

УДК 637.5.04/.07: 637.52

В.М. ПАСІЧНИЙ, А.М. ГЕРЕДЧУК
Національний університет харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМУ В ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСОМІСТКИХ ПРОДУКТІВ ОЗДОРОВЧОГО СПРЯМУВАННЯ

У роботі досліджено вплив високодисперсного кремнезему на структурно-механічні властивості м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів. Визначено, що внесення кремнезему збільшує ефективну в'язкість, покращує консистенцією виробів, вологозв'язуючу здатність. Розроблено рецептури удосконалених кулінарних виробів, збагачених каротином. Використання кремнезему дозволило поєднати рослинну складову (гарбуз) та м'ясо птиці без погіршення реологічних характеристик продукту. Підтверджено перспективність даного нанокмполімеру як текстуроформуючої добавки для оздоровчих продуктів.

Ключові слова: нанотехнологія, високодисперсний кремнезем, м'ясомісткі кулінарні напівфабрикати, каротиноїди, реологічні властивості, оздоровчі харчові продукти.

В.Н. ПАСИЧНЫЙ, А.М. ГЕРЕДЧУК
Национальный университет пищевых технологий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМА В ТЕХНОЛОГИИ МЯСОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

В работе исследовано влияние высокодисперсного кремнезема на структурно-механические свойства мясосодержащих кулинарных полуфабрикатов. Определено, что внесение кремнезема увеличивает эффективную вязкость, улучшает консистенцию изделий, влагосвязывающую способность. Разработаны рецептуры усовершенствованных кулинарных изделий, обогащенных каротином. Использование кремнезема дало возможность совместить растительную составляющую (тыква) и мясо птицы без ухудшения реологических характеристик продукта. Подтверждена перспективность данного нанокмполімеру как текстурообразующей добавки для оздоровительных продуктов.

Ключевые слова: нанотехнология, высокодисперсний кремнезем, мясосодержащие кулинарные полуфабрикаты, каротиноиды, реологические свойства, оздоровительные пищевые продукты.

V.M. PASICHNIY, A.M. GEREDCHUK
National University of Food Technologies

THE USE OF HIGHLY DISPERSE SILICA IN TECHNOLOGY TO MEAT CONTAINING PRODUCTS HEALTH-IMPROVING ORIENTATION

In this work, it was studied effect of highly dispersed silica on the structural and mechanical properties meat containing half-finished culinary products. Determined that the introduction of silica increases the effective viscosity, improves the consistency of the product, water-binding ability. Have developed formulations of superior food products enriched with carotene. The use of silica gave the opportunity to combine vegetable component (pumpkin) and poultry without compromising the rheological characteristics of the product. Confirmed the potential of this nanocomposite as additive which forms a structure for healthy food products.

Keywords: nanotechnology, highly dispersed silica, meat containing half-finished culinary products, carotene, rheological properties, healthy food products.

Постановка проблеми

Пріоритетним завданням для харчової промисловості на сьогодні є створення принципово нових продуктів оздоровчого спрямування шляхом комплексної переробки сировини тваринного і рослинного походження з використанням новітніх принципів харчової комбінаторики. Проте, для забезпечення найкращого фізіологічно-профілактичного ефекту та найвищого рівня біозасвоєваності нутрієнтів, необхідно конструювати продукти полікомпонентного складу, що являються нестійкими гетерогенними системами. В зв'язку з цим, з'являється необхідність в дослідженні та розробці нових ефективних добавок – структуроутворюючих, антиоксидантних, бактеріостатичних, які б дали змогу стабілізувати та покращити структурно-механічні, органолептичні та споживчі властивості без шкоди для здоров'я людини. Тому, особливу зацікавленість виробники та науковці як України, так і світу проявляють до наноматеріалів та нанокмполімерів (біомолекули, полімери, вуглецеві з'єднання, метали, їх оксиди і солі),

використання яких забезпечує ширші можливості для варіювання, модифікування та переробки сировинних матеріалів [1-4].

