**ЛЕКЦІЯ № 12**

**Тема:Сферифікація як метод молекулярної гастрономії**

*План теми:*

1. Стан і перспективи розвитку інноваційного методу кулінарного обробляння продукції ресторанного господарства

### 2. Види сферифікації

###  2.1. Основна сферифікація

###  2.1.1. Одержання штучної ікри методом основної сферифікації

###  2.2. Зворотна сферифікація

 2.2.1. Зворотна сферифікація з елементами заморожування

3. Спосіб створення ідеальної сфери

4. Властивості харчових добавок як інгредієнтів у молекулярних технологіях

 4.1. Технологічні властивості альгінату натрію

 4.2. Технологічні властивості хлориду кальцію

 4.3. Технологічні властивості суміші лактату і глюконату кальцію

 4.4. Технологічні властивості лактату кальцію

 4.5. Технологічні властивості цитрату натрію

5. Лабораторне устаткування

6. Контрольні запитання

7. Список літератури

***1. Стан і перспективи розвитку інноваційного методу кулінарного обробляння продукції ресторанного господарства.***

Сферифікаційна техніка була винайдена в 2003 році шеф-кухарем молекулярної гастрономії Ферраном Адріа і командою його ресторану «*El Bulli*» (Іспанія).

У перших експериментах для сферифікації використовували воду, яка була основним інгредієнтом, а також шприц для формування маленьких крапель з додаванням альгінату натрію. На початкових етапах досліджень утворення сфер не відбувалось, адже їх намагались виготовляти у ваннах з водою, але коли до води додали розчин хлористого кальцію, відбулося утворення невеликих кульок з рідиною всередині (тепер сфери невеликого діаметру називають «штучною ікрою»). Одразу після одержаних перших позитивних результатів науковці намагалися зробити кульки за допомогою ложки замість шприца для отримання сфер більшого діаметру.

***Сферичні пельмені, равіолі і міні-равіоліi****:* першими стравами були сфери з гомогенізованим пюре горошку всередині. Назвали страву пельменями, тому що відчуття у ротовій порожнині при споживанні нагадували смак пельменів. Наступним винаходом були пельмені з манго і малини, які поєднали з бульйоном і фаршированим перцем. *Міні-равіолі* мають більш товсту мембрану, яка зберігає свою ідеальну сферичну форму приподаванні, а при споживанні «вибухає» у ротовій порожнині.

Для того, щоб підготувати необхідну кількість ікри в короткий термін, створено пристрій з декількома шприцами, який може формувати ікринки одночасно. За словами Адріа, це був один з найбільш захоплюючих експериментів в «*El Bulli*» – і ікра стала їх фірмовою стравою. У 2003 році було створено трюфельні гранули з використанням цієї техніки та подальшим настоюванням їх у соку трюфелів впродовж доби з метою насиченням ароматом.

### У 2004 році були створені пельменів із заморожених рідин, що здійснювалось за допомогою додавання кальцію до замороженого соку лимону, а подальше формування відбувалось у ваннах з альгінатом натрію.

### У 2005 році проводили дослідження щодо удосконалення сферифікаційної техніки, щоб мати можливість працювати з продуктами, до складу яких вже входить кальцій. Сферифікація цього природного кальцію викликає згортання рідини всередині сфери, що, очевидно, є небажаним ефектом. Після декількох невдалих експериментів щодо покращення сферифікаційної техніки було винайдено зворотний метод сферифікації шляхом драглеутворення компонентів і вливанням продуктів, які уже містять кальцій, в альгінатову ванну. Це відкриття дозволило створити сфери з новими інгредієнтами, такими як: оливки і молочні продукти.

Сферифікаційна техніка полягає в утворенні сфер зануренням желеподібної рідини у відповідну (кальцієву або альгінатові) ванну. Сфери можуть бути різних розмірів і залежно від цього мають різні назви, такі як: ікра, яйця, галушки, равіолі тощо. Сфери мають тонку оболонку і наповнені рідиною. Невеликий тиск на оболонку сфери сприяє тому, що вона руйнується і «вивільняє смак» інгредієнтів. Сфери є гнучкими. Можна ввести тверді елементи до сфери, яка буде залишатися в рідкому стані, даючи можливість введення кількох смаків і текстур в одній страві.

