

**KAPITEL 4 / CHAPTER 4⁴**
BIOINGREDIENTS FOR MOLECULAR GASTRONOMY**DOI: 10.30890/2709-2313.2024-35-00-018****Вступ.**

Збереження та зміцнення здоров'я є пріоритетними завданнями для кожної людини незважаючи на складні зовнішні умови в світі, і зокрема в Україні. Війна, політичні і економічні кризи, інфекційні захворювання та інші загрозливі чинники породжують проблеми адаптації до них та ускладнюють формування установки на здоровий спосіб життя. І все ж у значної частини населення існує потреба в обізнаності щодо складу продукції, яка пропонується споживачам, починаючи від харчових продуктів, лікарських засобів та виробів медичного призначення, косметичних препаратів, одягу і аж до будівельних матеріалів. Одним із трендів є використання біо- та органічних продуктів. Такі поняття як органічне харчування, натуральна та органічна косметика, природні антиоксиданти, біологічно активні добавки та біоінгредієнти викликають значний інтерес.

Постановка та розгляд проблеми (*Problem statement*)

Споживачі в усьому світі надають перевагу продукції, що містить натуральні інгредієнти. Провідні світові фірми взяли на себе зобов'язання значно збільшити вміст біоінгредієнтів у своїх портфоліо [1].

Молекулярна кухня (молекулярна гастрономія, *molecular gastronomy*) є одним з розділів броматології (науки про харчування, *food science*), науково орієнтованим підходом до розуміння основних механізмів приготування їжі. Вона є поєднанням науки і кулінарних технік та майстерності кухарів. Тим не менш, важливо також підкреслити, що з точки зору науковців молекулярна гастрономія не є типом або стилем приготування їжі. За одним із класичних визначень молекулярна гастрономія вивчає фізико-хімічні перетворення

⁴**Authors:** Shved Olha Vasylivna, Zayarnyuk Nataliya Leonidivna, Boiarskyi Roman Volodymyrovych

Number of characters: 46048

Author's sheets: 1,15



інгредієнтів під час приготування їжі та сенсорні явища, пов'язані з їх споживанням. А ті, хто практикує молекулярну кухню є науковцями із значним досвідом у галузі фізики, колоїдної хімії, матеріалознавства [2]. Молекулярна кухня має перед собою декілька завдань, серед яких є: вивчення існуючих кулінарних рецептів; пошук та впровадження в процес приготування різних страв нових технік, приладів і обладнання, а також інгредієнтів; розроблення нових рецептів. Ця дисципліна дає можливість широкому загалу експериментально вивчати основи новітньої науки [3].

Однак не зважаючи на те, що винахідниками молекулярної кухні були фізики, ці практики довгий час здійснювались виключно в найкращих ресторанах світу. Такі прилади як вакуумні камери, гомогенізатори, сублімаційні сушарки, пакоджети, сифони та інші довгий час були доступні тільки обраним. Треба зазначити, що і тепер, коли існує достатня кількість фірм-виробників такого обладнання, ці інструменти не є дешевими, однак їх може придбати кожен бажаючий. Шеф-кухарі елітних ресторанів також просувають думку, що тільки завдяки їх високому мистецтву існує молекулярна кухня. Проте самим важливим для молекулярної кухні є саме інгредієнти, спрямована зміна властивостей яких і є основою молекулярної кухні. У 2000-ні роки Європейський Союз навіть фінансував спеціальний проект «Впровадження інноваційних технологій у сучасну гастрономію для модернізації кулінарії», який дав можливість здійснити перенесення промислових технологій та інгредієнтів в ресторани та домашні кухні. Найважливішим результатом цього стала популяризація харчових добавок. Невдовзі відбулися перші нападки на молекулярну кухню на основі звинувачень у використанні шкідливих для здоров'я добавок. Необхідно зазначити, що значна частина інгредієнтів для молекулярної кухні має природне походження і є біоінгредієнтами.

З огляду на означене, у нашому дослідженні ми проведемо системний аналіз розвитку виробництва біоінгредієнтів, що використовуються в сучасній молекулярній гастрономії, безпека та біодоступність яких впродовж останніх десятиліть вимагає більшого контролю та інноваційного розвитку.



Матеріали та методи досліджень (*Methods and Materials*)

В роботі використовувались методичний аналіз й абстрактно-логічний метод для узагальнення критеріїв оцінки становлення, розвитку та інтегрування виробництва біоінгредієнтів та їх вплив на створення молекулярної їжі, безпечної для споживання та оздоровленн.

Аналіз публікацій та виклад основного матеріалу (*Analysis of publications and presentation of the main material*).

Першим нашим завданням було зробити огляд біоінгредієнтів до молекулярної гастрономії.

4.1. Біоінгредієнти: визначення, властивості, походження, функціональне призначення та роль у молекулярній кухні.

За міжнародно признаним визначенням біоінгредієнти – це сполуки біологічного походження, включаючи білки, ферменти, пептиди та інші матеріали, такі як метаболіти та хімічні сполуки, які одержані з біологічних систем, живих чи неживих [4]. Завдяки своїм унікальним функціональним властивостям ці сполуки широко використовуються в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості [5]. У харчовій галузі біоінгредієнти розглядаються як речовини, які додаються під час виробництва або приготування їжі та присутні в ній «у модифікованій формі з біологічною активністю» [6].

