

УДК [641.887:613.2]:[544.77:66.022.3]

ТЕЛЕЖЕНКО Л.М., д-р техн. наук, професор, ЖМУДЬ А.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій

СТРУКТУРУВАННЯ СОУСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Показано, що для створення текстури соусної продукції можуть бути використані гідроколоїди різних видів. Наведено порівняльний аналіз плинності і в'язкості модельних розчинів різних гідроколоїдів та науково обґрунтовано їх використання при виробництві соусів-дресингів для утворення м'якої, еластичної текстури.

Ключові слова: гідроколоїди, соусна продукція, кінематична в'язкість, текстура, консистенція, плинність.

It is rotined that for creation of texture of sauce products there can be used hydrocolloids of different kinds. The comparative analysis of fluidity and viscosity of model solutions of different hydrocolloids is resulted and scientifically grounded their using for the production of sauces-dressings for formation of soft, elastic texture.

Keywords: hydrocolloids, sauce products, kinematics viscosity, texture, consistency, fluidity.

Зміни в сучасному способі життя, все більше усвідомлення взаємозв'язку між раціоном харчування та здоров'ям, а також нові технології обробки привели до підвищення попиту на готові страви у композиції з відповідним соусом, що містить функціональні інгредієнти, та до удосконалення технології виробництва продуктів з високим вмістом ентеросорбентів та низьким вмістом жирів [1]. За результатами моніторингу продукції закладів ресторанного господарства встановлено, що понад 70 % складає кулінарна продукція з використанням соусів, які дозволяють урізноманітнити асортимент, доповнюють склад, підвищують біологічну цінність та завершують оформлення страв. Серед соусів, що набувають значного поширення в Україні, можна виділити групу, під загальною назвою соуси-дресинги [2] для більшості з яких характерними ознаками є низька калорійність, незначна в'язкість текстури, напівпрозорість, наявність завислих часток оригінальних компонентів. На сьогоднішній день практично відсутні українські технології таких продуктів на рослинній основі, не зважаючи на те, що на ринку широко представлена вітчизняна сировина: листові та інші овочі, ягоди, горіхи, які є джерелом біологічно активних речовин.

Надання таким соусам необхідної консистенції здійснюється за допомогою згущувачів, серед яких найбільшого поширення набули наступні комерційно важливі гідроколоїди: камедь гуару, камедь кантану, карагінани, камедь рожкового дерева, пектини, крохмаль [3].

Полісахариди, які отримують із морських водо-

ростей та наземних рослин, складають більше 70 % всього об'єму згущувачів і гелеутворювачів, що використовуються в промисловості [4]. Сучасна класифікація водоростей побудована на особливостях їх пігментації: зелені, бурі, синьо-зелені, зелено-червоні. Із водоростей отримують чотири речовини - альгінат, карагінан, фуцелан та агар-агар. Всі ці субстанції отримують методом екстракції. Для отримання альгінатів використовують три види дикорослих бурих водоростей: *Laminaria hyperborea*, *Laminaria digitata*, *Macrocystis*.

Камеді, чи гуммі (від грецького *kommidion*, *kommi*) являть собою розчинні в воді чи ті, що набухають в ній, полімери моносахаридів - глюкози, галактози, арабінози, маннози, рамнози, глюкуронових кислот. Камеді умовно можна розділити на три види в залежності від походження: ексудати (смоли, що виділяються рослинами); гідроколоїди різного насіння; біосинтетичні колоїди - полісахариди мікроорганізмів.

Пектини – гетерополісахариди, що містять не менше 65 % залишків галактуранових кислот, які можуть бути представлені у вигляді вільної кислоти, її метилового ефіру чи аміду кислоти.

Крохмаль – це полісахарид рослин із загальною формулою $(C_6H_{12}O_5)_n$. Він може складатись із фракцій амілози – лінійного полісахариду, який містить 200...1000 залишків D-глюкози, і амілопектину, макромолекули якого дуже розгалужені і містять 600...6000 залишків D-глюкози.

Застосування того чи іншого гідроколоїду для надання плинної, в'язкої основи соусам-дресингам, залежить від таких факторів: рівномірність розчинення у воді; утворення в'язко-плинної стабільної структури; стійкість до синерезису; здатність до синергетичної взаємодії; взаємодія з частками прянощів, спецій та інших інгредієнтів соусу; економічні показники; поширеність та доступність і т.д.

