

Ірина ДМИТРИК

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕКСТУР У МОЛЕКУЛЯРНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

Сучасна нутріціологія розглядає харчові продукти не тільки як джерело енергії і пластичних речовин, а й як складний натуральний фармакологічний комплекс. Саме тому вирішення завдання корекції структури харчування населення полягає у розробці та широкому впровадженні новітніх технологій безпечних продуктів харчування з використанням натуральної сировини підвищеної поживної цінності. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є створення кулінарних виробів нового покоління, що можливо за рахунок застосування молекулярних технологій.

Молекулярна технологія кулінарної продукції – використання сучасних досягнень харчової хімії з упровадженням і приготуванням продуктів нового покоління [1]. Основним її завданням є розробка абсолютно нових за зовнішнім виглядом кулінарних страв і виробів зі зниженою масою, енергетичною цінністю та змодельованим хімічним складом спрямованої функціональної дії. Зниження енергетичної цінності досягається шляхом насичення та утримання в структурі продукту повітря та вологи, що стає можливим за допомогою спеціальних молекулярних технологій та використання продуктів переробки водоростей. Над вирішенням цієї проблеми працюють науковці *H. McGee*, *H. Blumenthal*, *T. Lister* та ін. [2; 3].

Основний принцип молекулярної кухні – це презентація смакових властивостей продуктів у нестандартному для них вигляді: піни, сферифікованої рідини, желе, емульсій. Їх приготування засноване на проведенні хімічних реакцій між продуктами та витяжками з різноманітних видів водоростей [4].

Сутність молекулярної гастрономії полягає у використанні реакцій, в результаті яких відбувається розпад продуктів на молекули [5].

© Ірина Дмитрик, 2009

Одне із завдань, які вирішує молекулярна гастрономія, має відношення до подібності молекулярного складу деяких груп продуктів, що пояснює гармонійне поєднання їх між собою. Шляхом наукового експерименту, проводячи дослідження в хімічних лабораторіях, виявляють все нові групи продуктів, які оптимально поєднуються між собою. Той самий принцип працює і в зворотному напрямі – науковим шляхом визначають несумісні на молекулярному рівні продукти [6].

Молекулярна гастрономія включає використання різноманітних прийомів: емульгування, сферифікація, желеутворення, гелеутворення, загущення, обробка продуктів рідким азотом тощо.

Найбільш розповсюджені прийоми молекулярної технології та текстури, необхідні для їх застосування, представлено на *рис. 1*.

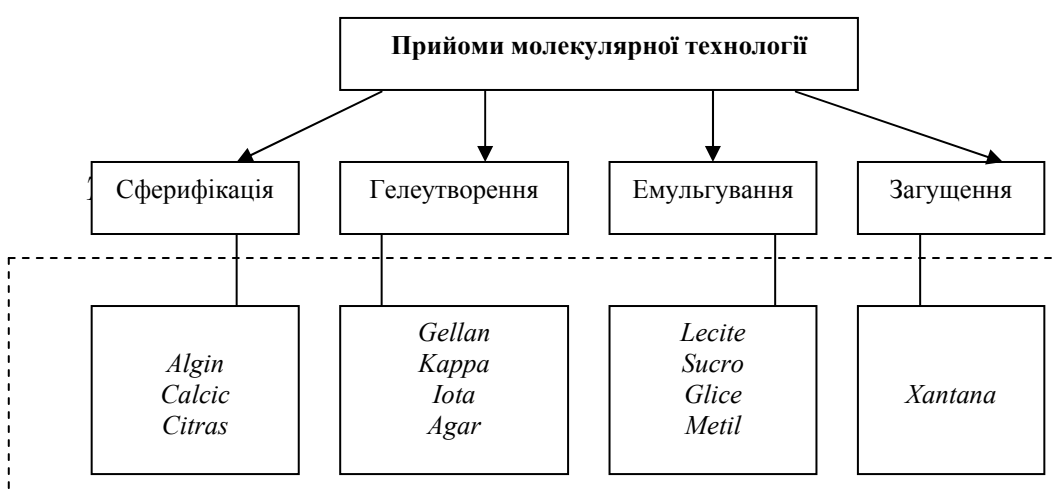


Рис. 1. Класифікація прийомів молекулярної гастрономії

Ці прийоми уможливають розроблення широкого асортименту страв молекулярної кухні.