Повний огляд біоінгредієнтів наразі відсутній саме через їх велику кількість і різноманітність їх властивостей. Одні дослідники розглядають білки, їх ізоляти та гідролізати, барвники, ароматизатори, феноли та їх похідні, інші – полісахариди, терпеноїди, органічні кислоти, вітаміни, мінерали [6,7]. Окремі дослідники всю увагу зосереджують на пробіотиках [8].

Всі ці речовини можуть бути розділені на групи залежно від їх функцій (див. рис.1). Біоінгредієнти можуть бути основними компонентами їжі, або біологічно активними речовинами, або допоміжними речовинами для покращення



властивостей продукту та полегшення і покращення технологій виробництва, при цьому один інгредієнт може виконувати декілька функцій.

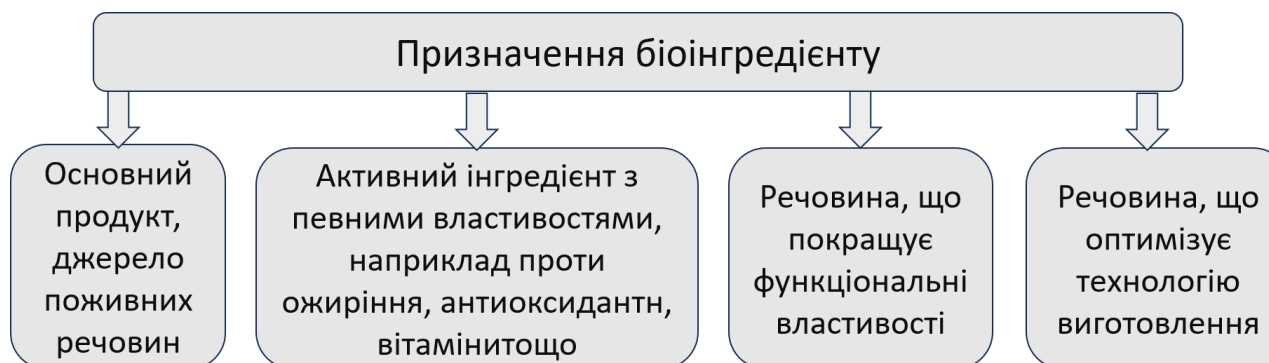


Рисунок 1 - Функціональне призначення біоінгредієнтів

Авторська розробка

Значна частина інгредієнтів молекулярної кухні - це текстури. Текстури в молекулярній кухні – це інгредієнти, які здатні змінити зовнішній вигляд будь якого продукту, зробивши його незвичним та провокативним.

Це зовсім новий метод кулінарного мистецтва, спосіб здивувати гостей. Взагалі текстура є одним з атрибутів, які використовують споживачі для оцінки якості їжі. Вона може бути: тверда, м'яка, рідка, гладка, пружна, кремова, ніжна, розсипчаста, хрустка, зерниста тощо. Такі текстурні терміни безпосередньо пов'язані з щільністю, в'язкістю, поверхневим натягом та іншими фізичними властивостями конкретного харчового продукту. Кожен продукт має власну особливу текстуру, яка бере участь у сприйнятті смаку [9, 10]. Більшість інгредієнтів-текстур є біополімерами (макромолекулярними сполуками), або поверхневими речовинами, що мають біопоходження, - біосурфактантами (біоПАР). Дуже часто це вторинні метаболіти, що синтезуються рослинами, тваринами та мікроорганізмами. Продуцентів надзвичайно багато, зокрема на сьогодні відомо більше ніж 100 таких мікроорганізмів. Наприклад, з квіткових рослин були виділені дріжджі (*C. gropengiesseri* та *C. bombicola*), які продукують біосурфактанти, які мають незначну протимікробну активність та стабільні за високої солоності та температури.

БіоПАР мають широкий діапазон функціональних властивостей, вони нетоксичні, біодеградабельні, можуть бути використані в різних середовищах:



кислих, солоних, солодких, теплих, холодних, густих та рідких. Використовують біоПАР як функціональні харчові інгредієнти. З наукової точки зору – це величезна кількість різних за хімічною будовою та властивостями речовин. Серед них є гліколіпіди, ліпопептиди, полісахариди, ліпополісахариди, протеїни, ліпопротеїни та їх комплекси. Вони можуть бути використані як емульгатори, стабілізатори, диспергатори, солюбілізатори і т.п. Наявність великої кількості таких інгредієнтів різного походження та хімічного складу дуже ускладнює їх вибір у кожному випадку застосування. Для наукового вибору функціонального призначення поверхнево активних речовин використовують класифікацію їх за гідрофільно ліпофільним балансом: відношенням гідрофільної до ліпофільної частин молекули. Наприклад при значенні від 3 до 6, інгредієнт можна використовувати для емульгування води в олії, при значенні від 8 до 13 – для емульгування олії в воді, при значенні 13-15 речовину можна використовувати як піноутворювач. Але цього показника недостатньо, оскільки біоінгредієнти, які використовуються як текстури мають і інші властивості, вони здатні до гелеутворення, або поглинати і затримувати воду. Є речовини, які є основами текстури: крохмаль та борошно, масла і олії.