Встановлено, що масова частка гідроколоїду та його вид впливають на реологічні показники модельних розчинів та формування необхідної текстури соусів-дресингів та її стабільність.

З урахуванням того, що дресинги [2] є продуктом



Рис. 1. Щільність гелів в залежності від масової частки і виду гідроколоїду: 1 – камедь рожкового дерева ($C_{01} = 0,3\%$); 2 – карагінан ($C_{02} = 0,4\%$); 3 – камедь гуару ($C_{03} = 0,4\%$); 4 – пектин ($C_{04} = 2,0\%$); 5 – крохмаль ($C_{05} = 4,0\%$)



Рис. 2. Схематичне порівняння текстури гелів різних гелеутворювачів

* за даними інших дослідників

Таблиця 1
Плинність розчинів камеді гуару при зберіганні

Масова частка гідроколоїду, %	Плинність модельного розчину, од. Б				
	Тривалість зберігання, год				
	одразу	6	12	18	24
0,4	>24	>24	>24	>24	>24
0,5	23	23	23	22,5	22
0,6	19,5	19	19	19	19
0,8	14,5	14,5	14,3	14	14
1,0	10,5	10,5	10,3	10	10

середнього ступеня згущення, їх текстура являє собою гель зі слабкою сіткою просторової структури, початок утворення якого у модельній системі можна визначити за значенням щільності відповідно експериментально встановленому рівню. Досліджено механізм утворення гідрогелю та встановлено, що мінімальні критичні концентрації гелеутворення найбільш поширених біополімерів (камеді рожкового дерева – 0,3 %, карагінану та гуару – 0,4 %, пектину цитрусового низькометоксильованого – 2,0 %, крохмалю картопляного – 4 %) та функції їх розподілення суттєво відрізняються (рис. 1), а камеді виявляють більшу ефективність гелеутворення. Показано, що гідроколоїди виявляють настільки різні властивості, що їх можна розглядати як такі, що знаходяться на протилежних кінцях текстурного спектру гідроколоїдних гелів: твердий, крихкий – м'який, еластичний (рис. 2). Для формування текстури соусів-дресингів необхідно застосовувати ті гідроколоїди, які здатні утворити м'який, еластичний гель.

Для того, щоб оцінити здатність гідроколоїдів формувати структуру соусу та визначити масову частку згущувача у системі, нами було досліджено модельні розчини наведених біополімерів у воді.

Однією з найважливіших характеристик рідини є в'язкість [5], яка характеризує опір плинного тіла і для наведених систем може бути визначена за допомогою капілярного віскозиметру [6]. Протилежною властивістю є плинність рідини, яка нами визначалась за допомогою приладу Боствіка [7].

Шляхом оцінки органолептичних та реологічних властивостей систем виявлено значення бажаних реологічних показників соусу-дресингу. Плинність соусу повинна бути в межах 19...23 од. Б при відповідному значенні кінематичної в'язкості у діапазоні 1010...1050 мм²/с.

Дослідження проведені на системах, утворених із пектину та крохмалю показали, що для досягнення необхідної плинності масова частка гідроколоїдів значна, і, наприклад, складає близько 4 % при використанні пектину цитрусового. В порівнянні з іншими гідроколоїдами це значення майже в 10 разів є більшим, що підвищує вартість готового продукту. Суспензія на основі крохмалю картопляного виявляла задовільну водоутримуючу здатність до 4 годин зберігання, але у наступному спостерігалось відділення води, що можна пояснити схильністю крохмалю до синерезису. Тому застосування цих гідроколоїдів у моносистемах нами було відхилено.

На відміну від крохмалю плинність модельного розчину камеді гуару при його зберіганні протягом 24 годин практично не змінюється, а залежить від масової частки гідроколоїду (табл. 1).