### *2. Види сферифікації.*

Існують два види сферифікації (основна і зворотна). Основну сферифікацію здійснюють зануренням рідини (чай, сік, молоко), в якій розчинений альгінат натрію, у ванну з кальцієм, зворотна – зануренням розчину із сумішшю глюконату кальцію і лактату кальцію у ванну з альгінатом натрію.

Сферифікація – це контрольований процес загущення (драглеутворення) рідини з утворенням сфер, який базується на реакції між хлоридом кальцію та альгінатом натрію (рис. 5.1). Реакція, ймовірно, відбувається за такою схемою (5.1):

****, (5.1)

де *Alg* – залишки альгінових кислот.

Відомо, що високі концентрації натрієвих солей альгінових кислот у воді дають високов’язкі розчини. Для утворення драглів з низькоконцентрованих розчинів у систему вводять іони кальцію, які, зв’язуючи молекули «містками», зумовлюють підвищення молекулярної маси дисперсної фази та, як наслідок, підвищення в’язкості розчину. Саме ця властивість і використовується у молекулярних технологіях.

|  |
| --- |
| Рідкі Горох Равіолі кальцію ванноїРис. 5.1. Створення сфери у ванні з кальцієм |

### *2.1. Основна сферифікація.*

Базова техніка сферифікації ідеально підходить для отримання сфер з дуже тонкою мембраною, яка майже не відчувається у ротовій порожнині. Це приводить до того, що сфера, яка легко «вибухає» у роті, неначе не має твердої речовини між мембраною і рідиною. Основною проблемою цього методу є те, що коли сфера видаляється з ванни з кальцієм, процес драглеутворення продовжується, навіть, після промивання сфери водою. Це означає, що сфери необхідно подавати відразу або вони перетворяться в компактну кульку гелю без рідини всередині. Інша проблема цього методу полягає в тому, що драглеутворення не відбувається, якщо рідини мають високу кислотність (рН<5), але це можна виправити, додавши цитрат натрію в рідину, таким чином знизити рівень кислотності для сферифікаційного процесу. Відомими рецептами основної сферифікацій є «Сферичні манго-равіолі» і «Рідкий горох-равіолі» (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Приклади страв, отриманих методом основної сферифікації

До рідин додають альгінат натрію у кількості 1/3 основного інгредієнту. Змішування здійснюють за допомогою блендеру до повного розчинення перед введенням основного компоненту, та для вивільнення з основної маси бульбашок повітря розчин витримують за температури 4**…**6 оС впродовж 1 год. Для густих (пюреподібних) рідин перед введенням альгінату натрію до основного інгредієнту додають воду для отримання потрібної консистенції. Паралельно розчиняють у воді хлористий кальцій (0,5 % відповідно) в одному посуді та готують посуд з чистою водою (яка використовується для промивання сфер від залишків кальцію) (див. принципово-технологічну схему на рис. 5.3 та ілюстрацію страви «Гороховий бум» на рис.5.4).

розморожування

МКО (очищення)

МКО (нарізання)

нарізання

смаження

протирання, d=(0,5…0,3)**·**10-3м)

розведення

змішування

розведення

розведення

перемішування, τ = 2… 3 хв

підігрівання,

t= 85…90°С

охолодження,

t=30°С

формування сфер, τ = 1…2 хв

промивання,

τ = 1…2 хв

Підготовка до реалізації

змішування

Нагрівання, t= 35…40°С

МКО (нарізання)

МКО (очищення)

МКО (очищення,нарізання)

Рис. 5.3. Принципово-технологічна схема виробництва сфер «Гороховий бум»

|  |
| --- |
| Рис. 5.4. Страва «Гороховий бум» |

Мірною ложкою потрібного розміру (залежно від форми та розмірів страви, наприклад, пельмені, галушки тощо, див. п. 2.2.1) обережно вливають