Відомі фірми-виробників у всьому світі, серед яких є крупні корпорації, спеціалізуються на випуску органічних продуктів та біоінгредієнтів і кожна з них пропонує свій набір продуктів, серед них:

- Корпорація «Lesaffre», з штаб квартирою у Франції та представництвом в Україні, <http://surl.li/snnxsl> ;
- «Bioingre», Bioingredients Research SRL, Мексика, <http://surl.li/hatfjo> ;
- SIA «BioIngredients», Латвія; <http://surl.li/zelbae> ;
- Lallemand Bio-Ingredients з штаб квартирою в Канаді, <http://surl.li/ipvtml> ;
- Bio Ingredients Sarl, Франція, <http://surl.li/wiedqv> ;
- Українська біотехнологічна компанія Ензим (Enzym Group) . <http://surl.li/xoivqa> , (виготовляє суперфуди-флейки).

Фірми виробники пропонують різні інгредієнти: рослини, олії, масла, білкові гідролізати, порошок колагену, культури клітин комах, дріжджові



гідролізати, харчові ферменти, продукти мікробного синтезу *E. coli* , *Saccharomyces* , *Actinomyces* і *Pichia pastoris* та багато іншого.

On line-магазини пропонують інгредієнти для молекулярної кухні, кращі з них залучають до просування продукції талановитих шеф-кухарів, які влаштовують майстер-класи і представляють властивості пропонованих біоінгредієнтів. Зокрема, вибірка продуктів молекулярної кухні. які пропонують Магазин інноваційної кулінарії (<https://chefs-shop.com/>), Cake Shop (<https://cakeshop.com.ua/>), La-torta (<https://la-torta.ua/>) і інші, та аналіз їх рецептур дає можливість вибрати та дослідити найбільш вживані біоінгредієнт-текстури та техніки їх використання.

Альгінат натрію (E401) – гелеутворювач, при розчиненні у співвідношенні до води як 1:10 за наявності йонів кальцію в розчині утворює гель при кімнатній температурі. Альгінат натрію є ключовим компонентом техніки сферифікації - утворення гелевих кульок - оболонок, введення рідин в ці прозорі сферичні оболонки. Це полісахарид, який виділяють з бурих водоростей (*Phaeophyceae*).

Необхідними додатковими компонентами сферифікації є солі кальцію, наприклад хлорид кальцію (в мол. кух. *кальцик*), або біоінгредієнти – глюконат кальцію, лактат кальцію. Ці солі дуже поширені в природі через те, що глюконова і молочна кислоти утворюються шляхом ферментації глюкози. Для регулювання кислотності використовують інший біоінгредієнт – цитрат натрію.

Крохмаль – відомий багатоцільовий загущувач для широкого переліку традиційних харчових продуктів. В молекулярній кухні використовують для загущення супів, соусів і начинок, додають в кляр для створення хрусткої оболонки при обсмажуванні продуктів. Це полісахарид рослинного походження. В молекулярній кухні використовують крохмаль кукурудзяний, рисовий. Широко використовують крохмаль тапіоки, вилучений із коренів рослини маніоки (*Manihot esculenta*), як безглютенову альтернативу звичайному пшеничному борошну. Тапіока також використовується для перетворення жирів в порошок шляхом їх змішування. Перлини тапіоки - тверді (а в замоченому стані м'які желеподібні) кульки, виготовлені з натурального крохмалю тапіоки. Великі



кульки тапіоки використовуються в десертах Південної Азії, використовують проварені в кокосовому молоці до желейного стану, підсолоджені пальмовим цукром і сервіровані фруктами. Тапіока також часто використовується для приготування *boba* або *bubble tea*. Зерна можуть бути подані як плов, приправлені спеціями та подані зі смаженими овочами.

Також для загущення, стабілізації, запобігання утворенню кристалів льоду використовуються інші біоінгредієнти – камеді. Їх особливою рисою є гнучкість, вони також не пригнічують інші аромати і практично не відчуються на смак.

Ксантанова камедь (ксантан, *xantana*, *keltrol*, E415) у присутності води утворює стабільні гелі, не впливаючи на смак, запах та колір продукту. Це універсальний загущувач для приготування соусів та майонезу. Додавання невеликої кількості ксантану використовують для одержання стабільних емульсій з оцтів та олій при приготуванні дресингів. Перешкоджає кристалізації рідини при приготуванні морожених та сорбетних сумішей. Полісахарид, який утворюється при бродінні простих цукрів при використуванні бактерій *Xanthomonas campestris*. Вважається на думку Натана Мирволда (Nathan Myhrvold) одним із найкращих відкриттів у харчовій промисловості після відкриття дріжджів

Гуарова камедь (гуар, гуаран, *guar gum*, E412) – загущувач, часто використовується спільно з ксантановою камеддю або карагенанами. У суміші з ксантаном, гуар перешкоджає утворенню грудок і краще пов'язує безглютенові продукти, так само комбінується з рисовим борошном у безглютеновому борошні. Гуар перешкоджає кристалізації води в морозиві та сорбетах, стабілізує соуси та емульгує дресинги для салатів. Текстура гуар не має запаху та смаку, швидко розчиняється у холодній та гарячій воді, особливо якщо попередньо змішати з цукром, але не розчинна в спирті.