Модельні розчини з камеді гуару готували наступним чином: спочатку підготовлену наважку гідроколоїду заливали невеликою кількістю води з температурою 30°C для кращого розчинення гуару у системі, а потім нагрівали до 70 °C і при перемішуванні заварювали і визначали плинність. Величина плинності модельних розчинів камеді гуару з масовою часткою гідроколоїду 0,5...0,6 % співпадає з рекомендованими значеннями. Остаточне формування структури системи проходить з часом і, як видно з табл. 2, відбувається поступово. Так, плинність розчину концентрацією 0,5 % одразу після заварювання і зниження температури до 20...22 °C дорівнює 23 од.Б, через 18 годин зберігання вона зменшується на 2 %, а через добу розчин густішає, при цьому його плинність зменшується приблизно на 4 % у порівнянні з цим показником, отриманим одразу після заварювання. Майже такі ж результати отримано нами при дослідженні плинності розчину гуару з масовою концентрацією 0,6 %. Це характеризує камедь гуару як гідроколоїд зі стабільними характеристиками для виготовлення соусів. Зміна в'язкості колоїдних розчинів камеді гуару, яку вимірювали за допомогою капілярного віскозиметра, з часом незначна (табл.2).

Таблиця 2
Кінематична в'язкість модельних розчинів камеді гуару

Масова частка гідроколоїду, %	Кінематична в'язкість розчинів камеді гуару, мм ² /с				
	Тривалість зберігання, год				
	одразу	6	12	18	24
0,4	205,2	245	273	276	272,2
0,5	1005,2	1106	1018	1022	1018
0,6	2113	2212	2298	2308	2378,5

Вплив масової частки гідроколоїду на в'язкість розчину після заварювання є відчутним: у модельній системі концентрацією 0,5 % її в'язкість у 5 разів більше, ніж цей показник при концентрації гуару 0,4 %, та у 2 рази менше, ніж в'язкість системи з масовою часткою камеді гуару 0,6 %. При подальшому зберіганні кінематична в'язкість розчинів збільшується і, в залежності від зразка, складає від 1,3 % до 32,6 %.

Таблиця 3
Плинність розчинів камеді ксантану при зберіганні

Масова частка гідроколоїду, %	Плинність модельного розчину, од. Б				
	Тривалість зберігання, год				
	одразу	6	12	18	24
0,3	>24	>24	22,2	21,4	20
0,4	20,5	19,9	19,2	18,0	17,5
0,5	17,2	16,9	15,5	15	15,6
0,6	13,5	13,0	12,4	11,8	10,9
0,8	10,2	9,5	8,6	8,5	8,0

При аналогічному дослідженні камеді ксантану плинність та в'язкість модельних розчинів не відрізнялась стабільністю і при кожній повторності була різною. Тому при використанні цього виду гідроколоїду

Таблиця 4
Плинність і кінематична в'язкість розчинів камеді рожкового дерева при зберіганні

Масова частка гідроколоїду, %	Плинність/ кінематична в'язкість модельного розчину, од. Б./мм ² /с				
	Тривалість зберігання, год				
	одразу	6	12	18	24
0,2 // 0,4	>24//100,5	>24//119,8	>24//117,7	>24//117,2	>24//110
0,6	24/402	24/478	24/476	24/474	24/460
0,8	22,5/1101	21,9/1206	21,8/1197	21,8/1182	21,8/1178
1,0	20/-	19,1/-	19/-	18,8/-	18,8/-

у виробництві може бути рекомендованим проведення пробного заварювання. Порівняно з гуаром однакова масова частка камеді ксантану утворює більш тривкий розчин, однак з часом йде його згущення (табл.3), хоча за даними інших дослідників [8] для камеді ксантану є характерною стабільність консистенції. Можливо таку нестабільність можна пояснити його високою псевдопластичністю, різним похідженням та технологічними відмінностями (розміром часток, швидкістю перемішування, рівномірністю диспергування тощо). Камедь рожкового дерева розчиняється у воді кімнатної температури. Проведені дослідження виявили, що для надання потрібної плинності соусам необхідна масова частка камеді рожкового дерева склала 0,8 %, що в 2 рази більше, ніж при введенні камеді ксантану, та в 1,6 рази більше, ніж при використанні в якості стабілізатора камеді гуару. Плинність модельного розчину концентрацією 0,8 % протягом доби зменшується не значно, а саме на 3 % (табл.4), а в'язкість має таку ж тенденцію як і у модельних розчинів камеді гуару (табл.2).