суміш у підготовану ванну з кальцієм майже у горизонтальному положенні з мінімальною відстанню між водою і мірною ложкою для створення ідеально круглих форм. Через 1…2 хв після отримання бажаної текстури сферу обережно видаляють за допомогою дрібного сита (шумівки) і промивають у посуді з чистою водою (не водопровідною). Базова техніка основної сферифікації ідеально підходить для отримання сфер з дуже тонкою мембраною, яка майже не відчувається при споживанні. Основною проблемою цього методу є те, що коли сфера видаляється з кальцієвої ванни, процес драглеутворення продовжується, навіть,

|  |
| --- |
| Кроки Caviar Maker Рис. 5.5. Пристрій для отримання ікри методом основної сферифікації |

після промивання сфери водою. Це означає, що сфери необхідно подавати до столу відразу, або вони перетворюються в компактну кульку гелю без рідини всередині.

### 2.1.1. Одержання штучної ікри методом основної сферифікації.

 У подальшому розвитку молекулярної гастрономії було запропоновано використовувати основну сферифікацію з метою отримання «штучної ікри» (сфер дуже маленького діаметру). Виробники «ікри»створили пристрій, який об’єднує 96 піпеток між собою, а також поєднує їх з одним випускаючим шприцом (рис. 5.5), який за 1 с дозволяє виготовити 96 сфер (ікринок), а за 10 с – 960. Через 1…2 хв ікринки видаляють з кальцієвої ванни шумівкою і промивають у посуді з чистою водою. Це суттєво скорочує тривалість приготування, як ікри, так і страви в цілому. Послідовність виконання техніки отримання ікри основним методом сферифікації зображено на рис. 5.5.

*Принцип роботи:*

Крок 1 – приєднують гнучку силіконову трубку до пристрою для отримання ікри;

Крок 2 – заповнюють лоток сумішшю, з якої виробляють ікру;

Крок 3 – опускають у заповнений лоток планшет із зазначеною кількістю піпеток;

Крок 4 –у шприц перед початком роботи набирають невелику кількість повітря для створення повітряного простору, який забезпечить додатковий тиск наприкінці циклу дозування;

Крок 5 – прикріпляють силіконову трубку до шприцу;

Крок 6 – аспірірують (*мед. термін* втягують) поршень шприца рівномірно без утворення повітряних бульбашок;

Крок 7 – обережно виймають планшет із лотка і розміщують над кальцієвою ванною заввишки 7 см. Повільно натискають на поршень шприца – і формують ікру однакових розмірів;

Крок 8 – через 1 хв видаляють сфери ікри з кальцієвої ванни за допомогою ситечка та промивають їх у чистій воді, подають одразу, щоб уникнути затвердіння.

Приклади страв, отриманих методом «штучної ікри» зображена на рис. 5.6.



Рис. 5.6. Приклади страв, отриманих методом «штучної ікри»

Очищують пристрій одразу після кожного використання (оцтом або 3% розчином пероксиду водню). Якщо рідина залишиться у пристрої, процес очищення буде важчим. Промивають пристрій антибактеріальними розчинами для запобігання розвитку контамінуючої мікрофлори з наступним ополіскуванням чистою водою.

### *2.2. Зворотна сферифікація*

Техніка зворотної сферифікації більш універсальна, ніж основної, так як дозволяє перетворити на сфери практично будь-який харчовий продукт. Рекомендовано застосовувати зворотну сферифікацію для рідин з підвищеним вмістом кальцію або етанолу (спирту). На відміну від сфер, отриманих з використання основної сферифікації, ці сфери мають товщу оболонку і триваліший термін зберігання, оскільки процес драглеутворення може бути зупинений, коли сфера видаляється з альгінат-натрієвої ванни і промивається водою.