Застосовуючи прийом "Сферифікація", можна створювати сфери різноманітної форми з різними смаками або поєднанням декількох смаків.

Прийом "Гелеутворення" використовують для глазурованих виробів, коли гелі утворюються за 1–2 с та витримують нагрівання до 70 °С. Завдяки прийому "Емульгування" будь-який соус можна подати у вигляді легкої піни.

Гелеутворення – процес утворення гелів, що є драгелеподібними дисперсними системами, в яких дисперсна фаза утворює гратчасту порувату просторову структуру, заповнену рідким дисперсійним середовищем. Виникнення в об'ємі рідини такої просторової сітки зумовлюється: в колоїдних системах зчепленням частинок дисперсної фази, в розчинах полімерів – хімічним зшиванням лінійних макромолекул, тривимірною полімеризацією або поліконденсацією. Це надає гелям досить малої граничної напруги зсуву, механічних

властивостей твердих тіл. Гелям притаманні пластичність і еластичність, а також тиксотропні властивості. Вони утворюються при коагуляції та наступній коалесценції золів.

Текстура *Agar* – натуральний продукт переробки червоних водоростей (*Gelidium* та родів *Gracilaria*), які ростуть у Білому морі, Тихому та Атлантичному океанах. *Agar* погано розчиняється в холодній воді, але набухає в ній. У гарячій воді він утворює колоїдний розчин, який при охолодженні дає міцний гель, скловидний на зламі. В агарі цей процес здійснюється за рахунок утворення подвійних спіралей та їх асоціації незалежно від вмісту катіонів, цукру або кислот. Гелеутворювальна здатність агару в 10 разів вище, ніж желатину. При нагріванні в присутності кислоти здатність до гелеутворення знижується. Гелі стабільні при рН більше 4.5 та є термозворотними [7]. Текстура *Agar* представлена очищеним порошком. Готові гелі витримують температуру до 80 °С, а в кислому середовищі втрачають частину клейких властивостей.

Текстура *Gellan* – продукт бродіння бактерій *Sphingomonas elodea*. Залежно від методу виробництва існує два типи *Gellan*. Цей продукт дає змогу отримувати стійкі гелі при температурах до 85 °С та витримує нагрівання готових гелів до 70 °С. *Gellan* представлений очищеним порошком, втрачає клейкі властивості в концентрованих соляних розчинах.

Текстура *Kappa* – натуральний продукт, який виробляють із червоних морських водоростей (головним чином *Chondrus* та родів *Eucheuma*), що ростуть біля берегів Ірландії. *Kappa*-карагенан зв'язує воду й утворює міцний гель у присутності іонів калію. Водяні розчини *kappa*-карагенану створюють міцні прозорі гелі. Текстура *Kappa* представлена очищеним порошком. З'єднання компонентів відбувається при нагріванні та постійному перемішуванні, гель утворюється упродовж 1–2 с, що дає змогу використовувати *Kappa* для глазурування виробів.

Текстура *Iota* – натуральний продукт, який виробляють із червоних морських водоростей (головним чином *Chondrus* та родів *Eucheuma*), що видобувають у прибережних водах Південноатлантичного, Філіппінського та Індонезійського морів. Для створення гелю *iota*-карагенаном необхідна присутність іонів кальцію, які утворюють зв'язки між окремими молекулами біполімеру з формуванням спіралі. Негативні заряди, пов'язані з наявністю двох сульфатних груп в дицукридних блоках *iota*-карагенанів, не дають можливості спіралям цих карагенанів агрегувати з такою ж ступінню, що і в *kappa*-карагенанах. Завдяки цьому *iota*-карагенани утворюють зазвичай еластичні прозорі гелі, не схильні до синерезису та стійкі в умовах заморожування і відтаювання [8]. Текстура *Iota* представлена очищеним порошком, створює м'який, пружний гель, який можна нагрівати до температури 80 °С і знову використовувати.