Нанотехнології – це технології спрямованого маніпулювання матеріальними об'єктами, що мають молекулярні розміри в межах 1...100 нм. Наноматеріали виявляють принципово нові корисні властивості, які відсутні у речовин, представлених суцільними фазами або макроскопічними дисперсіями. Одна з основних причин появи таких властивостей – збільшення площі поверхні, що призводить до багаторазового посилення процесів, обумовлених поверхневими (міжфазними) взаємодіями. Результатом стає характерне для наноматеріалів значне посилення взаємодій з іншими матеріалами і біологічними об'єктами [1, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх наукових розробок та публікацій свідчить про перспективність використання в харчових продуктах вискодисперсних твердих наночастинок, які характеризуються обмеженим вибірковою змочуванням, внаслідок чого здатні перебувати на межі фаз. Такі емульсії отримали спеціальну назву "емульсії Пікерінга", перевагами яких є більш висока стабільність, можливість створення висококонцентрованих систем, стійкість до зміни рН, низька собівартість та екологічність [6].

До таких наноматеріалів належить наноккомпозит діоксиду кремнію. Кремнезем (Е551) — це пухкий голубувато-білий порошок без смаку і запаху, який використовують як харчову добавку, що перешкоджає злежуванню сипучих продуктів. На його основі виготовляють медичні препарати адсорбційної дії, носії біологічно-активних речовин, застосовують у якості загущувача рідких дисперсійних середовищ [7-9].

Кремній і його з'єднання є безпечними для організму людини, адже в природі він постійно надходить в живі організми з їжею і водою, потрапляє в органи дихання разом з пилом, аерозольними частинками. Все це призводить до міграції сполук кремнію в організмі, до їх накопичення в багатьох тканинах і участі в процесах метаболізму [9].

Наукові дослідження показують, що кремнезем, завдяки особливостям будови та великій площі поверхні (200...400 м²/г), володіє високими адсорбційними властивостями по відношенню до води, білків, екзо- і ендотоксинів, патогенних мікроорганізмів. Останнє повинно запобігати або гальмувати розмноження бактерій у харчових продуктах [9-11].

Проте, незважаючи на ряд позитивних властивостей, використання діоксиду кремнію у харчових технологіях майже не вивчалось, що підтверджує актуальність та необхідність обраних напрямків наукових досліджень. Нами запропоновано технологію білково-жирових емульсій, стабілізованих вискодисперсним кремнеземом, для оптимального поєднання м'ясної та каротиновмісної сировини з метою створення м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів підвищеної харчової, біологічної та вітамінної цінності.

Формулювання мети дослідження

Метою досліджень було вивчити вплив вискодисперсного кремнезему на структурно-механічні та органолептичні властивості структурованих харчових систем, зокрема м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів, та з'ясувати перспективи його використання в технології оздоровчих продуктів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для удосконалення технології м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів каротиновмісних білково-жирових емульсій, було змодельовано рецептуру функціонально-технологічної суміші (ФТС) з покращеними функціонально-технологічними характеристиками (табл. 1). Внесення її дозволяє не лише стабілізувати харчову систему, але й збагатити хімічний склад за рахунок натуральних білкових препаратів та полісахаридів.

Таблиця 1

Рецептурний склад функціонально-технологічної суміші	
Рецептурні компоненти	Вміст, %
Рисове борошно	33,5
Крохмаль картопляний модифікований	28
Сіль кухонна	0,8
Карбоксиметилцелюлоза	4,2
Фосфат	5
Білковий препарат СканПро	17
Суміш молочних білків	11,5

Для вивчення впливу вискодисперсного кремнезему на реологічні властивості харчових середовищ, першочергово було досліджено показники ефективної в'язкості 1 % розчину ФТС без та з

додаванням 0,3 % нанокompозиту, а також зміну цих властивостей після нагрівання (на водяній бані 10-15 хв.). У роботі використовувались нанокompозити, що синтезовані фахівцями інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України питомою площею поверхні 232 м²/г, з відповідним середнім радіусом первинних наночастинок 5,88 нм, та насипною густиною 22 г/см³.

Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву зображено на рисунку 1. Дані графіка показують, що внесення кремнезему збільшує ефективну в'язкість більше ніж у 10 разів. Термічний вплив також підвищує в'язкісні характеристики, що підтверджує можливість використання модельних зразків ФТС та кремнезему у технології харчових продуктів, які піддаються термічному оброблянню, зокрема кулінарних виробів та напівфабрикатів високого ступеня готовності. Краще позитивний ефект внесення кремнезему спостерігається при певному фіксованому значенні градієнта напруження зсуву (рис. 2).

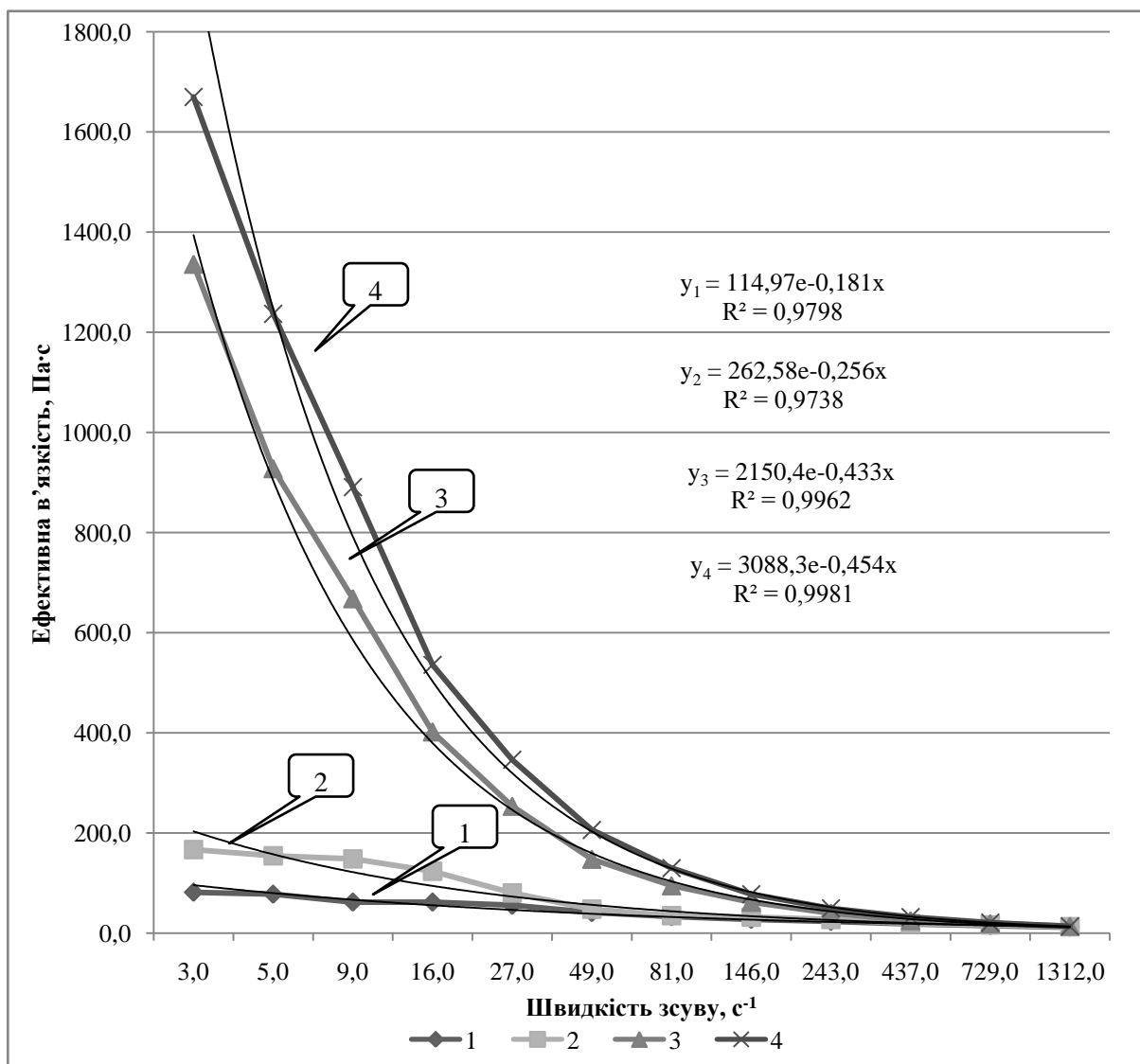


Рис.1. Залежність ефективної в'язкості функціонально-технологічної суміші від швидкості зсуву: зразок 1 - 1 % розчин ФТС; зразок 2 - 1 % розчин ФТС після нагрівання; зразок 3 - 1 % розчин ФТС з 0,3 % кремнезема; зразок 4 - 1 % розчин ФТС з 0,3 % кремнезема після нагрівання

Розроблену ФТС в подальшому використовували для виготовлення каротиновмісних білково-жирових емульсій (КБЖЕ), рецептури яких наведені у табл. 2. Введення каротиновмісної сировини (гарбуза мускатного сорту Арабатський) до складу полікомпонентної