Суттєва відмінність методу зворотної сферифікації від основної полягає в зануренні рідини з сумішшю глюконату і лактату кальцію у ванну з альгінатом натрію та наступним промиванням у чистій воді. Переваги зворотної сферифікації полягають у завчасному приготуванні сфер та можливості надати сферам додаткового аромату (наприклад, занурення в ароматизовані олії). Процес драглеутворення відбувається на поверхні сфери, тому альгінат натрію не може проникнути всередину. Напівпрозорий шар гелю утворюється навколо основного інгредієнту. За умови використання зворотної сферифікації смак основного інгредієнту не змінюються, так як глюконат і лактат кальцію не мають вираженого смаку і розчиняються в рідині, не змінюючи її густину. Недоліками зворотної сферифікації вважають те, що сфери мають товсті мембрани (крім неповторних органолептичних характеристик самої страви, відчувається також тверда оболонка навколо сфери). Ванну з альгінатом натрію (0,5 %) потрібно витримувати за температури 4**–**6 оС впродовж 12…24 год, перш ніж використовувати для зворотної сферифікації, щоб видалити бульбашки повітря, створені в процесі розчинення альгінату натрію за допомогою блендеру. Паралельно додають глюконат і лактат кальцію у кількості 1/3 від кількості основного інгредієнту. Змішування до повного розчинення здійснюють за допомогою блендеру з наступним додаванням ксантану (0,5…1 г) для згущування суміші та витримують впродовж 1 год для вивільнення бульбашок повітря. Техніка одержання кінцевого продукту (сфер) в обох методах однакова.

У зв’язку з вищенаведеними особливостями зворотна сферифікація може бути застосована для приготування багатьох страв та кулінарних виробів (наприклад, начинки у бісквітах або мусах, а також у молекулярній міксології). З використанням зворотної сферифікації можна отримати такі страви, як: йогуртові сфери, сферичні оливки та сфери з сиру моцарелла (рис. 5.7).



Рис. 57. Приклади страв, отриманих методом зворотної сферифікації

***2.2.1. Зворотна сферифікація із елементами заморожування.***

Наступним етапом наукових досліджень стало подовження терміну зберігання сфер включенням у техніку їхнього виготовлення етапу заморожування. Цей різновид методу отримав назву зворотна сферифікація з заморожуванням (або «холодна» зворотна сферифікація). Техніка її є однією з найпростіших у виконанні і дозволяє отримати сфери ідеальної форми та однакового розміру з подовженим терміном зберігання. Відрізняється від вищеописаної зворотної сферифікації лише включенням етапу заморожування сфер при -18 0С (температура морозильної камери холодильника) у силіконовій формі у вигляді півкуль (рис. 5.8).

Розчин харчового інгредієнту з кальцієвими солями спочатку заморожують, а потім занурюють у ванну з альгінатом натрію. Кальцій починає реагувати з альгінатом з утворенням тонкої мембрани лише під час розморожування сфери. Промивання чистою водою залишається обов’язковим

|  |
| --- |
| Півкулі силікономРис. 5.8. Силіконові напівкульні форми для заморожування |

етапом.

Тривалість драглеутворення залежить від швидкості розморожування. З метою інтенсифікації процесу можна використати теплий розчин альгінату натрію – у такому випадку тривалість сферифікації становитиме від 2 до 5 хв. Єдине обмеження цього методу полягає у тому, що застосовують його тільки для харчових інгредієнтів у вигляді розчинів, які замерзають при температурі не вище -18 0С і які можна обробляти при низьких температурах без незворотних змін у їхньому фізико-хімічному складі.

***3. Спосіб створення ідеальної сфери***

Для створення ідеальної за формою та розмірами сфери необхідно врахувати наступні особливості (див. рис. 9, 10, 11):

|  |
| --- |
| Газовані сфері Мохіто Рис. 5.9. Ідеальна сфера на прикладі холодного зеленого чаю |

1. *Вплив* *в'язкості*. В'язкість основного інгредієнта впливає на вибір ванни та методу, який дозволить з легкістю створити сфери. Загальне правило полягає в тому, що легше створити сферу, якщо густина розчину з основним продуктом більше, ніж ванни, в якій формують сфери. В основній сферифікації додають більше альгінату натрію до основного інгредієнту, у зворотній –ксантанову камедь до основного інгредієнту, в деяких випадках зменшують кількість альгінату натрію у ванні.