Гуміарабік (камедь акації, аравійська камедь, суданська камедь, сенегальська камедь, E414) використовується в основному в харчовій промисловості як стабілізатор, є важливим біоінгредієнтом сиропів для безалкогольних напоїв, «твердих, галяретних» цукерок, таких як мармелад,



зефір, машмелоу тощо. Це складна суміш полісахаридів та глікопротеїнів, являє собою натуральну камедь, виготовлену із затверділого соку, що виділяється двома видами акації (*Senegalia senegal* та *Vachellia seyal*).

Геланова камедь (гелан, E418) - вегетаріанський гелеутворюючий агент, що ідеально підходить для виготовлення твердих і покриваючих гелів, гарячих і рідких гелів. Він також використовується як емульгатор і стабілізатор піни. Він легко ріжеться. Гелан використовується в харчових продуктах для загущення та стабілізації структури страв, швидко утворює желе, не плавиться при високих температурах, твердий, ламкий та прозорий. Утворює желе, стійке до високих температур, що дозволяє використовувати його для начинок у випічці або дуже гарячого желе: листи, равіолі, масляні желе, начинки для круасанів, кубики для кексів, желейні елементи у гарячих стравах. Це водорозчинний полісахарид, що синтезується виділеною з рослинної сировини бактерією (*Sphingomonas elodea*).

Камедь бобів ріжкового дерева (локтус, locust bean gum, LBG , камедь ріжкового дерева, каробін , E410) використовується як загусник (желеутворювач) у харчових технологіях, утримує воду в продукті і при охолодженні перешкоджає кристалізації, тому використовується у виробництві морозива та сорбентів, а також створює однорідну консистенцію при приготуванні соусів і салатних дресингів. При комбінації з гуаровою камеддю здатний посилювати здібності загущення. Це полісахарид, рослинна камедь, що вилучається з насіння ріжкового дерева (*Ceratonia siliqua*).

В молекулярній кухні використовуються як біодобавки і інші камеді, всі вони є речовинами природного походження, наприклад такі як: глюкоманнан (E425) використовують як емульгатор і загусник виділяють з рослини коньяк (*Amorphophallus konjac*); псиліум є слизом лущиння насіння подорожника, рослин з роду *Plantago*, це дієтичний продукт, використовують як загусник для морозива; камедь тара, E417, - загусник і стабілізатор у багатьох харчових продуктах, наприклад морозива, часто у суміші з крохмалем, отримують шляхом відділення та подрібнення ендосперму насіння (бобів) рослини *T. Spinosa*, а також інші.



Важливе місце в молекулярній кухні займає процес желефікації - перетворення продуктів в желеподібні структури (желе, гелі, драглі) з різними властивостями і формою. Відомими гелеутворювачами, які широко використовуються в молекулярній кухні, є желатин, агар-агар, йота, капа, пектин і вже згадана вище геланова камедь.

Желатин (E441) використовують для приготування желе, мармеладу морозива; використовують для освітлення рідин, наприклад у виноробстві та пивоварінні. Це поліпептид, продукт деструкції колагену, тваринного походження. Для отримання використовують сполучну тканину найчастіше свиней, також великої рогатої худоби, свійських птахів. Для дотримання юдейських та ісламських законів харчування одержують риб'ячий желатин виготовляється з колагену, що міститься в шкірі риб. Недоліком є те, що він часто викликає алергію.

Агар агар (агар, E406) – застосовують як загусник і гелеутворювач при виробництві супів, соусів, морозива, мармеладу, зефіру. Він ідеально підходить для приготування гарячих гелів, гелевої локшини, піни, гелів для коктейлів, в якості вегетаріанської альтернативи желатину та іншого. Це полісахарид, який отримують із клітинних стінок червоних морських водоростей (переважно *Gracilariaria* та *Gelidiaceae*).

Каррагінан (E407) - стабілізатор, загусник та гелеутворювач. Розрізняють 3 основних види: *каппа*, *йота*, *лямбда*. Це ряд сульфатованих полісахаридів, які отримують з червоних морських водоростей (*Chondrus crispus*).

Розчини каррагінанів мають досить високу в'язкість, виявляють псевдопластичність і розріджуються при прокачуванні або перемішуванні. Надає продуктам структуру та фізичну стабільність, підвищуючи якість та вихід шинки, сосисок та продукції з м'яса та птиці. Для приготування гелів на водній основі і глазури для тортів і тістечок вже давно використовують каррагінан, що швидко утворює желе. Каррагінан входить до складу соусів, салатних дрсингів і підлив, загущуючи їх і стабілізуючи емульсію, використовується для виготовленні желе, пудингів, джемів, соусів, начинок для пирогів та різних видів



випічки. Забезпечує ущільнення консистенції, покращення нарізності (глянцевий зріз) та надання еластичності, не впливає на смак і аромат продуктів. Цю текстуру дуже часто використовують для створення желе на молочних основах, так як вона добре сумісна з казеїном. Текстуру йота-карагенан використовують для приготування вегетаріанської пана коти або традиційного «blancmange», або гелів, приготованих на кефірі.

