



Закономірності формування томатних соусів залежно від складу інкапсулянта

Є. ПИВОВАРОВ, О. НЕКЛЕСА, кандидати техн. наук
О. НАГОРНИЙ, асистент

***Анотація.** Встановлено, що одним із напрямів подальшого розвитку технологій соусів є фасування їх до їстівних оболонок на основі іонотропних полісахаридів. Обґрунтовано інноваційне рішення – розробка науково-технологічних принципів технології виготовлення соусів з капсульною структурою на основі томат-продуктів. Запропоновано аналітичну модель одержання оболонки капсули та визначено розвиток моделі під впливом збурюючих чинників. Проведені дослідження є науковою платформою для обґрунтування параметрів технологічного процесу виробництва соусів капсульованих.*

Ключові слова: капсулювання, іонотропне гелеутворення, соус томатний, величина pH, альгінат натрію (AlgNa), сіль кальцію

Сучасний розвиток технологій харчової продукції передбачає впровадження у виробництво нових харчових форм і принципів переробки сировини та напівфабрикатів.

Сучасні технології кулінарних страв і закономірностей їх розвитку все частіше потребують одночасного використання у системі виробництва двох або більшої кількості соусів, фізичне змішування яких неможливе за санітарними, температурними та естетичними ознаками, але є бажаним одержання цих композицій за смаковими та фізіологічними вимогами. Таких протиріч можна уникнути за умови, коли соуси будуть розфасовані в індивідуальні пакувальні місткості, які в свою чергу будуть їстівними і не матимуть обмежень за правилами споживання з точки зору нутріціології та вимог безпечності.

Таким вимогам відповідають гелеподібні покриття на основі іонотропних полісахаридів, зокрема, певних видів альгінату натрію.

Застосування принципів іонотропного капсулювання забезпечує сприятливий розвиток технології харчової продукції, особливо щодо покращення її органолептичних показників та асортименту, підвищення харчової цінності та розширення сфери використання.

У сучасних літературних джерелах не виявлено системних досліджень науково-практичних принципів створення соусів томатних капсульованих, виробництво яких може бути реалізоване на основі

екструзійного формування іонотропних полісахаридів.

За цих передумов наукове обґрунтування виробництва соусів томатних капсульованих актуальне, а впровадження нової технології допоможе розширити асортимент харчової продукції і покращити структуру харчування населення з одночасним задоволенням сучасних споживчих запитів.

Метою роботи є визначення закономірностей формування соусів томатних капсульованих із структурно-механічними властивостями, що відповідають інноваційному задуму нової продукції, визначення впливу технологічних чинників – органічних кислот та кухарської солі (NaCl) на процес іонотропного формування оболонок капсул.

З урахуванням аналітичних досліджень напрямів розвитку виробництва соусів томатних, та враховуючи нові можливості використання харчової продукції у фізичному стані капсули, прийнято інноваційне рішення розробки науково-технологічних принципів технології виготовлення соусів на основі томат-продуктів у формі капсул.

Враховуючи основні фізико-хімічні показники соусів томатних та рівень хімічного потенціалу їх складових, введення до їх складу солей – джерел іонів кальцію, дасть змогу за умови крапельної екструзії

Таблиця 1

Приріст маси капсул залежно від рН розчину AlgNa, %

Найменування зразків	Концентрації, AlgNa/CaCl ₂ , %	рН розчину AlgNa	Зміна маси зразків через, с				
			100	300	600	900	1200
Контроль	1,0 0,5	5,5-7,0	47,0±1,0	55,0±1,0	57,0±0,8	58,0±0,7	58,0±0,7
Зразок 1		5,0-5,5	43,0±0,8	51,0±0,7	52,5±1,0	52,9±0,7	53,0±0,8
Зразок 2		4,5-4,7	37,0±0,8	39,2±0,8	41,5±0,9	41,5±1,0	42,2±0,8
-		3,9-4,2	0	0	0	0	0

в середовище розчину AlgNa одержати принципово новий за технологічними властивостями продукт – **соуси томатні капсульовані**.

Технічне рішення одержання капсульованих форм харчових продуктів на основі альгілату натрію реалізовано за принципом екструзії системи «кальцієва сіль – вода – полісахарид – асортимент визначаючи харчові компоненти» в розчин високомолекулярної сполуки – поліелектроліту.