емульсії є доцільним, оскільки засвоюваність каротину залежить від наявності в продукті ліпідів та білків. До того ж, така технологія забезпечує краще композиційне поєднання м'ясної та рослинної складової, рівномірне розподілення та кращі технологічні характеристики.

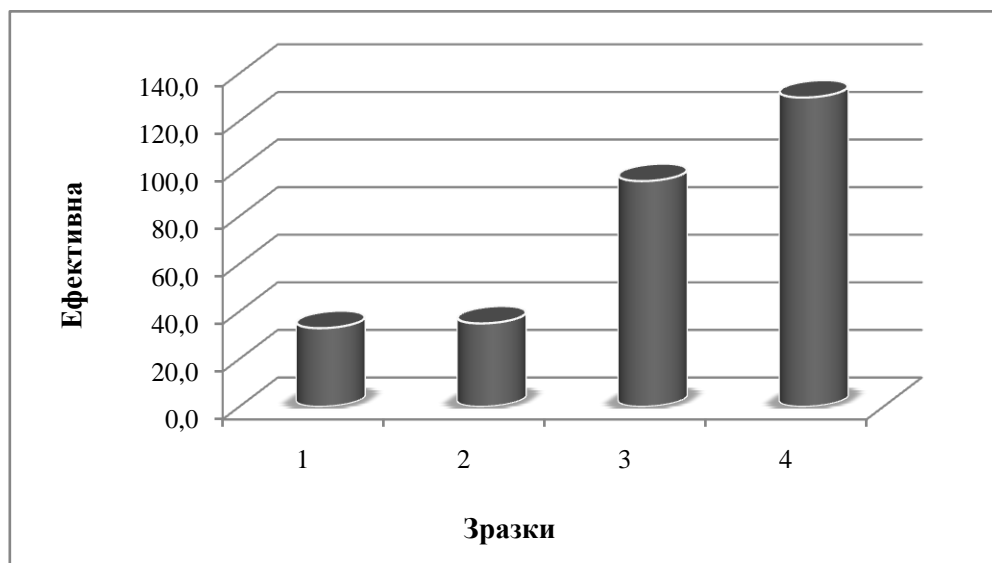


Рис.2. Значення ефективної в'язкості при частоті обертання 81 об/с: зразок 1 - 1 % розчин ФТС; зразок 2 - 1 % розчин ФТС після нагрівання; зразок 3 - 1 % розчин ФТС з 0,3 % кремнезема; зразок 4 - 1 % розчин ФТС з 0,3 % кремнезема після нагрівання

Таблиця 2

Рецептури каротиновмісних білково-жирових емульсій

Рецептурні компоненти	КБЖЕ №1	КБЖЕ № 2
Гарбуз	20	40
Куряча шкіра бланшована	40	30
Молоко питне	40	30
Функціонально-технологічна суміш (ФТС)	5 %	
Сіль кухонна	1 г на 100 г	

Змодельовані КБЖЕ характеризувалися однорідною структурою, високою стабільністю та в'язкістю. Внесення гарбуза в кількості 20...40 % суттєво не змінювало реологічні властивості емульсій, проте позитивно вплинуло на органолептичні показники готових виробів. Зразки мали оптимальну пластичну текстуру, соковитість та еластичність, покращилися колір і смак.

