

МОЛЕКУЛЯРНА КУХНЯ ЯК ІННОВАЦІЙНА РЕСТОРАННА ТЕХНОЛОГІЯ MOLECULAR CUISINE AS AN INNOVATIVE RESTAURANT TECHNOLOGY

УДК 641.5

DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.87-31>

Куниця К.В.

к.т.н., доцент кафедри туризму і готельно-ресторанного бізнесу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Якименко-Терещенко Н.В.

д.е.н., професор, завідувач кафедри туризму і готельно-ресторанного бізнесу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Болух І.О.

магістрант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Kunitsia Kateryna

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Yakymenko-Tereshchenko Nataliia

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Bolyukh Irina

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

У статті розглянуто молекулярну кухню як інноваційну ресторанну технологію і науковий підхід до харчування, насамперед з погляду хімічного складу, властивостей та перетворень інгредієнта, що використовується при приготуванні страв. Основна ідея молекулярної кухні полягає у зміні фізико-хімічних властивостей інгредієнтів для досягнення нових смакових та текстурних відчуттів. До основних принципів та технік молекулярної кухні належать: сферифікація, желеутворення, емульсифікація, ліофілізація, нітрогенізація. Молекулярна кухня дозволяє створити унікальні смакові комбінації та текстури, які неможливо досягти традиційними методами приготування. Страви, створені з використанням молекулярних технік, часто виглядають як витвори мистецтва, що робить їх візуально привабливими для гостей. Використання натуральних інгредієнтів та мінімальна термічна обробка дозволяє зберегти більше поживних речовин у стравах.

Ключові слова: молекулярна кухня, молекулярна гастрономія, інновації, сферифікація, су-вид, екструзійне варіння.

The article examines molecular cuisine as an innovative restaurant technology and a scientific approach to food, primarily from the point of view of the chemical composition, properties and transformations of the ingredients used in cooking. Molecular cuisine as an innovative direction in cooking that combines science and gastronomy to create unusual dishes using advanced technologies and methods. The main idea of molecular cuisine is to change the physical and chemical properties of ingredients to achieve new taste and texture sensations. The basic principles and techniques of molecular cuisine include: spherification (a technique in which a liquid is turned into balls resembling caviar; this is achieved due to the use of sodium and calcium alginate), gelation (involves the use of various gelling agents such as agar-agar or gelatin, to create gel structures), emulsification (the process of mixing two mutually insoluble liquids to create foam-type emulsions and air textures), lyophilization (the process of removing water from the product at low temperatures and under vacuum, which allows you to preserve the texture and taste of the ingredients), nitrogenation (the use of liquid nitrogen for instant freezing of products, which allows you to create unexpected textures and effects). Molecular cuisine allows you to create unique flavor combinations and textures that cannot be achieved with traditional cooking methods. Dishes created using molecular techniques often look like works of art, making them visually appealing to guests. The use of natural ingredients and minimal heat treatment allows you to preserve more nutrients in dishes. An important applied direction of molecular gastronomy is the study of the relationship between food, its sensory perception and increasing the degree of consumer satisfaction, which can create wide opportunities for improving nutrition and, therefore, people's health. An important positive aspect of the application of molecular gastronomy is, of course, the popularization of food science and public education in terms of traditional ways of cooking, as well as innovative approaches to food processing.

Key words: molecular cuisine, molecular gastronomy, innovations, spherification, sous vide, extrusion cooking.

Постановка проблеми. Сучасна людина прагне здорового способу життя, де одним із факторів виступає культура харчування, що включає техніку та технологію приготування страв, поєднання продуктів, використання дієтичних інгредієнтів, таймінг подачі страв та ін. У зв'язку з чим розвиток такого напрямку, як молекулярна кухня, є актуальним на сьогоднішній день. Дієтологи розглядають їжу не тільки як джерело енергії та пластичності, але і як природний фармакологічний комплекс. Саме тому вирішення проблеми корекції структури харчування населення полягає в розробці та широкому впровадженні сучасних технологій безпечних продуктів харчування, виготовлених з поживної натуральної сировини. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є створення кулінарної продукції нового покоління, що стало можливим завдяки використанню молекулярних технологій.

Поява та впровадження нових технологій в сфері гостинності, приваблює споживачів, підвищує престиж та імідж закладу ресторанного господарства або розміщення, робить його більш конкурентоспроможним [1]. У сфері закладів рес-

торанного господарства яскравим та ключовим напрямом інноваційного розвитку та технологічного підприємництва є молекулярна кухня або, так звана, молекулярна гастрономія. Завдяки використанню потенціалу відомих продуктів створюються новий та досконалий смак страв.