Одержання соусів томатних капсульованих, зважаючи на реальний поліелектролітний склад харчових систем, – процес доволі ускладнений, обумовлений хімічним складом томатів. Вміст сухих речовин в томат-продуктах характеризується інтервалом 12-30 %, серед яких найбільший вплив з точ-

ки зору блокування процесу формування оболонок капсул і зниження кінетики цього процесу будуть мати геміцелюлози та пектинові речовини - відповідно 0,1-0,2 та 1,3-2,5 % сухих речовин [4]. Оскільки значна кількість перелічених складових здатна до солюбілізації та розчинення з утворенням іонних розчинів, то порівняно з модельною системою при внесенні томатів до інкапсулянта або до оболонкоутворювача, ентропія системи буде зростати, а вірогідність протікання реакції – знижуватися.

Ще більш виражені збурюючі фактори при внесенні до модельної системи мають концентровані продукти – томат-паста та томат-пюре.

Реакція утворення поліелектролітних комплексів альгілату кальцію (Alg₂Ca) відноситься до ре-

Таблиця 2

Значення рН розчинів NaKMЦ залежно від вмісту томатної пасти

Концентрація томатної пасти, %	Значення рН		
	концентрація розчину NaKMЦ, %		
	0,7	1,2	1,7
0	7,52	7,66	7,82
10	4,88	5,3	5,8
20	4,63	4,95	5,3
30	4,52	4,77	5,12
40	4,37	4,6	4,93
60	4,32	4,53	4,82

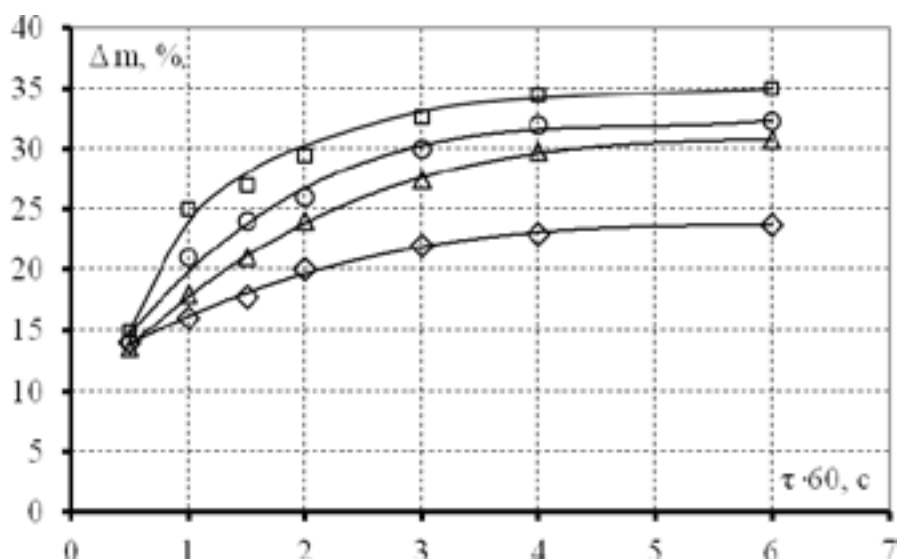


Рис. 1. Динаміка приросту маси оболонок капсул систем (AlgNa – CaCl₂ : 1,7 – 0,6 %) за вмістом томатної пасту у розчині NaКМЦ, %: , Δ, ◇, – 0, 10, 20, 30

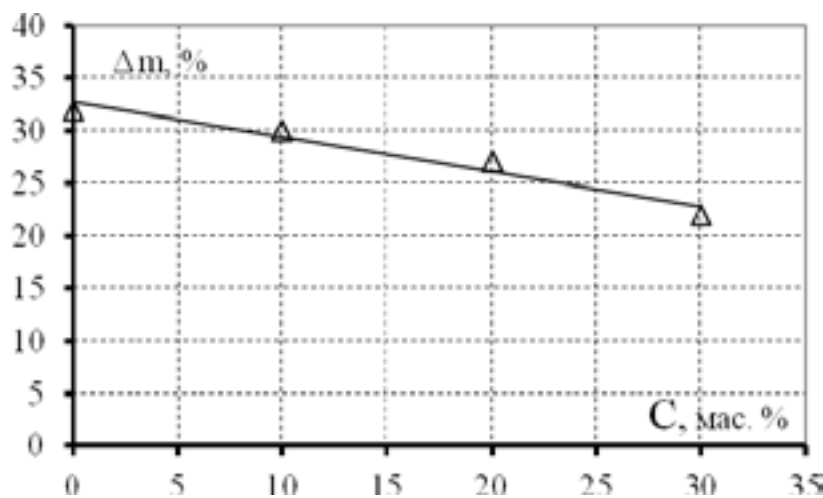


Рис. 2. Залежність динаміки приросту маси оболонок капсул (τ = 3·60 с) від вмісту в складі інкапсулянта томатної пасту

акції кооперативного типу. Кооперативний характер реакції проявляється в тому, що протікає лише за певних значень рН та концентрації реагуючих компонентів, яка створює умови дифузії блокуючого електроліту – іонів Ca^{2+} в систему полімера – AlgNa. За невідповідності цим умовам процес капсулоутворення не відбувається.