2. *Вплив* *води*. Якщо вміст кальцію у водопровідній воді високий, розчин основного продукт загусне у ванні з альгінатом натрію при виконанні зворотної сферифікації, тому що кальцій викличе процес драглеутворення. Слід використовувати фільтровану або бутильовану питну воду замість водопровідної (рис. 5.9).

3. *Вибір мірної ложки*. Для страв, крім ікри, для якої використовують шприц, застосовують мірні ложки сферичної форми. Вони допомагають краще створити сферичні форми при вливанні основного інгредієнту у ванну (див. п. 2.2) для створення пельменів, галушок тощо. (рис. 5.10).

4. *Використання плоскодонного посуду.* Це особливо важливо для зворотної сферифікації, тому що сфери, як правило, склеюються разом, якщо вони наближаються одна до одної. Цьому може сприяти дно посуду у вигляді кулі за умови створення кількох сфер одразу.

5. *Вплив ванни*. Якщо ванна повна, легше розташувати ложку майже

|  |
| --- |
| 3-сферичні груші мартініРис. 5.10. Приклад ідеальних розмірів |

горизонтально торкаючись рідини для легкого і гладкого вливання основного інгредієнту. В іншому випадку важко розташувати ложку горизонтально близько до поверхні рідини.

6. *Вливання рідини*.Не слід вливати основний інгредієнт високо над поверхнею ванни. Рідина на поверхні ванни буде вирівнювати сфери і робити їх

плоскими. Також можливе розміщення мірної ложки у ванні і здійснювання введення рідини у ванну за допомогою шприца, це допоможе сформувати ідеальну сферу (рис. 5.11). Цей метод дозволяє створювати сфери швидше.

|  |
| --- |
| 1 сферичні оливкамиРис. 11. Ідеальна сфера «Оливки» |

7. *Занурення сфер*. Після вливання у ванну сфери іноді вони піднімаються на поверхню. Для того, щоб вірно розташувати сферу, необхідно м'яко створити кілька хвиль у ванні навколо сфери за допомогою ложки так, щоб підготовлена вода потрапляла на поверхню сфери.

8. *Коливання сфер у ванні*. Якщо сфери торкаються дна, їх нижня частина буде менше контактувати з розчином у ванні, в результаті чого мембрана буде тоншою, а інша сторона сфери буде занадто щільною, що може призвести до руйнування.

9. *Вплив чистоти посуду*. Слід протирати мірні ложки після кожного використання, особливо, якщо ложку розташовують на дні ванни для вливання рідини. Також шумівка повинна бути чиста після кожного занурення у ванну для виловлювання сфер.

10. *Чистота ванни*. Якщо куля розділяється у ванні, або є маленькі її частинки, які плавають навколо, розчин проціджують – і продовжують процес сферифікації з новою ванною, щоб уникнути прилипання частинок до сфери.

***4. Властивості харчових добавок як основних інгредієнтів у молекулярних технологіях.***

***4.1 Технологічні властивості альгінату натрію.***

Альгінат натрію – натуральний продукт (полісахарид), харчова добавка, отримана з бурих водоростей, які ростуть у холодних водних регіонах. Він важко розчинний у холодній та гарячій воді з можливістю загущення і зв'язування. У присутності кальцію утворює гель за відсутністю тепла. Альгінат натрію використовують у харчовій промисловості для збільшення в'язкості і як емульгатор. Він також використовується в таблетках для травлення. Він не має помітного смаку.

Науковцям добре відома властивість альгінату натрію щодо формування іонотропних гелів у присутності двовалентних і полівалентних катіонів. Основу процесу драглеутворення забезпечує кооперація, за рахунок якої відбувається асоціація та формування блоків *гіаулуронової* кислоти. Кальцію хлорид, кальцію сульфат, кальцію карбонат та інші солі, що містять катіони кальцію, використовують у цьому процесі.

Альгінат натрію складається із залишків D-мануронової та L-гіалуронової кислот. Самі альгінові кислоти в воді є нерозчиними, проте мають можливість її зв’язувати.