Пектин (E440) - гелеутворювач, стабілізатор, загусник. Він добре утримує вологу, є освітлювачем, а також використовується для капсулювання. В молекулярній кухні застосовується для незворотного перетворення фруктових пюре та соків на стабільні субстанції, які неможливо розплавити при нагріванні: мармеладів, фруктових желе і цукерок. Великолепно підходить для приготування фруктових желе, мармеладів і конфет. Цей полісахарид екстрагують з цитрусових, яблучних вичавків, морської трави та іншої рослинної сировини.

Емульгатори для молекулярної кухні - сполуки, що допомагають створювати стабільні суміші несумісних інгредієнтів, наприклад, олії та води. Яєчні жовтки та яєчний порошок - найпоширеніші емульгатори, але є й кращі.

На першому місці – лецитин.

Лецитини є амфифільними сполуками, природними емульгаторами, використовуються для згладжування текстур їжі, розчинення порошкових концентратів і гомогенізації рідких сумішей. *Лецитин соєвий (E322)* містить суміш фосфоліпідів, одержується з рослинної сировини – сої та інших зернових культур. Соевий лецитин має нейтральний смак і дає можливість приготувати морозиво без яєць. В молекулярній кухні використовується для стабілізації піни, яку одержують інтенсивним перемішуванням соків.

Ще одним широко використовуваним текстурою-емульгатором є *гліссе*.

Гліссе (моногліцериди та дигліцериди жирних кислот, E471) – емульгатор. Для отримання стабільних емульсій гліссе розчиняється у жирі, а потім емульгує з водним середовищем. При розчиненні компонента в рослинних жирах, рослинні жири при охолодженні знаходять тверду консистенцію, перетворюючись на спреди. При поміщенні такого спреда в кулінарний сифон



можна отримати густу і стабільну піну з олії. В промисловості застосовується в молочному і м'ясному виробництві, при виготовленні рибних консервів і пресервів, в майонезах, соусах, маргарині та морозиві, йогуртах, в безалкогольних та слабоалкогольних напоях. Додавання моногліцериду дистильованого забезпечує однорідну структуру продукту, зменшує клейкість макаронних виробів. Одержують гліссе взаємодією гліцеролу та жирних кислот, які можуть мати як синтетичне так і біо- походження.

В молекулярній кухні використовують також готові стабілізатори та емульгатори для морозива та сорбету [11]. Частина кухарів засуджує їх використання, вважаючи, що все має бути натуральним, інші дякують їм за наукове вирішення всіх проблем. Це спеціальні суміші емульгаторів та стабілізаторів, які у поєднанні з правильним рецептом допомагають забезпечити високу якість морозива. Вони підвищують кремоподібність, уповільнюють танення. Стабілізатори (як правило камеді) допомагають утримувати структуру бульбашок повітря і таким чином, надають морозиву кращу текстуру. Емульгатори ж зберігають гладкість морозива. Для молекулярної кухні пропонують, наприклад, Стабілізатор *Stab 2000* для морозива, а також Стабілізатор *SUPER NEUTROSE* для сорбету і морозива.

Серед інших інгредієнтів популярних для використання в молекулярній кухні можна виділити масло какао. *Масло какао* (какао-масло) - жир, який вичавлюється з мелених зерен плодів шоколадного дерева (*Theobroma cacao*). Какао-масло преміум-класу виготовляється методом холодного відтиску, що дає можливість зберегти максимум корисних властивостей та витончений аромат какао. Використовується в молекулярній кухні для приготування шоколаду, глазури, мусів та інших десертів, в також традиційних жирів для приготування дієтичних страв.

Метою молекулярної гастрономії часто є створення нових і дивовижних смакових поєднань, а також гра з текстурою та зовнішнім виглядом страв. Надати знайомим продуктам незвичних смаків, «обдурити» клієнта, подати йому качку без качки, крабів без крабів, шоколадну землю, чорну ікру з соєвого соусу та інші



«невідповідні» страви є одним із завдань молекулярної кухні. Значна кількість інгредієнтів використовується для трансформації – перетворення продуктів.

Дуже цікавим є інгредієнтом є каолін. *Каолін* (kaolin, agalita) - природна глина білого кольору алюмогідросилікатної природи, яка використовується у фармації для профілактики і зміцнення здоров'я: очищення організму від шлаків, токсинів, вірусів, як джерело макро- і мікроелементів. Використовується шеф-кухарями молекулярної кухні для створення їстівного каміння та твердих оболонок.

М'ясний клей (трансгютаміназа) є текстурою для трансформації. Це природний фермент, який використовується для зв'язування білків у м'ясі. Цей компонент дозволяє склеїти кілька шматків м'яса в один, що на виробництві зменшує кількість відходів. При використанні м'ясного клею в молекулярній кухні можна комбінувати кілька продуктів в одному напівфабрикаті, наприклад склеїти бекон і свинячу вирізку або бекон і гребінці та багато іншого виходячи з вашої фантазії.

Найбільш відомим прикладом продукту, який приготований з використанням трансглютамінази, є імітація крабового м'яса – крабові палички. Вони виробляються шляхом ферментації мікроорганізмом *Streptomyces mobaraensi*. Найбільш відомим прикладом страви молекулярної кухні є макарони (паста, яка на 95% складалася з креветок. М'ясний клей із великої худоби та свиней був заборонений на всій території Європейського Союзу ще у 2010 році. Трансглютаміназа залишається дозволеною, і її не потрібно декларувати, оскільки вона вважається допоміжним засобом для обробки, а не добавкою, що залишається у кінцевому продукті.