Це значить, що в присутності органічних кислот у певних концентраціях, що виражається масовою часткою внесених томат-продуктів, а також соусів на основі томат-продуктів, частина розчинної форми AlgNa буде переходити в стан малорозчинної альгінової кислоти з частковою втратою розчинності та функціональних властивостей.

За цих умов функціональна властивість AlgNa до взаємодії з іонами Ca^{2+} водорозчинної солі кальцію хлориду (CaCl_2) буде втрачена, і не зважаючи на фактичну присутність її в технологічній системі, у процесі утворення оболонки капсули вона участі не братиме [7, 8].

Повна натрієва сіль альгінату натрію під дією кислоти здатна частково перетворюватися в кислоту сіль, що може відбуватися при контакті альгінової кислоти та її похідних з кислотами томат-продуктів.

За значень $\text{pH} < 6,0$ в системі накопичується частка нерозчинного AlgNa в формі нерозчинної альгінової кислоти за рахунок початку стадії «кислотного гелеутворення», що є результатом нейтралізації кислотних залишків іонами водню введеної кислоти.

Оскільки до складу AlgNa входять залишки гулуринової та мануринової кислот, ці реакції характерні окремо для кожної з них за певних значень рН.

За умови введення солі CaCl_2 з врахуванням стану системи відбудеться реакція заміщення.

При цьому утворюється певний рівень $(\text{AlgCa})_x$ хелатних сполук, кількість яких по відношенню до початкової концентрації визна-

Таблиця 3

Динаміка зміни маси капсул

Найменування зразків	Концентрації, AlgNa/CaCl ₂ , %	Концентрація NaCl, %	Зміна маси зразків через, с				
			100	300	600	900	1200
Контроль	1,0 0,5	0	47,0±1,0	55,0±1,0	57,0±0,8	58,0±0,7	58,0±0,7
Зразок 1		$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{42,0\pm1,0}{39,0\pm0,6}$	$\frac{52,0\pm2,0}{44,1\pm1,9}$	$\frac{53,0\pm3,0}{47,0\pm1,5}$	$\frac{53,0\pm3,0}{46,1\pm1,7}$	$\frac{53,0\pm3,0}{43,0\pm2,0}$
Зразок 2		$\frac{3,0}{3,0}$	$\frac{36,2\pm0,4}{28,1\pm0,5}$	$\frac{45,0\pm1,0}{34,3\pm2,1}$	$\frac{45,1\pm0,7}{34,0\pm1,0}$	$\frac{45,0\pm2,0}{46,0\pm1,0}$	$\frac{43,0\pm1,6}{33,0\pm1,4}$
Зразок 3		$\frac{5,0}{5,0}$	$\frac{31,1\pm0,3}{14,3\pm0,7}$	$\frac{40,0\pm1,5}{17,0\pm0,6}$	$\frac{40,0\pm2,1}{19,0\pm0,8}$	$\frac{40,0\pm2,1}{19,0\pm1,0}$	$\frac{37,0\pm3,4}{17,0\pm1,3}$

чити неможливо і які будуть залежати як від значень рН, так і кількості підкислювача (H⁺). Одночасно в системі за рахунок внесеного аніону (xCl⁻) кінетика реакції буде зміщуватися в бік вихідних речовин, тим самим уповільнюється процес гелеутворення [9,10].

Проведений аналіз вказує на те, що в присутності кислоти, як фактора впливу на кінетику реакції, темпи приросту маси оболонки капсул мають менші значення проти модельної системи, одержаної за нейтральних значень рН. Оскільки під час виробництва томатних соусів до їх рецептурного складу вносять різні за природою органічні кислоти, то це необхідно враховувати при параметруванні технологічного процесу.

У табл. 1 наведено дані приросту маси оболонки капсул (C_{AlgNa}=1,0 %, C_{CaCl₂}=0,55 %) за різних значень рН.

Масові характеристики, наведені у табл. 1, повністю співвідносні з проведеними теоретичними дослідженнями.

Підтвердженням розробленої теоретичної моделі процесу одержання соусу томатного капсульованого за кислих значень рН є одержані експериментальні дані приросту маси оболонки капсул.

У табл.2 наведено інформацію щодо зміни значень рН розчинів натрієвої солі карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ) – складової інкапсулянта за концентрацій 0,7-1,7 % з томатною пастою (вміст сухих речовин – 25 %) в інтервалі співвідношень «розчин NaКМЦ – томатна паста» – 100-40 : 0-60 мас. %.