Це дослідницький напрямок, який займається вивченням фізико-хімічних процесів, що відбуваються під час приготування їжі, і створенням страв з незвичайними властивостями та поєднанням компонентів. Він аналізує та практично здійснює фізико-хімічні перетворення інгредієнтів, які відбуваються при приготуванні, а також охоплює соціальні, художні та технічні аспекти кулінарії та гастрономії з наукової точки зору. Одним з основних завдань молекулярної гастрономії є комбіноване поєднання харчових продуктів різного типу на молекулярному рівні, враховуючи хімічні сполуки та амінокислоти. У сучасному світі кулінарні та наукові технології об'єднуються для створення інноваційних рішень, які роблять процес приготування їжі більш ефективним і зручним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Молекулярна кухня продовжує розвиватися як

наукова дисципліна, поєднуючи кулінарію та хіміко-фізичні дослідження. Останні дослідження наголошують на важливості цього підходу для покращення смакових якостей та текстури страв. Застосування молекулярної гастрономії сприяє інноваціям у методах приготування їжі, таких як використання центрифуг та рідкого азоту. Основні напрями досліджень включають вивчення біофізичних процесів при приготуванні їжі та їх вплив на смак та текстуру. Дослідження молекулярної кухні як інноваційної ресторанної технології присвячені праці Linden (Нідерланди), Ерве Тіс (Франція), Ферран Адрія (Іспанія), Хестон Блюменталь (Великобританія), Мішель Брас (Франція), П'єр Ганьєр (Франція), Мурад Мазуз (Великобританія) [2; 3]. Проте, незважаючи на напрацювання в цьому напрямі, потребує подальшого вдосконалення питання визначення напряму молекулярної гастрономії як інноваційної ресторанної технології.

Постановка завдання. Метою дослідження є узагальнення аспектів молекулярної кухні як інноваційної ресторанної технології з точки зору ефективності, якості продукції, витрат енергії та можливостей застосування в різних сферах використання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Молекулярна кухня – це інноваційний напрямок в кулінарії, що поєднує в собі науку і мистецтво приготування їжі. Вона використовує наукові методи і технології для створення унікальних текстур, смаків і презентацій страв, які неможливо досягти традиційними методами. У молекулярній кухні використовуються різні хімічні речовини і прилади, такі як рідкий азот, агар-агар, соєвий лецитин, сифони та інші технології. Ці інгредієнти та пристрої допомагають створити незвичайні текстури та форму страви. Завдяки використанню сучасних технологій молекулярна кухня дозволяє створювати страви з незвичайними текстурами і формами. Наприклад, рідина може бути перетворена в гель або піну, а тверді продукти – в порошок.

Шеф-кухарі, що працюють у сфері молекулярної кухні, часто співпрацюють з вченими для розробки нових рецептів і методів. Вони вивчають хімічні та фізичні властивості інгредієнтів, щоб максимально використовувати їх потенціал. Одним із основних елементів молекулярної кухні є оригінальна подача блюв. Часто це не просто їжа, а ціле шоу, що включає в себе незвичайні ефекти, такі як дим, пар або зміна кольору. Молекулярна кухня також звертає увагу на те, як різні текстури та форми можуть впливати на сприйняття смаку та аромату. Наприклад, одна і та сама страва може сприйматися по-різному в залежності від її текстури або температури. Оскільки молекулярна кухня використовує нові технології і хімічні речовини, важливим аспектом є безпека і відповідність стандартам здоров'я.

Страви, приготовані по технології молекулярної кухні, відрізняються від традиційних та звичних страв поєднанням свого незвичайного виду (у вигляді куба, сфери, піни і т.д.) та смаку (суп може бути твердим, а м'ясо подано як ікра) [4]. Страви молекулярної кухні мають звичний смак, але викриті в абсолютно незвичну форму та текстуру [5]. Однак, поза сумнівом, молекулярну кухню можна вважати інноваційним підходом у кулінарії, заснованим на використанні великої кількості харчових добавок, а також оригінальної технології виготовлення страв та обробки вихідних продуктів. Це вимагає застосування великої кількості вартісного обладнання та високої кваліфікації спеціально навченого персоналу, що робить цю продукцію дорогою та дозволяє віднести до преміального класу.