Каротиновмісні білково-жирові емульсії були запропоновані до використання в технології м'ясомістких напівфабрикатів кулінарних (крокетів) на основі м'яса птиці промислової відгодівлі. Крокети – це кулінарна страва округлої форми з м'ясної січеної маси, паніровані в сухарях і обсмажені у фритюрі. Даний клас харчових продуктів стає все більш популярним як у закладах ресторанного господарства, так і як «снєк-фуд», що реалізується в торговій мережі. Тому важливим завданням є зробити напівфабрикати високого ступеня готовності корисними та доступними широким верствам населення.

Рецептурний склад удосконалених крокетів приведено в таблиці 3. В якості м'ясної складової використовувалося філе курчат-бройлерів промислової відгодівлі. Заміну м'яса на КБЖЕ здійснювали в кількості 20...40 % (аналог «Курячий попкорн» ПАТ «Миронівський м'ясопереробний завод «Легко»). Для створення необхідних структурно-механічних властивостей та консистенції виробів в рецептурі було рекомендовано внести високодисперсний кремнезем у кількості 0,3 % . Екологічна та хімічна чистота діоксиду кремнію робить його безпечним для організму людини, що дає можливість використовувати його при виробництві продуктів оздоровчого спрямування.

Технологічна схема виготовлення курячого «попкорну» складається з наступних операцій: підготовка основної сировини, подрібнення м'яса на фарш, перемішування всіх інгредієнтів з додаванням спецій, формування м'ясних кульок, варіння у середовищі насиченої пари, панірування м'ясних кульок, обсмажування у фритюрі, охолодження, пакування та зберігання.

Удосконалені крокети характеризувалися кращими фізико-хімічними та реологічними показниками, а також смаком, кольором, консистенцією, соковитістю, виглядом на розрізі. В ході експериментальних досліджень встановлено, що внесення КБЖЕ та кремнезему покращувало вологозв'язуючу здатність, за рахунок чого покращилась пластичність та збільшився вихід напівфабрикатів (табл. 4).

Таблица 3

Рецептури напівфабрикатів м'ясомістких кулінарних з КБЖЕ					
Інгредієнти	Варіанти модельних зразків				
	Контроль	№1	№2	№3	№4
Філе куряче, %	88	80	60	80	60
КБЖЕ №1, %	-	20	40	-	-
КБЖЕ №2, %	-	-	-	20	40
Wiener Combi, %	0,5	-	-	-	-
Just fiber BFC 40, %	1,5	-	-	-	-
Додаткова сировина					
Кремнезем, %	-	0,3	0,3	0,3	0,3
Сіль, %	2	2	2	2	2
Вода, мл на 100 г	10	25	25	25	25

Таблица 4

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники крокетів					
Зразок	pH	Волога, %	V33 _a , %	Пластичність, см ² ·г/кг	Вихід продукту, %
Контроль	6,25	66,7± 2,3	76,2± 0,48	6,3 ± 0,16	96 ± 1,88
1	6,20	69,0 ± 2,8	91,5 ± 0,60	7,0 ± 0,15	103,8 ± 2,0
2	6,15	73,7 ± 3,2	86,5 ± 0,55	8,3 ± 0,19	108,4 ± 2,3
3	6,10	74,9 ± 3,4	89,7 ± 0,45	10,9 ± 0,16	102,1 ± 2,2
4	6,20	77,5 ± 2,9	81,8 ± 0,61	9,7 ± 0,20	105,9 ± 2,6

Подальші дослідження кислотного та перекисного чисел, мікробіологічних показників підтвердили високу стабільність розроблених зразків у термінах зберігання. Запропоноване нами активне пакування з допомогою поглинач-пакетів кисню та випаровуючого етанолу, дало можливість пролонгувати термін зберігання кулінарних виробів. Зокрема, в охолоджену стані термін зберігання збільшився до 20 діб, що в чотири рази більше, ніж контрольного продукту [12].