Карагінан має значну драглеутворюючу здатність. Показало, що при масовій частці карагінану у воді від 0,8 до 1 % зразу після заварювання утворюються драгли і в'язкість за допомогою капілярного віскозиметра не вимірюється. Через 20 хвилин при кімнатній температурі у розчині починаються процеси драглеутворення, які призводять до значного зменшення плинності (до 20...18 одиниць), зростання в'язкості та при подальшому продовженні експерименту через 30...40 хвилин до утворення пружно-твердого гелю. Текстура розчинів з меншим вмістом карагінану на початку процесу суттєво не відрізняється від описаних вище, і плинність розчинів через 20 хвилин складає близько 24...22 од.Б, але через 30...40 хвилин зберігання знижується лише до 18...20 од.Б, а через добу при кімнатній температурі до 14...16 од.Б (на 20 %). Для того, щоб рекомендувати використання того чи іншого гідроколоїду при виробництві різних категорій соусів, нами були досліджені органолептичні показники (табл.5.) модельних розчинів. Аналіз даних показує, за органолептичними показниками можна рекомендувати для виготовлення соусів «Пряно-ароматичний» та «Йогуртовий» – камедь гуара, а

карагінан у системі з пектином забезпечуватиме хорошу органолептику соусу «Салатний», «Каротиновий» та «Журавлиний».

Деякі гідроколоїди можна використовувати як самостійний згущувач, так і в системі з іншими. Можливість використання картопляного крохмалю нами відхилена через нестійкість до синерезису, а при додаванні пектину, собівартість готового продукту буде в п'ять раз більше, ніж, наприклад, при використанні камеді гуару.

Таблиця 5
Деякі органолептичні показники модельних розчинів

Згущувач чи їх система	Масова частка згущувача, %	Органолептичні показники		Консистенція
		колір	запах	
Камедь ксантану	0,2	Молочний	Не виражений	Плинна однорідна
	0,5	Світло-жовтий	Не виражений	Плинна однорідна
Камедь гуара	0,2	Світло-жовтий	Без запаху	Плинна рідка
	0,5	Світло-жовтий	Без запаху	Плинна рідка
Камедь рожкового дерева	0,4	Матовий	Без запаху	Плинна, рідка
	0,8	Матовий		Плинна, однорідна

Таблиця 6
Рекомендовані гідроколоїди для виготовлення соусів-дресингів

Вид гідроколоїду чи їх суміш	Масова частка гідроколоїду, %	Плинність, од Б	Кінематична в'язкість, мм ² /с	Температура гелеутворення, °С
Камедь гуару	0,6	19	1005	70..72
Камедь рожкового дерева	0,8	21,8	1001	80..86
Карагінан / камедь ксантану	0,3/0,3	21	1003	70..75

Встановлено що, для формування м'якої і еластичної структури соусу-дресингу масова частка камеді гуару повинна складати 0,6 %, рожкового дерева – 0,8 %, композиційна суміш карагінану і камеді ксантану, відповідно, 0,3 і 0,3 %. Показано, що такі системи є стабільними протягом терміну зберігання соусів-дресингів (табл. 6).

Таким чином, показано, що для створення необхідної текстури соусів-дресингів можуть бути використані гідроколоїди різних видів, однак, найбільш прийнятними є камедь гуару, камедь рожкового дерева та композиційна суміш камеді ксантану і карагінану. Встановлено рекомендовану масову частку наведених гідроколоїдів для забезпечення прозорої, плинної та обволікаючої консистенції готового продукту.

Поступила 11.2012

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пчельникова, А.В. Низкожирные соусы-дрессинги [Текст] / А.В Пчельникова, Д.А. Хоняк, // Масложировая пром-сть. – 2008. – № 2. – С. 19.

2. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы [Текст] / под. ред. Б.М.МакКенна; пер. с англ. под ред. Ю.Г.Базарновой. – СПб.: Профессия, 2008. – 480с.
3. Гринченко, О.О. Теоретичні та прикладні аспекти стабілізації харчових продуктів з гетерогенною структурою [Текст]: монографія / О.О. Гринченко, П.П. Пивоваров [та ін.]; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2010. – 254 с.
4. Пасичный, В.Н. Пищевые добавки в производстве продуктов питания [Текст] / В.Н. Пасичный, П.Н. Сабадаш // Научно-практический журнал "Продукты & ингредиенты", 2007, №4
5. Физическая и коллоидная химия (в общественном питании) [Текст]: Учебное пособие / С.В. Горбунцова, Э.А. Муллоярова, Е.С. Оробейко, Е.В. Федоренко - 270с.
6. Марх, А.Т. и др. Технохимический контроль консервного производства [Текст] / А.Т. Марх, Т.Ф. Зыкина, В.Н. Голубев. - М.: Агрпромиздат, 1989. – 304 с.
7. Тамим, А.Й. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: Научные основы и технологии [Текст] / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон; пер. с англ. Л.А. Забодаловой. – СПб.: Профессия, 2003. – 664 с.
8. Справочник по гидроколлоидам [Текст] / Г.О. Филлинс, П.А. Вильямс (ред.) // Пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536с.