Із даних табл. 2 видно, що додавання 10 % то-

матної пасти призводить до зменшення значень рН розчинів NaКМЦ . Подальше збільшення масової концентрації томатної пасти з 10 до 60 мас. % призводить до зростання абсолютної концентрації кислотності, але без зміни значень рН.

На рис. 1 зображено залежності приросту маси оболонки капсул за різного вмісту томатної пасти в інкапсулянті. Видно, що проти контролю, маса капсул з вмістом томатної пасти 30 мас. % зменшується, в середньому, на 13 %.

На рис. 2 наведено дані закономірностей динаміки формування маси оболонки капсул протягом 3-60 секунд, за зростанням масової концентрації томатної пасти проти контролю до 30 мас. %.

Виходячи з висунутої теоретичної моделі іонотропного гелеутворення і сформульованих наукових принципів утворення капсульної структури, є очевидним, що реалізація хімічних потенціалів залежить від складу технологічної системи, у якій проходять процеси гелеутворення

За цих передумов важливим є вивчення закономірностей гелеутворення при одночасно присутніх у розчині іонних складових, серед яких найбільше використовують розчини кухарської солі (NaCl).

Одночасна присутність кухарської солі в системі «NaAlg – Ca²⁺» буде сприяти зміні загального хімічного потенціалу за рахунок збільшення концентрації протиіонів, що, у свою чергу, буде істотно уповільнювати пряму реакцію і водночас сприяти руйнуванню структури гелю.

Для підтвердження теоретичної моделі поведінки реакції капсулоутворення, нами вивчено ди-



наміку приросту маси оболонок капсул (табл.3) та товщини стінки капсул (на прикладі 1,0 % розчину AlgNa за вмістом кухарської солі 0-5 %) за умови, що сіль вносять до рецептурного складу інкапсулянта (чисельник), прийомного розчину – AlgNa (знаменник).

Моніторинг зміни маси капсул проводили протягом 20-60 с (± 3 с) з інтервалом вимірів 100 с.

Наведені у табл. 3 дані свідчать, що за зростанням концентрації кухарської солі, темпи приросту маси оболонок капсул істотно знижуються, особливо для випадків введення солі в прийомний розчин AlgNa. Різниця приросту маси оболонок капсул через 600 секунд проти контролю була – 8,0 % (1,0 % NaCl) та – 30,0 % (5,0 % NaCl) при введенні солі до інкапсулянта, а при введенні солі до прийомного розчину – 18,0-67,0 %.

За одержаними результатами досліджень встановлено, що в технологічних процесах бажано використання солі кухонної після процесу капсулоутворення як технологічної добавки, а не як учасника процесу капсулоутворення.

Водночас визначено, що додавання кухарської солі до розчину прийомного середовища більше ніж 6 %, та до інкапсулянту понад 8 %, унеможливає процес капсулоутворення.

Висновки

Розроблено аналітичну модель впливу складу інкапсулянта на залежність формування соусів томатних капсульованих. Експериментально підтверджено вплив кислот інкапсулянта і кухарської солі на закономірності формування стінок оболонок капсул нового продукту – соусу томатного капсульованого.

Проведені дослідження є науковою платформою для обґрунтування параметрів технологічного процесу виробництва соусів капсульованих.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Нагорний О.Ю.** Дослідження фізикохімічних змін наповнених гелів на основі натрію альгінату та натрій-карбоксиметилцелюлози // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр.– Харків, 2010.– Вип. 1 (11).– 503с.
2. **Пивоваров Є.П.** Закономірності формування маси оболонок капсул, одержаних шляхом іонотропного гелеутворення // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій: зб. наук. пр.– Одеса, 2010.– Вип. 38.– Том. 2.– 466с.
3. **Пивоваров П.П.** Инновационные технологии производства капсулированных продуктов // Продукты и ингредиенты.– 2013.– №3(12).– С. 24–25.
4. ДСТУ 5081:2008 «Продукти томатні концентровані»
5. **Kardos N., Luche J.** // CarbohydrateRes.– 2001.– Vol. 332.– P. 115–131.
6. **Nagarajan R., Davies G.S.**, Inst. Eng. (India) Chem. Eng. Div.– 1980.– Vol. 60.– №2.– P. 41–44.
7. Schmid G., Rommel O. // Z. Electrochem.– 1939.– Bd. 45.– P. 659–657.
8. **Doula M.S.** // J. Appl. Polym. Sci.– 1978.– Vol. 22.– P. 1735–1742.
9. **Szalay A.Z.** // Phys. Chem.– 1993.– Vol. A 164.– P. 234–240.
10. Freindlish H., Gillingn D.W. // Trans Faraday. Soc.– 1938.– Vol. 34.– P. 649–654.