Умамі пудра (глутамат натрію, натрієва сіль глутамінової кислоти, E621) – поліпшувач та збагачувач смаку. Дає можливість відкрити нові смаки, посилити білковий смак продуктів. Хоча цей компонент є невід'ємною частиною східної гастрономії, він набув надзвичайної популярності у всьому світі.

Довгий час вважалося, що існує лише 4 групи смаків: солодкий, кислий, солоний і гіркий. На тепер п'ятим смаком вважають смак «умамі» - «приємний



пікантний», оскільки на язиці були знайдені спеціальні рецептори цього смаку. Смак умами – це смак амінокислот, глутамату. Продукти, які містять високий рівень амінокислоти глутамату, це сири: рокфор і пармезан, морські водорості, соєвий соус і м'ясо-паста, помідори, цвітна капуста, гриби, м'ясні та рибні продукти, волоські горіхи.

Сучасним методом виробництва глутамату є мікробна ферментація рослинних білків.

Текстура *мальто* (мальтодекстрин) є зв'язувальною, склеювальною речовиною. Використовують у фармацевтичній промисловості як допоміжну речовину: *зв'язувальну речовину, регулятор осмотичного тиску* розчинів; речовину, що запобігає кристалізації та регулятор в'язкості. В молекулярній кухні мальто дає можливість створювати землеподібні текстури як солодкого, так і солоного смаку для незвичайної презентації страв. Ці компоненти використовуються шеф-кухарями молекулярної кухні для створення вражаючих текстур на тарілці. Будь-яка рідина з високим вмістом жирів може бути перетворена на пудру.

Інгредієнтами, на які необхідно звернути увагу, є продукти модифікації целюлози.

Метилцелюлоза (E461) - загущуючий агент та емульгатор. Використовується як загусник в соусах, для уповільнення виділення газів з рідин та стабілізації піни. *На-карбоксиметилцелюлоза* (натрієва сіль карбоксиметилцелюлози, E466) застосовується як пластифікатор, загусник, ресорбент. В холодній воді ці інгредієнти утворюють прозорий клейкий розчин, або гель, його можна використовувати для склеювання різних частин композицій, наприклад виготовлених з машмелу, та красивої подачі десертів.

Особливими інгредієнтами молекулярної кухні є барвники.

Наприклад, «сяючий барвник *Easy Glow*». Порошок можна додавати в напої та їжу, щоб вони світилися в темряві під дією ультрафіолетового світла. Використовується *Easy Glow* для створення їжі та напоїв, що світяться в темряві: желе, морозива, тістечок, соусів, коктейлів. Для досягнення ефекту потрібна УФ-



лампа. Незважаючи на дивне зелене світіння, цей барвник є біоінгредієнтом, основними компонентами якого є мальтодекстрин та рибофлавін (вітамін B2, E101) [12].

Отже, як показує наведений вище огляд, більшість інгредієнтів для молекулярної кухні має природне походження і є біоінгредієнтами.

Попит на біоінгредієнти взагалі, і зокрема для молекулярної кухні, зростає з кожним днем завдяки їх цінним властивостям. Науковці та технологи в усьому світі шукають нові джерела біоінгредієнтів, розробляють методи їх одержання та модифікації з метою покращення, вивчають їх властивості. Біоінгредієнти можна отримати з рослинних джерел, морських джерел, побічних продуктів харчової промисловості тощо (білки, біоактивні пептиди, полісахариди, колаген, хітозан, нуклеотиди).

У цій статті розглядаються нові інгредієнти, розроблені/виділені з морських і наземних джерел, а також їхні функціональні властивості та вплив на здоров'я.

Біоактивні пептиди можна отримати з найрізноманітніших природних джерел білка, таких як харчові білки, соя, бобові культури, молоко та сир, ферментовані продукти, молозиво великої рогатої худоби, комахи. Полісахариди можуть бути одержані як з рослинної сировини і як продукти мікробного синтезу, ферментації природних сполук [13].

Як барвники, ароматизатори та консерванти можуть бути використані спеції, в яких присутні біоінгредієнти. По всьому світу виробляється понад 100 різновидів спецій, які можна використовувати у вигляді висушених насіння, плодів, коренів. Як показує огляд публікацій дуже перспективними джерелами структурно різноманітних біоінгредієнтів є морські організми. І особливо перспективними джерелами інгредієнтів є харчові відходи. Використання відходів і залишків фруктів, бобових і овочів дозволяє виробляти харчові продукти з покращеним харчовим складом, таким як більш високий рівень резистентного крохмалю, харчових волокон, біологічно активних сполук, мінералів та інших, ефект цих матеріалів на травлення ще майже не оцінено [14].

Фруктові вичавки, побічні продукти виробництва фруктових соків,



концентратів, вина містять значну кількість значну кількість біологічно активних сполук та харчових волокон. Науковцями вивчались функціональні властивості та біоактивні сполуки вичавок яблук, чорниці, малини, журавлини та інших ягід. Всі вони містили фенольні сполуки та харчові волокна.