Молекулярна кухня – напрям досліджень, який вивчає і практично використовує фізикохімічні перетворення інгредієнтів, що відбуваються під час приготування страв, а також соціальні, художні та технічні складові кулінарних і гастрономічних явищ як в цілому, так і з наукової точки зору.

Молекулярні технології – сукупність інноваційних методів, використання яких в технологіях дозволяє змінювати консистенцію та форму продукту. Найбільшу популярність здобули наступні:

- повітряна піна, що отримується за допомогою сифона при нагнітанні інертного газу;
- аромодистиляція, заснована на властивостях речовини переходити в газоподібний стан під впливом пари та тиску;
- заморожування – охолодження нижче за криоскопічну температуру;
- центрифугування – поділ речовин із різною питомою вагою під впливом відцентрової сили;
- сферифікація – отримання продукту у вигляді «ікри» з будь-яким смаком;
- желювання – одержання продукту у вигляді желе;
- емульгування – отримання однорідної маси з важкозмішуваних рідин;
- згущення – збільшення в'язкості рідини із застосуванням стабілізаторів;
- вакуумування – низькотемпературна обробка речовин у вакуумі;
- екструзійне варіння – примусове переміщення харчових матеріалів, різними операціями, включаючи замішування, плавлення та/або зсув через матрицю і т.д.

Ці методи дозволяють створювати широкий спектр молекулярних страв.

Контроль температури та технологія су-вид. Одним із перших практичних застосувань молекулярної гастрономії стала реалізація концепції контролю температури під час приготування їжі [2; 6]. Технологія су-вид (від французької «sous-vide» – «під вакуумом») полягає у приготу-

ванні їжі у вакуумному пакуванні протягом тривалого часу при точно фіксованій температурі. Відомо, що температура надає суттєвий вплив на багато реакцій, наприклад, окиснення, ферментативне потемніння чи потемніння за реакцією Майяра, виділення аромату тощо [7], тоді як кулінари-кухарі зазвичай контролюють температуру приготування тільки емпірично. Точний контроль температури дає результати, які важко досягти із застосуванням традиційних методів. Технологія су-вид знайшла широке застосування через свою зручність та хороший результат. Контролювати час приготування та температури в поліетиленових пакетах набагато простіше, ніж при смаженні, запіканні або приготуванні на грилі.

Тривале приготування м'яса при помірних температурах істотно впливає на текстуру продукту. Згідно з проведеними дослідженнями, більш тривалий час приготування призводить до розчинення колагену, що, свою чергу, зумовлює підвищене формування желатину та знижує твердість м'яса. У сполучній тканині ссавців це відбувається за температури вище 65 °С. Крім того, приготування м'яса за помірних температур призводить до коагуляції міофібрилярних білків, яка у цих білків виникає за температур вище 70–80 °С.

При оцінці різних режимів приготування м'яса за технологією су-вид, було встановлено, що температура і ступінь вакуумування надають більший вплив на якісні характеристики, ніж тривалість приготування [8]. Так, наприклад, м'ясо, приготовлене при температурі 61 °С, мало більш виразний червоний колір у порівнянні зі зразками м'яса, приготовленого при температурі 71 °С, а більш високий ступінь вакуумування (98,81 % порівняно з 96,58 %) призводило до більш просторого розташування волокон м'яса. Крім того, продукти, приготовлені за технологією су-вид протягом більш короткого часу і при нижчій температурі, мають менші втрати ваги, та більш високий кінцевий вміст вологи.

Поєднання тривалого часу приготування та помірно високих температур стимулює утворення летких органічних сполук, відповідальних за формування бажаного аромату з відтінками смаженого м'яса, і знижує утворення летких сполук, наявність яких зазвичай пов'язують з небажаними запахами в м'ясі [9]. Крім того, використання пластикових пакетів у технології су-вид забезпечує можливість видалення повітря, що стикається з продуктом, що дозволяє уникнути формування небажаних смакоароматичних властивостей, які виникають у присутності кисню. Видалення кисню з їжі може призвести до покращення якості з точки зору процесів окиснення та загальної привабливості продукту, в тому числі для овочів та морепродуктів [5; 9].