Емульгування – процес утворення дисперсних систем із рідким дисперсним середовищем і рідкою дисперсною фазою. Емульсіями називаються грубодисперсні системи, що складаються з двох взаємонерозчинних рідин, одна з яких рівномірно розподілена в другій у вигляді найдрібніших крапель, а розміри розпорошених частинок є більшими від характерних для колоїдів. Відомі основні типи емульсій: прямі (типу "масло у воді") і зворотні, або інвертні (типу "вода в маслі"). Зміна складу емульсій чи зовнішній вплив можуть привести до перетворення прямої емульсії в зворотну, і навпаки.

У серії "*Емульгування*" представлені текстури *Lecite*, *Metil*, *Glice* та *Sucro*.

Текстура *Lecite* – натуральний продукт, виготовлений із нетрансгенної сої. Соевий лецитин – харчова добавка, яка має властивості поверхнево-активної речовини – емульгатора. Завдяки цьому він широко застосовується в харчовій промисловості при виготовленні шоколаду та шоколадної глазури, кондитерських, хлібобулочних і макаронних виробів, маргарину, майонезу тощо.

Особливості емульгувальних властивостей фосфоліпідів зумовлені здатністю утворювати та підтримувати в однорідному стані як прямі, так і зворотні емульсії, що розповсюджує їх використання на всі види харчових емульсій: від майонезів і салатних соусів (прямі емульсії) до маргаринів різних за жирно-кислотним складом і вмістом жирової фази (зворотні емульсії). Текстура *Lecite* представлена очищеним порошком, добре розчинна у водному середовищі, але втрачає свої властивості в масляному.

Текстура *Metil* – продукт переробки рослинної целюлози. Поняття структурної функції метилцелюлози охоплює її здатність утримувати воду, утворювати та стабілізувати піни, емульсії, суспензії, регулювати фазовий склад, реологічні, осмотичні властивості харчових рецептурних систем. Важливою в технологічному плані є здатність метилцелюлози розчинятися у воді, що характеризує її як поверхнево-активну речовину, і створювати розчин заданої в'язкості, яка введенням таких коригувальних добавок як цукор, сіль, спирт, крохмаль може значно змінюватися [9]. Текстура *Metil* представлена очищеним порошком, при нагріванні її до температури 40–60 °C відбувається безпосередньо процес гелеутворення.

Текстура *Sucro* – емульгатор, отриманий із сахарози, представлений очищеним порошком, нерозчинний у жирі, але при високих температурах розчинність його підвищується у водних розчинах.

Текстура *Glice* – продукт, отриманий із гліцерину та жирних кислот, стабільний емульгатор, нерозчинний у воді. Саме тому його потрібно спочатку поєднувати з жирними інгредієнтами, а потім додавати до водного продукту. Суміш жиру та *Glice* у воді з'єднується повільно. Текстура *Glice* представлена очищеним порошком.

Загущення – це реологічна модифікація водно-дисперсних харчових систем із метою надання їм необхідної консистенції.

Текстура *Xantana* – продукт, отриманий бродінням кукурудзяного крохмалю, за своєю природою нагадує ксантанову камедь. Ксантан – гетерополісахарид із середньою молекулярною масою 2 500 000. Завдяки своїй будові ксантан стійкий до хімічного та ферментативного впливу. Розчинення ксантанів у воді визначається наявністю регулярних бокових ланок із кислотними групами, які викликають взаємне відштовхування окремих молекул, що призводить до підвищення їхньої гідратації. Саме тому ксантани розчиняються у воді вже при кімнатній температурі, а також добре розчинні в гарячому та холодному молоці, розчинах солі, цукру. Ксантани сумісні практично з усіма компонентами харчових систем і надають їм текстури, які кваліфікуються як короткі, маслоподібні.