Висновки

Проведені наукові дослідження підтверджують ефективність використання високодисперсного кремнезему в якості текстуроформуєчої добавки в технології м'ясомістких кулінарних напівфабрикатів. Внесення його у кількості 0,3 % суттєво покращувало ефективну в'язкість, пластичність, вологозв'язуючу здатність структурованих виробів, внаслідок чого збільшився вихід продукту та знизилась собівартість. Кремнезем стабілізував каротиновмісні білково-жирові емульсії та сприяв кращому поєднанню рослинної та м'ясної складових. Розроблені вироби мали відмінні органолептичні показники та високу споживчу цінність, оскільки характеризувалися збалансованим хімічним складом, підвищеним вмістом харчових волокон та картину.

Список використаної літератури

1. Кузнецов Г. Нанотехнології в харчовій промисловості / Геннадій Кузнецов // Мистецтво лікування. – 2013. – № 8 (104). – С. 48-50.
2. Полумбрик М.О. Нанотехнології в харчових продуктах / М.О. Полумбрик // Харчова промисловість. – 2011. - № 10. – С. 319-324.
3. Кудряшева, А. Новые полифункциональные нанобиокорректоры / А.А. Кудряшева // Пищевая промышленность. – 2009. - №4. – С.52-54.
4. Стрельникова, Л. Нанопицца уже рядом / Любовь Стрельникова // Химия и жизнь. – 2009. - №11. – С. 17-20.
5. Нанотехнологии в пищевых производствах: перспективы и проблемы / В.М. Верников, Е.А. Арианова, И.В. Гмошинский, [и др.] // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 2. – С. 4-17.

6. Emulsion stabilized solely by colloidal particles / R. Aveyard, V.P.Binks, J.H.Clint // *Adv. Colloid Interface Sci.* – 2003. – № 100. – Pp. 503–546.
7. Закономірності росту частинок пірогенного кремнезему за умов турбулентності реакційного середовища / І.Ф. Миронюк, Б.М. Яремчук, Т.В. Гергель, В.І. Мандзюк // *Фізика і хімія твердого тіла.* – 2006. – № 4. – С. 731-740.
8. Пасічний В.М. Дослідження емульсій на основі білоквісних функціональних харчових композицій / В.М. Пасічний, І.М. Страшинський, О.П. Фурсік // *Технологический аудит и резервы производства.* – 2015. - № 3. – С. 51-55.
9. Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния / [Чуйко А.А., Погорелый В.К., Пентюк А.А. и др.] ; под ред. А.А. Чуйко. – К.: Наук. думка, 2003. – 414 с.
10. Appropriate Risk Governance Strategies for Nanotechnology Applications in Food and Cosmetics [Electronic resource] / International Risk Governance Council (IRGC). — Geneva, Switzerland, 2009. — Available at: \www/URL: [http:// www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_PBnanofood_WEB.pdf](http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_PBnanofood_WEB.pdf) .
11. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector / Q. Chaudhry, M. Scotter, J. Blackburn, [et al.] // *Food Additives Contaminants.* – 2008. – Vol. 25, N 3. – P. 241–258.
12. Пасічний В.М. Дослідження факторів пролонгації термінів зберігання м'ясних і м'ясомістких продуктів / В.М. Пасічний, А.М. Геречук, О.О. Мороз, Ю.А. Ястреба // *Збірник наукових праць «Наукові праці Національного університету харчових технологій», Том 21, №4.* – К., 2015 р. – С. 224-230.