Зневоднені побічні продукти ананаса (шкаралупа та серцевина) з мінімально обробленої промисловості показали значний вміст харчових волокон, мінералів і фенолів, а також високі значення активності бромелайну, який є цінним біоінгредієнтом. Бромелайн - це високомолекулярний глікопротеїн, який має протизапальну дію, прискорює процеси репарації тканин. Ця речовина є відомим протеолітичним ферментом, використовується у харчовій промисловості для розм'якшення м'ясних продуктів і є цінним інгредієнтом для молекулярної кухні [15]. Виноградні вичавки, які утворюються у виноробстві теж містять значну кількість цінних речовин, серед них неферментовані цукру, поліфеноли, пігменти, спирт і дубильні речовини, поверхнево активні речовини та інші. Відновлення цінних сполук із харчових відходів, таких як виноградні вичавки, дасть можливість одержати значну кількість цінних інгредієнтів [16].

4.2. Виноградні вичавки – джерело біоінгредієнтів.

Виноград та виноградні вичавки (шрот, жмих, м'язга) містять значну кількість цінних біоінгредієнтів. Незалежно від технології переробки та ферментації винограду накопичується завжди утворюється значна кількість вичавок, які є клітинними стінками виноградної ягоди та складаються з складного білково-вуглеводно-фенольного комплексу, який структурований лігніном.

Виноград культивується з давніх часів, всі частини цієї рослини є корисними: ягоди, листя винограду, шкірки та кісточки ягід. Виноградні ягоди містять: глюкозу та полісахариди, зокрема пектин, клітковину, білки, жири, органічні кислоти, золу та воду, а також вітаміни - А, В₁, В₂, В₅, В₆, РР, та макро-



та мікроелементи - калій, натрій, кальцій, залізо, мідь, цинк, фосфор, марганець, молібден, кобальт, йод та фтор. Шкіра винограду містить віск, дубильні та барвні речовини, кісточки - олію, ресвератрол тощо. Усього понад сто п'ятдесят біологічно активних речовин входять до складу винограду. Тому навіть у шроті є велика кількість біоінгредієнтів. Але більша частина його повторного вноситься у виноградники як добриво для завершення циклу вуглецю, і навіть викидається.

З виноградного насіння роблять біодобавки, алкогольні напої, фармацевтичні препарати та косметичні засоби. Активні компоненти винограду мають зволожуючі властивості, зміцнюють стінки дрібних судин, перешкоджають руйнуванню волокон колагену та еластину - основних зміцнювальних компонентів шкіри.

Олія виноградних кісточок є багатим джерелом ліпофільних сполук, включаючи жирні кислоти, фітостероли та вітамін Е, які забезпечують антиоксидантні та протимікробні властивості. Тільки олія, отримана шляхом пресування, використовується в харчових продуктах, таких як м'ясні продукти, молочні напої та шоколадні цукерки, безпосередньо або в емульсіях. Олію можна отримати з цілих кісточок винограду, або подрібнених за допомогою пресування або екстрагуванням органічними розчинниками. Приготування олії виноградних пензликів у домашніх умовах ґрунтується на взаємному проникненні та заміщенні олій шляхом дифузії. Крім того на теперішній час стали доступними альтернативні методи: ультразвукова екстракція; екстракція за допомогою надкритичних рідин (вуглекислим газом і під тиском) [17].

Виноградні кісточки містять від 6 до 20% олії, в якій майже 90% ненасичені жирні кислоти. В 100 г олії виноградних кісточок залежно від умов вирощування та сорту винограду близько 50 мг вітаміну Е. Фітостероли також є ліпофільними молекулами, вони відомі своєю здатністю знижувати рівень холестерину, і їх додають до їжі у вільній або етерифікованій формі. В олії виноградних кісточок міститься від 2 до 11 мг фітостеролів на 1г олії. Слід зазначити, що в олії виноградних кісточок виявлено 16 фітостеролів, з них найбільш поширені β -



ситостерин, кампестерол і $\Delta 5$ -стигмастерол. На концентрацію стеролів в олії насіння впливають умови збору врожаю та метод екстракції олії. Фенольні сполуки мають низьку розчинність у масляних фазах; однак невеликі кількості можуть бути передані з твердих частин насіння в олію під час процесу екстракції, загальний їх вміст від 0,93 до 154,0 мг в 100 г олії. Попередня обробка насіння шляхом їх сушіння в печі при 50 °C протягом 6 годин збільшує вміст фенолів порівняно з сушінням при 20 °C протягом 7 днів в оліях, отриманих шляхом пресування. Таким же чином, процеси очищення (центрифугування, фільтрація або декантація) олії, отриманої пресуванням, можуть частково або повністю знизити вміст поліфенолів, оскільки в дослідженні було виявлено, що олія після освітлення мала лише невелику кількість катехіну. епікатехін (1,3 мг/кг) і ресвератрол (0,3 мг/кг) [18].

Окрім цього олія містить і інші корисні компоненти: хлорофіл, фітонциди, дубильні речовини, ензими, мікро- та макроеlementи, вітаміни А і РР. Також у олії виноградних пензлів у великій кількості містяться омега-6 жирні кислоти, які успішно доповнюються жирними кислотами. Імуномодулюючі та протизапальні якості цих сполук позбавляють організм від радіонуклідів, токсинів, коліс важких металів та шлаків.