Головна технологічна функція ксантану полягає в його здатності надавати необхідних реологічних функцій водним системам. Оскільки більшість харчових продуктів містить значну кількість води, то введенням ксантану вдається регулювати їхні реологічні характеристики. Ксантан представлений очищеним порошком, підвищує густину продукту, розчинний у холодній та гарячій рідині, не втрачає властивостей при нагріванні до 50 °С.

Сферифікація – процес утворення сфер із різних рідин, який починається з надання їм консистенції гелів. Цей технологічний прийом дає змогу досягти нових результатів в оригінальності подачі та поєднанні смаків. Існує два види сферифікації: звичайна та зворотна. Суть процесу полягає в тому, що до будь-якої рідкої маси (чай, сік, бульйон, молоко) додають текстуру *Algin* (звичайна сферифікація) або текстуру *Calcic* (зворотна сферифікація), перемішують і невеликими порціями вливають в ємність, наповнену холодною водою з розчиненим у ній *Calcic* (звичайна сферифікація) або *Algin* (зворотна сферифікація). Через 1–2 с утворюються сфери, які ззовні мають тоненьку плівку, а в середині залишаються рідкими. Їх промивають у кип'яченій охолодженій воді та подають. Різниця між сферами, приготовленими звичайною та зворотною сферифікаціями, в тому, що оболонки звичайних сфер з часом потовщуються, і вся сфера може набути консистенції желе, а сфери після зворотної сферифікації в середині залишаються рідкими [7].

Для процесу сферифікації необхідна взаємодія між собою текстур *Algin* та *Calcic*, а в деяких випадках і текстура *Citras*.

За хімічною природою текстура *Calcic* – солі кальцію (хлорид кальцію) у вигляді гранул, які добре розчиняються у воді та абсорбують вологу.

Текстура *Algin* – продукт переробки бурих морських водоростей, за хімічною природою є альгінатом натрію, який представлений білим порошком, розчинним у гарячій та холодній воді. Відомо, що альгінат натрію є поліцукридом, який складається з гомополімерних блоків манурованої та гулурунової кислот і з гетерополімерних блоків із регулярною послідовністю залишків обох кислот. Така структура молекул приводить до утворення кристалічних зон, аморфних ділянок і ділянок проміжної жорсткості в гетерополімерних блоках. Оскільки в'язкість пов'язана з довжиною полімерних молекул, то вона змінюється залежно від концентрації добавки. Зростання в'язкості додаванням іонів Ca^{2+} підвищує молекулярну масу і, як наслідок, приводить до гелеутворення [7]. Саме цим пояснюється створення сфер із рідких продуктів із додаванням *Algin* в розчинах *Calcic*, який містить іони Ca^{2+} . Механізм утворення сфер під час зворотної сферифікації аналогічний.

З метою визначення раціональної кількості текстури *Algin* досліджено органолептичну оцінку сфер, утворених з різною концентрацією добавки. У результаті експериментальних досліджень встановлено, що з розчину концентрацією *Algin* 0.4 г/100 г продукту сфери не утворюються, а з концентрацією вище 3.4 г – технологічно недоцільні, оскільки оболонка сфер занадто товста. Таким чином, експеримент проведено на модельних композиціях із концентрацією *Algin* від 0.4 г до 3.6 г з кроком 0.4 г (рис. 2).