Використання рідкого азоту. Останні кілька років у молекулярної гастрономії став широко

застосовуватися рідкий азот для заморожування продуктів без використання морозильної камери [1; 3]. Такий метод доцільний як простий спосіб швидко знизити температуру їжі, запобігаючи зростанню кристалів льоду, здатних пошкодити структуру замороженого продукту. Надзвичайно низькі температури, що забезпечуються цим зрідженим газом, найчастіше використовуються у сучасній кулінарії для замороженої піни та морозива. Після заморожування продуктів азот випає, створюючи густий азотний туман, який також може покращити естетичні характеристики страви. Одним із прикладів практичного застосування рідкого азоту є його змішування з попередньо подрібненими травами у ступці, що призводить до їх швидкого заморожування до крихких твердих речовин. У цьому випадку вдається уникнути окиснення та зберегти колір та ароматичні компоненти трав. В іншому прикладі рідкий азот дозволяє створювати миттєве морозиво з дуже м'яким смаком через менший розмір кристалів льоду.

Практичним обмеженням використання рідкого азоту є необхідність зберігання та транспортування у спеціальних контейнерах. Крім того, поводження з рідким азотом пов'язане із серйозними ризиками для здоров'я як самого оператора, так і споживача. Відомі численні випадки виникнення у людей важких баротравм та розривів шлунка, що виникли після вживання коктейлів, у яких рідкий азот не випарувався повністю. Враховуючи потенційно смертельні ускладнення при споживанні – придбання, зберігання та використання рідкого азоту має суворо контролюватись.

Застосування ультразвуку. Ультразвук (довжини хвиль менше 20 кГц) досить широко використовується в харчовій промисловості для покращення якості готового продукту, зокрема, при технологічній обробці, консервуванні та екстракції, створенні наноемulsій гомогенізації молока, інкапсуляції аромату у сирі, обробці для посилення ліполізу, стабілізації емульсії тощо. У молекулярній гастрономії ультразвук застосовувався для зниження в'язкості розчинів крохмалю після желатинізації. Були виявлені очевидні переваги ультразвукового методу, зокрема, процес не вимагав застосування харчових добавок, був простим і швидким і при цьому не викликав значних змін хімічної структури та властивостей крохмалів. Було встановлено, що ультразвуковий процес застосовується для багатьох видів крохмалів (з кукурудзи, картоплі, тапіоки) та полісахаридів.

Метод сферифікації. Сферифікацією називають формування рідини у вигляді невеликих їстівних сфер у капсулах із альгінату кальцію із застосуванням техніки «зворотного geleутворення» [7]. Усередині сфери продукт виходить рідкий, а зовні має найтоншу плівку і виглядає як ікра.

Розрізняють пряму та зворотну сферифікацію. В основі обох способів сферифікації лежить той факт, що деякі гелеутворюючі суміші не схоплюються доти, доки в розчині не з'являються певні іони. Для прямої сферифікації водний розчин, що містить харчовий продукт і желуючий агент, зазвичай альгінат натрію, повільно додають у другу ємність, що містить іони, що відсутні, наприклад, хлорид кальцію. Коли краплі потрапляють у ємність, починається процес гелеутворення та формуються маленькі гелеві капсули з рідкою серцевиною. При зворотній сферифікації у рідину з харчовим продуктом додають лактат кальцію або інше джерело іонів кальцію. У другій ємності знаходиться желуючий агент, приготований з використанням деіонізованої або дистильованої води. При додаванні розчину із продуктом та іонами кальцію в ємність з розчином желуючого агента останній формує плівку гелю навколо продукту з іонами кальцію. Кругла форма кульок зумовлена поверхневим натягом, а кальцій діє як міст між альгінатними ланцюгами, посилюючи їхню взаємодію та сприяючи гелеутворенню. У широкому значенні сферифікацію можна як метод інкапсуляції. Інкапсуляція спрямована на уловлювання сполук, зазвичай біоактивних, у матеріалі носія, який формує біорозкладний бар'єр, що оберігає від зовнішнього середовища. Для формування капсул в'язкість крапель та міцність на поверхневий натяг має бути більшим, ніж сили, необхідні для протидії ударного навантаження, щоб запобігти деформації крапель під час їх зіткнення з поверхнею ванни, де відбувається гелеутворення. В'язкість розчинів «хлорид кальцію – емульсія» та альгінатних розчинів зростає зі збільшенням концентрації хлориду кальцію та альгінату. Якщо в'язкість емульсії вище, ніж в'язкість розчину альгінату, деформація крапель при ударі з розчином альгінату буде менше [8]. Різниця між звичайною і зворотною сферифікацією полягає в тому, що оболонка звичайної сферифікації з часом стає товстішою і вся сферифікація стає желеподібною, тоді як сферифікація після зворотної сферифікації залишається рідкою всередині.