Альгінати утворюються під час нейтралізації карбоксильних груп альгінової кислоти, вони розчинні в гарячій і холодній воді. Альгінати не засвоюються організмом людини, але сприяють виведенню важких металів і деяких інших речовин.

Гелі альгінату натрію стійкі до дії низьких і високих температур, що позитивно вирізняє їх від гелів агар-агару, желатину, карагінану.

Реологічні властивості гелів альгінату натрію можна змінити в бажаному напрямку шляхом «зшивання» структури полісахариду, наприклад, за допомогою іонів кальцію (Са 2+ ).

Здатність альгінату натрію до драглеутворення під час взаємодії з іонами кальцію (Са 2+ ) є основою для його широкого використання в технології структурованих харчових продуктів.

***4.2 Технологічні властивості хлориду кальцію.***

Хлорид кальцію використовують для ванн з кальцієм, що є основою сферифікації. Це, напевно, найдешевший з усіх компонентів і використовується, в основному, в основній сферифікації, тому що його солоність не впливає на смак основних інгредієнтів. Хлорид кальцію CaCl2 (кальцієва сіль соляної кислоти) традиційно використовують у харчовій промисловості (в якості харчової добавки Е 509, яка вважається нешкідливою для організму людини), а також у таких цілях, як: поліпшувач травлення, підсилювач смаку та аромату, стабілізатор тощо. Хлорид кальцію дуже добре розчиняється у воді і повинен зберігатися у щільно закритій ємності.

**4.3 Технологічні властивості суміші лактату і глюконату кальцію**

*Лактат кальцію глюконат* ідеально підходить для збільшення вмісту кальцію у харчових інгредієнтах у зворотній сферифікації. Основні інгредієнти, послідовність і смак не змінюються шляхом додавання глюконату кальцію лактату тому, що він не має помітного смаку і розчиняється в холодній рідині без зміни її густини. Він є універсальним, оскільки його можна використовувати для рідин з високою кислотністю, спирту або жиру. Щоб уникнути труднощів при розчиненні, додають лактат кальцію глюконат до будь-якого іншого порошкоподібного продкту.

***4.4 Технологічні властивості лактату кальцію.***

Лактат кальцію використовують для збільшення вмісту кальцію в основних інгредієнтах у зворотній сферифікації. Він надає менше гіркоти, ніж хлорид кальцію при додаванні до основних інгредієнтів. Він розчиняється в жирі, традиційно його використовують в їжі в якості порошку для випічки і вироблення витриманих сирів. Його часто додають до продуктів, які містять цукор, щоб запобігти руйнуванню зубів і в свіжі фрукти для подовження терміну їх зберігання.

***4.5 Технологічні властивості цитрату натрію.***

Цитрат натрію – натрієва сіль лимонної кислоти – Na3C6H5O7 – може бути використаний для зниження кислотності основних інгредієнтів при реалізації методу основної сферифікації. Основний процес сферифікації не працює, якщо основний інгредієнт є занадто кислотним (рН <5). Цитрат натрію має кислий, а також солоний смак (кислувато-солоний), так що використовують його помірно, при додаванні до основних інгредієнтів не змінює свій смак занадто сильно. Цитрат натрію, як правило, використовують у харчовій промисловості як підсилювач смаку і як консервант. Він використовується в содовій і найбільше в лимонних безалкогольних напоях завдяки їх кисло-солоному смаку.

Регуляторами рН харчових систем є цитрати натрію, калію, кальцію, магнію та амонію.

***5. Лабораторне устаткування.***

Майже весь посуд є обов’язковим, однак для отримання кращих результатів сферифікації необхідне наступне лабораторне устаткування (див. рис 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16).

**Ваги з точністю 0,1 г** (рис. 12): більшість рецептів вимагають дуже малої кількості «молекулярних» інгредієнтів, як правило, частку грама.

**Мірні ложки** (рис. 5.13) використовуються для заливання основних

|  |
| --- |
| Рис. 5.12. Електронні ваги |
|  Рис. 13.5. Мірні ложки |
|  Рис. 5.14. Збиральна ложка |

інгредієнтів у ванну, щоб сформувати сфери. Набір мірних ложок зі сферичною формою є рекомендованим, так як вони зручні і бувають різних розмірів для створення пельменів, галушок тощо, і коштують недорого.