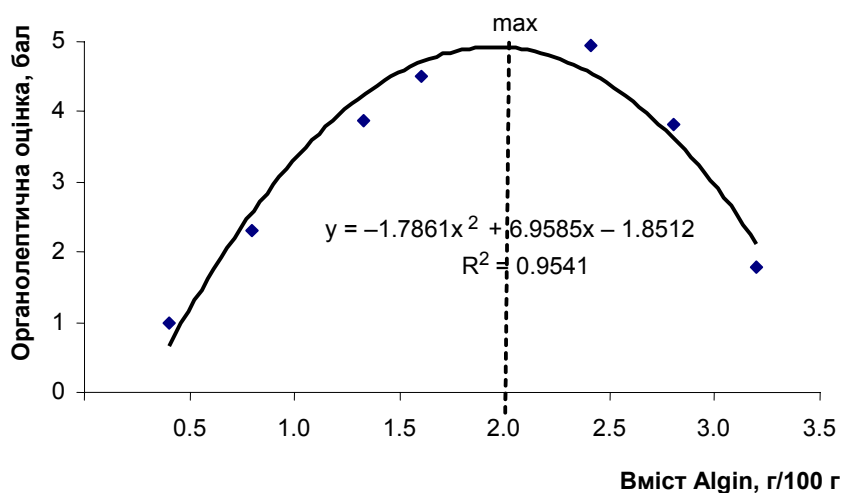


Рис. 2. Визначення оптимальної кількості *Algin*

За допомогою математичного пакету обробки даних *MatchCAD* отримано рівняння регресії, яке описує однофакторний простір досліджуваної залежності органолептичної оцінки сфер від концентрації *Algin*.

$$Y_k = -1.7861x^2 + 6.9585x - 1.8512.$$

Звідси знайдено точку екстремуму цієї функції:

$$Y_k = -2 \cdot 1.7861x + 6.9585.$$

$$-3.5722x + 6.9585 = 0.$$

$$Y_{k(\max)} = 1.99.$$

За результатами органолептичної оцінки визначено, що раціональна концентрація *Algin* становить 2 г/100 г (див. *рис. 2*).

Середовище з кислим рН фактором викликає повне або часткове руйнування ланцюгів *Algin*. Таким чином, дуже кислі продукти є перешкодою для утворення сфер. Для оптимального функціонування *Algin* значення рН середовища має бути вище 4-х. Підвищити рН фактор можна використанням текстури *Citras*.

Текстура *Citras* – продукт, виготовлений із солей натрію лимонної кислоти, яка використовується для запобігання потемнінню нарізаних фруктів і овочів. *Citras* має здатність зменшувати кислотність продуктів, що дає змогу досягти реакції сферифікації з надзвичайно кислими продуктами.

Ураховуючи, що сьогодні вимоги споживачів до продукції та послуг ресторанного господарства постійно зростають, доцільно застосовувати нові форми приготування й подачі страв. Отже, використання процесів гелеутворення, емульсифікації, загушення та сферифікації дає можливість не лише змінювати форму подачі, а й створювати нові покоління харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Левинска Н. Дидье Коли: просто, не означает легко / Н. Левинска // Империя вкуса. — 2007. — № 11. — С. 76—78.
2. McGee H. On Food and Kitchen: the science and lore of the kitchen / Harold McGee. — New York : Simon & Schuster, 2004. — 567 p.
3. Blumenthal H. Kitchen Chemistry / Heston Blumenthal, Ted Lister. — London : Royal Society of Chemistry, 2005. — 259 p.
4. Алексеев Д. Молекулярная кухня / Д. Алексеев // Взгляд: деловая газета. — 2007. — 9 окт. (№ 38). — С. 22—27.
5. Гнединская А. Еда стала прозрачной / А. Гнединская // Московский комсомолец. — 2007. — 12 мая (№ 56). — С. 18—21.
6. Уайтхолл Б. Молекулярная магия / Б. Уайтхолл // Food Service. — 2006. — № 7. — С. 69—74.
7. Пищевая химия / [Нечаев А. П., Траунберг С. Е., Кочеткова А. А. и др.] ; под ред. А. П. Нечаева. — СПб. : ГИОРД, 2001. — 592 с.
8. Пивоваров П. П. Теоретичні основи технології громадського харчування / П. П. Пивоваров, О. О. Грінченко : навч. посіб. ; Ч. II. : Вуглеводи в технологічному процесі виробництва продукції громадського харчування. — Харків, 2001. — 184 с.
9. Кухня от ума // BON TON. — 2007. — № 3. — С. 41—44.