Для приготування страв молекулярної кухні, можливо використовувати наступні прийоми:

1. Емульсифікація – спосіб одержання найніжнішої пінки з фруктового чи овочевого соку. Створюють ефект еспуму за допомогою добавки – соєвого лецитину.

2. Вакуумізація – техніка приготування у вакуумі під назвою «sous-vide» – удосконалений процес теплової обробки продуктів на водяній бані [3]. Інгредієнти закривають у спеціальні вакуумні пакети і варять при температурі близько 60 ° С протягом багатьох годин і іноді навіть доби. М'ясні продукти, приготовлені в такий спосіб, залишаються соковитими та ніжними, а також дуже

запашними. Вакуумним способом добре маринувати м'ясо, фрукти та овочі.

3. Желатинізація. Молекулярна желатинізація – це мистецтво створення звичайних страв із незвичайних продуктів. Досягають ефекту желатинізації за допомогою добавок:

– агар-агар – натуральний загусник на основі морських водоростей, стійкий, дієтичний;

– карагінан – загусник на основі водоростей, надає речовині в'язкість, желеподібну структуру.

4. Трансглютаміназа. Трансглютаміназа – це ферменти, здатні склеїти м'язові тканини. У молекулярній кухні їх використовують для того, щоб надавати м'ясним та рибним стравам цікавий вигляд.

Екструзійне варіння. До особливостей технології належить можливість отримання різноманітних продуктів із недорогої сировини з мінімальними термінами обробки. Екструдовані продукти зазнають хімічних та фізико-хімічних змін залежно від технологічного процесу та подачі сировини. До таких змін відносяться окиснення ліпідів, денатурація білків, декстринізація крохмалю. Технологія екструзії дозволяє швидко та ефективно перетворити різну сировину (бобову, олійну, м'ясну, рибну, коренеплоди, бульби, фрукти та ін.) у корисну смачну страву, просто змінивши рецептуру та технологічні параметри обладнання [10].

Використання цих методів, запозичених з наукових лабораторій, дозволяє спеціалістам молекулярної кулінарії реалізовувати незвичайні рецепти з цілим рядом нових органолептичних показників. Молекулярна кухня може бути корисною та смачною. Задоволення та користь – ось дві характеристики цієї кухні, яка позбавлена всього зайвого.

Харчові інгредієнти є харчовими матеріалами, внутрішня структура яких зумовлює їх властивості (механічні, смакові тощо). Карамель ламається, як кварцове скло, а тісто для піци розтягується, як еластомер, тому що внутрішні структури цих матеріалів схожі. Скло та карамель є стабільно-аморфними речовинами, вони схожі на застигли розупорядковані рідини, а така структура відповідає властивостям, що не допускають масового руху частинок одна щодо одної. Під напругою внутрішні зв'язки рвуться та матеріал руйнується на макроскопічному рівні. Протеїни глютену в тісті для піци, навпаки, як макромолекули еластомерів, зміщуються при розминанні і формують еластичну структуру, тобто молекули можуть переміщатися щодо інших молекул, залежно від того, в якому напрямку додана напруга, тому тісто деформується, але не розривається так легко.

У молекулярній кулінарії існують принципи, які вважаються незмінними для багатьох страв [11].

1. Тривалий час приготування. Створення шедеврів молекулярної кухні процес дуже тривалий. Мінімальний час приготування найпростіших

страв займає 2 год, а якщо говорити про кулінарні шедеври, то кілька діб.

2. Точність. Усі рецепти молекулярної кухні дуже точні. Спеціалісти цього напрямку стверджують, що зміна ваги інгредієнта хоча б на 1 г може докорінно змінити смак, а то й зовсім його зіпсувати. Саме тому точні ваги – невід’ємна річ у молекулярній кухні.

3. Мізерні порції. У закладах ресторанного господарства, де подають молекулярну кулінарію, існують спеціальні обіди, на яких гостю закладу пропонується спробувати ряд страв. Як правило це 15-20 різних страв, які покликані нагодувати гостя візуально та морально, але ніяк не фізично.

4. Дороговизна. Ціни на страви пов’язані не лише з тривалістю їх приготування, але й дуже дорогим обладнанням, а також знаннями та навичками.

Висновки з проведеного дослідження.