**Збиральна ложка** (рис. 5.14): використовується для видалення сфер з ванни. Невелика шумівка буде робити цю роботу прекрасно. Краще, якщо ложка металева, щоб сфери могли легко видаляти з ложки на тарілку. Деякі пластикові ложки мають жорстку поверхню, що також покращує процес видалення сфер.

***Блендер*:** для розчинення альгінату натрію, який розчиняється тільки шляхом сильного збовтування. Він також використовується в кількох рецептах

|  |
| --- |
| Рис. 5.15. Дрібне сито |
|  Рис. 5.16. Закусочна ложка |

для підготовки основного інгредієнта із додаванням ксантанової камеді.

**Дрібне сито і марля** (рис. 5.15): кілька рецептів вимагають проціджування основного інгредієнта через часте сито, а іноді й через сито з марлею для отримання гладкої поверхні сфер з ультрадрібних твердих частинок. Для цього використовують недороге і альтернативне у використанні дрібне сито, яке працює виключно як фільтр тонкого очищення, що не надає металевого присмаку делікатним інгредієнтам, а також є гнучким, але міцним, і його можна мити у посудомийній машині.

**Закусочна ложка** (рис. 5.16): деякі сфери є дуже тонкими і повинні бути оброблені вручну або зі столової ложки*,* тому вам доведеться ретельно розмістити їх на закусочну ложку, щоб використати. Це необхідно в основних сферах у зв'язку з їх більш тонкими мембранами.

**6. Контрольні запитання.**

1. Дайте визначення сферифікації як методу молекулярної гастрономії.
2. В яких технологіях ресторанної продукції можна використати сферифікацію?
3. Наведіть класифікацію видів сферифікації. Охарактеризуйте їх переваги та недоліки.
4. Представте етапи виконання базової техніки методу основної сферифікації.
5. Як отримують штучну ікру з використанням методу сферифікації?
6. Охарактеризуйте техніку сферифікації, що дозволяє отримувати сфери подовженого терміну зберігання.
7. Які переваги дозволило отримати включення етапу заморожування у техніку зворотної сферифікації?
8. Що за параметри потрібно брати до уваги при виготовленні «ідеальної» сфери?
9. Які харчові добавки використовують для проведення сферифікації, їх технологічні функції?
10. Що за спеціальне обладнання використовують для реалізації техніки сферифікації?
11. Розкрийте переваги для вітчизняних закладів ресторанного господарства від впровадження сферифікації.

**7. Список рекомендованої літератури:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Лазерсон І.І. Кулинарная наука, или Научная кулинария / И.И. Лазерсон, Ф.Л. Сокирянський. – М.: Центрполиграф, 2012. – 151 с. |
|  | Нечаев А.П. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002. – 256 с. |
|  | Пересічний М.І. Виробництво овочевих страв із використанням молекулярної гастрономії / М.І. Пересічний, І.Г. Дмитрик // Вісник ДонНУЕТ. – 2009. – № 1 (41) – С. 61. |
|  | Пивоварова О.П. Дослідження стану води та вологоутримувальної здатності структурованих систем на основі альгінату натрію / О.П. Пивоварова, Є.П. Пивоваров // Зб. наук. пр. Харк. держ. ун-ту. харчування та торгівлі. – 2009. – Вип. № 2 (10). – С. 170-177. |
|  | Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 808 с. |
|  | Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с. |
|  |  Barham Peter. Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline / Peter Barham, Leif H. Skibsted, Wender L. P. Bredie, Michael Bom Frost, Per Moller, Jens Risbo, Pia Snitkar, and Louise Morch Mortensen // Chem. Rev. – 2010. – № 110. – P. 2313–2365. |
|  | Grant G. T. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the eggs-box model / G. T. Grant, E. R. Morris, D. A. Rees. – [S. l.] : FEBS Lett, 1993. – 195 p. |
|  | Hervé This. Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor / This Hervé. – New York: Columbia University Press, 2006. – 392 p. |