УДК 663.243

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий

МЕХАНОДИФФУЗИОННЫЙ ЭФФЕКТ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Представлены результаты экспериментальных исследований процессов экстрагирования из растительного сырья в условиях микроволнового поля. Показано, что уникальные результаты, специфика полученного продукта никак не объясняются с позиций классической теории массопереноса при экстрагировании. Обнаруженное явление названо «механодиффузионный эффект при безградиентном волновом подводе энергии к полярным молекулам электромагнитным полем». С позиций нанотехнологий дано объяснение полученных результатов. Приведены примеры использования рассмотренного эффекта в пищевых технологиях.

Ключевые слова: пищевые нанотехнологии, массоперенос, механодиффузионный эффект, электромагнитное поле.

The results of experimental researches of the vegetable raw material extraction processes in microwave field conditions are presented. It is shown that unique results and the obtained product specificity can not be explained by the classical extraction mass carry theory positions. Discovered phenomenon is called “mechanodiffusion effect of gradientless wave energy supply to polar molecules by electromagnetic field”. The explanation of obtained results are given from nanotechnologies positions. The examples of using the considered effect in food technologies are presented.

Keywords: food nanotechnologies, mass transfer, mechanodiffusion effect, electromagnetic field.

Процессы экстрагирования в современных пищевых технологиях производства сахара, масел, растворимого кофе, коньячных спиртов являются ключевыми, определяющими как качество, так и экономические показатели предприятия. Однако, как правило, это достаточно трудоемкие и низкоэффективные процессы. Проведенные в ОНАПТ исследования [1...5] показали, что использование принципов нанотехнологий (НТ) позволит существенно интенсифицировать процесс экстрагирования за счет эффекта комбинированного электрофизического воздействия импульсным электромагнитным полем (ИЭМП). При этом классические представления процессов экстрагирования [6...9] не объясняют результаты, полученные при экспериментальном моделировании.

Процессы экстрагирования в пищевых технологиях продолжительны, энергоемки. Технологии производства коньячных спиртов требуют многолетней выдержки [1, 2], при экстрагировании из зерен кофе используются высокие давления в аппарате [1, 3, 4]. Технологии извлечения масла из растительного сырья, в частности из зерен амаранта, не отвечают современным требованиям по безопасности продуктов [5]. При экстрагировании хладонами при сверхкритических давлениях требуется громоздкое оборудование, гексановые технологии взрыво-

опасны и не обеспечивают растущих требований экологической безопасности масла.

Цель работы – разработать методы получения экологически безопасных экстрактов с высоким содержанием ценных компонентов (сквален, токоферолов, вкусовых и ароматических комплексов и пр.) при снижении уровня энергетического воздействия, энергоемкости, упрощении конструкции аппаратов и уменьшении продолжительности процесса экстрагирования.

Очевидны научно технические противоречия между растущими требованиями к качеству продукта, энергоемкости его производства и техникой экстрагирования. Выдвигается гипотеза, что решение этих противоречий лежит в плоскости поиска новых принципов организации массообменных процессов, использовании уникальных возможностей комбинированных влияний на процессы переноса, формировании сложных комбинаций движущих сил направленных на эффективное извлечение целевых компонентов из сырья.

Таблица 1

Сопоставление экспериментальных фактов при экстрагировании с литературными данными

№	Система	Сведения о параметрах процесса	Факты в условиях электромагнитного поля
1	«Древесина – водно-спиртовые растворы»	В раствор переходит до 46% древесины	В раствор перешло более 80% древесины
2	«Древесина – водно-спиртовые растворы»		Повышенное содержание ароматических компонентов
4	«зерна кофе – вода»	В раствор переходит до 30% содержимого зерен	В раствор перешло более 40% содержимого зерен
5	«зерна кофе – вода»		Повышенное содержание ароматических компонентов
6	«зерна амаранта - спирт»	Спирт практически не растворяет сквален	В полученном масле амаранта до 4% сквалена