristics of Beef Patties Prepared with Octenyl-Succinylated (Osan) Starch. *Foods*. 2021. No. 10. P. 1157. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10061157>

19. Totosaus A. The Use of Potato Starch in Meat Products. *Food Global Science Books*. 2009. Vol. 3. №1. P. 102-108. URL: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/FOOD_3\(SI1\)/FOOD_3\(SI1\)102-108o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/FOOD_3(SI1)/FOOD_3(SI1)102-108o.pdf) (Last accessed:16.10.2021).

20. Rogov, I.I., Zabashta, L.K., Ibragimov, R.M., Zabashta, L.L. (1997). *Proizvodstvo myasnyh polufabrikatov i bystrozamorozhennyh blyud*

[Production of semi-finished meat products and frozen meals]. Moskva : Kolos [in Ukrainian].

N. Kamsulina, T. Zhelieva
State Biotechnological University

RESEARCH OF PHYSICO-CHEMICAL AND FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF NATIVE AND MODIFIED STARCHES

Summary

Today, in order to obtain meat products with new consumer properties and expand its range, the most rational is the development of technologies that provide highly dispersed, time-stable emulsion systems. One of the promising areas in the development of technologies for the production of emulsion-type meat products is the use of various types of starches. Given the wide range of functional and technological properties that modified starches have, they receive special attention. Existing technologies usually involve the use of modified starches of foreign production, which causes one of the problems of meat producers and makes it important to find and implement innovations in the use of modified starches of domestic production.

In view of the above, the article is devoted to the results of the study of physicochemical and functional-technological properties of native and modified starches for the purpose of their purposeful use in technologies for the production of emulsion-type sausages. It was found that according to these indicators among the studied starches the best starch is corn modified starch EUGEL FSM 85120, which has a fairly good value and meets the requirements of the standard for modified starches. In addition, it has good fat-emulsifying and fat-retaining abilities, as well as high moisture-retaining ability and stability of the emulsion.

The results of functional-technological properties and organoleptic evaluation of model minced meat systems allow to recommend the use of modified corn starch EUGEL FSM 85120 in the composition of sausages of emulsion structure. In addition, it is a product of domestic production, the use of which will be cost-effective and economically efficient. The use of domestic modified starches with a reduced gelatinization point will also guarantee the manufacturer a controlled and stable quality of meat products. Their recommended dosage is determined.

Key words: native starch, modified starch, sausages, emulsion structure.

Н.В. Камсулина, Т.С. Желева
Государственный биотехнологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАТИВНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ

Аннотация

В статье приведены результаты исследования физико-химических и функционально-технологических свойств нативных и модифицированных крахмалов. Установлено, что крахмал кукурузный модифицированный EUGEL FSM 85120 проявляет достаточно хорошие значения этих свойств и соответствует требованиям стандарта, предъявляемым к модифицированным крахмалам. Он имеет хорошую жироземмулирующую и жиродерживающую способности, а

также высокую влагоудерживающую способность и устойчивость эмульсии. Крахмал EUGEL FSM 85120 является продуктом отечественного производства, использование которого будет рентабельным и эффективным с экономической точки зрения. Использование отечественных модифицированных крахмалов с пониженной точкой клейстеризации будет гарантировать производителю контролируемое и стабильное качество мясных изделий.

Ключевые слова: нативный крахмал, модифицированный крахмал, колбасные изделия, эмульсионная структура.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2021 р.