Важливим прикладним напрямком молекулярної гастрономії є вивчення взаємозв’язку між їжею, її чуттєвим сприйняттям та підвищенням ступеню задоволеності споживачів, що може створити широкі можливості для поліпшення харчування, а отже, здоров’я людей. Існуючі області науки про продукти харчування, що вивчають різні розділи харчової технології, такі як харчова хімія, інженерія, органолептичний аналіз, безпека, мікробіологія, консервування, по-перше, незважаючи на перетин конкретних аспектів, тим не менш, є індивідуальними областями досліджень, і, по-друге, орієнтовані переважно на вирішення окремих завдань на промислових підприємствах чи наукових лабораторіях. Слід зазначити, що важливим позитивним аспектом застосування молекулярної гастрономії, безумовно, є популяризація харчових наук та просвітництво громадськості в частині традиційних способів приготування їжі, а також інноваційних підходів до переробки харчових продуктів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Linden van der, E., McClements, D.J. & Ubbink, J. Molecular Gastronomy: A Food Fad or an Interface for Science-based Cooking? *Food Biophysics*. 2008. № 3. P. 246–254. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11483-008-9082-7>
2. Grace S. Yek. Deconstructing Molecular Gastronomy / Grace S. Yek and Kurt Struwe. *Foodtechnology*. 2008. P. 34–43.
3. Dominguez-Hernandez E., Salaseviciene A., Ertbjerg P. Low-temperature longtime cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Sci*. 2018. Vol. 143. P. 104–113.
4. McGee Harold. On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. New York: Scribner, 2004. 811 p.
5. Garca-Segovia, P.; Garrido, M.; Vercet, A.; Arbolea, J.; Fiszman, S.; Martinez-Monzo, J.;

Laguarda, S.; Palacios, V.; Ruiz, J. Molecular gastronomy in Spain. *J. Culin. Sci. Technol.* 2014. No. 12. P. 279–293.

6. What is Molecular Gastronomy? URL: www.molecularrecipes.com/molecular-gastronomy

7. 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.

8. Caporaso N., Formisano D. Developments, Applications and Trends of Molecular Gastronomy among Food Scientists and Innovative Chefs. *Food Reviews International*. 2016. Vol. 32. No. 4. P. 417–435.

9. This Hervé. Molecular Gastronomy. Exploring the Science of Flavor / Hervé This. – NY: Columbia University Press, 2006. 392 p.

10. Fu, H.; Liu, Y.; Adria, F.; Shao, X.; Cai, W.; Chipot, C. From material science to avant-garde cuisine: The art of shaping liquids into spheres. *J. Phys. Chem. B*. 2014. Vol. 118. P. 11747–11756.

11. Hill Brendan. Molecular gastronomy: research and experience. Melbourne: ISS Institute, 2009. 138 p.

REFERENCES:

1. Linden van der, E., McClements, D.J. & Ubbink, J. (2008). Molecular Gastronomy: A Food Fad or an Interface for Science-based Cooking? *Food Biophysics*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11483-008-9082-7>
2. Grace S. Yek. (2008). Deconstructing Molecular Gastronomy. *Foodtechnology*.
3. Dominguez-Hernandez E, Salaseviciene A, Ertbjerg P. (2018). Low-temperature longtime cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Sci*. Vol. 143. P. 104–113.
4. McGee Harold. (2004). On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. New York: Scribner.
5. Garca-Segovia, P.; Garrido, M.; Vercet, A.; Arbolea, J.; Fiszman, S.; Martinez -Monzo, J.; Laguarda, S.; Palacios, V.; Ruiz, J. (2014). Molecular gastronomy i Spain. *J. Culin. Sci. Technol.* No. 12. P. 279–293.
6. What is Molecular Gastronomy? URL: www.molecularrecipes.com/molecular-gastronomy
7. Barham Peter, Leif H. Skibsted, Wender L.P. Bredie, Michael Bom Frost, Per Moller, Jens Risbo, Pia Snitkar, and Louise Morch Mortensen (2010). Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline. *Chem. Rev.* No. 110. P. 2313–2365.
8. Caporaso N., Formisano D. Developments, (2016). Applications and Trends of Molecular Gastronomy among Food Scientists and Innovative Chefs. *Food Reviews International*. Vol. 32. No. 4. P. 417–435.
9. This Hervé (2006). Molecular Gastronomy. Exploring the Science of Flavor. NY: Columbia University Press.
10. Fu, H.; Liu, Y.; Adria, F.; Shao, X.; Cai, W.; Chipot, C. (2014). From material science to avant-garde cuisine: The art of shaping liquids into spheres. *J. Phys. Chem. B*. Vol. 118. P. 11747–11756.
11. Hill Brendan (2009). Molecular gastronomy: research and experience. Melbourne: ISS Institute.