Пресування є одним з найдавніших методів видобутку олії. Незважаючи на низький вихід, цей метод має перевагу уникнення використання розчинника під час екстракції, що робить його надійним і бажаним варіантом для споживачів харчових продуктів. Метод пресування дає найбільшу кількість ресвератролу.

Екстракція розчинником є найбільш широко використовуваним методом добування олії з насіння. Його головна перевага — швидкість, економічність і висока врожайність завдяки тривалому контакту між насінням і розчинником. Однак, оскільки в ньому використовуються органічні розчинники, остаточний процес очищення може бути дорогим і небезпечним через токсичність залучених розчинників, таких як етанол, метанол, гексан або петролейний ефір. І в харчових технологіях, а тим більше в молекулярній кухні, така олія не використовується.

Чим менш суворий метод екстракції, тим більше антиоксидантів і



корисних сполук утримує олія. Олія виноградних кісточок чутлива до світла, тепла та кисню і вимагають дотримання певних умов зберігання (в щільно закоркованих пляшках темного скла) для збереження їх якості.

Олія сприяє зниженню рівня холестерину в крові, корисна як профілактичний засіб при початковій стадії гіпертонії. Щоденне вживання чайної ложки виноградної олії значно знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань, атеросклерозу та артрити. Також рекомендується приймати олію виноградних кісточок для підвищення імунітету, захисту від інфекційних захворювань. Показаннями до прийому олії виноградного пензля є проблеми, пов'язані з порушенням роботи харчової системи, гепатити, захворювання жовчовивідних шляхів.

Використання олії виноградних кісточок холодного пресування для приготування їжі може бути корисним, хоча й з певними обмеженнями. Це не оптимальний вибір для смаження через високий вміст поліненасичених жирів, але вона чудово підходить для інших способів приготування. Олія виноградних кісточок холодного відтиску чудово підходить для заправки салатів, поливання готових страв, а також у процесах приготування на слабкому вогні, як-от пасерування, де можна зберегти її унікальний смак і поживну цінність, зокрема вміст вітаміну Е та омега-6 жирних кислот. Вона додає стравам тонкий горіховий смак, покращуючи загальний смаковий профіль, не перебиваючи природний смак інгредієнтів. Однак приготування їжі з олією виноградних кісточок найкраще використовувати при низькій температурі. Олія може додаватись в молоко при виготовленні йогурту, використовуватись у виготовленні шоколаду та какао-спреду, в рибні консерви та у виготовленні емульсії – у виготовленні ковбас Це універсальна олія, яка підходить для заправок і випічки, забезпечуючи численні додаткові переваги [19].

Екстракт виноградних кісточок містить глікозиди, фруктозу. У ньому присутні яблучна, фосфорна, кремнієва, лимонна, янтарна, щавлева кислоти; наявні в солі калію, кальцію, заліза, магнію, вітамінів В₁, В₂, А, С, дубильні речовини, лецитин тощо.



Досліджено можливість використання порошку із виноградних кісточок у технології виготовлення печива підвищеної біологічної цінності. Показано, що в порівнянні з пшеничним борошном він характеризується більшою водопоглинальною здатністю. Доведено позитивний вплив порошку з виноградних кісточок на фізико-хімічні та органолептичні показники якості печива.

Шрот винограду є добавкою до їжі. Він містить ресвератрол - це потужний антиоксидант, який сповільнює старіння, підтримує еластичність судин і чистоту крові, виводить радіонукліди з організму.

Виноградні кісточки підсушуються при температурі не більше 60°C, потім піддаються очищенню (сепарації) для видалення домішок. Процес холодного пересування дозволяє отримати порошок із вмістом жиру 8-9% і нижче. Макуха (тверді пластини, отримані в результаті пресування сухих виноградних кісточок) є сировиною для виробництва порошку з виноградного макухи. Макуха піддається дрібному помелу з утворенням тонко дисперсного порошку. Порошок з виноградної макухи є перспективною сировиною у кондитерській промисловості, використовується для виробництва глазури, маси для цукерок і какао-напівфабрикатів, покращуючи їх властивості, сприяючи збільшенню вмісту ненасичених жирних кислот, збагачуючи кондитерську продукцію біологічно активними речовинами: вітамінами, каротиноїдами, дубильними речовинами, фосфоліпідами, стеролами, мінеральними речовинами. встановлено, що виноградні порошки з шроту та макухи мають схожі органолептичні, фізико-хімічні та технологічні властивості з какао порошками. Відрізняються більшим вмістом біологічно активних речовин з високими антиоксидантними властивостями, вищою водо- та жирозв'язувальною здатністю, уповільнюють процеси гідролізу та окиснення жирів [20]. Порошки виноградних вичавків є замінником какао, проте не викликає алергічних реакцій. Колір порошку може бути від світла – до темно-коричневого, без вираженого смаку та аромату. Властивості цих порошків наведено в таблиці.

**Таблиця 1 - Склад какао-порошку і порошку з виноградних вичавок (ВВ)**

№	Назва показника	Вміст в порошку какао, %	Вміст в порошку ВВ, %
1.	Вологість	5,0	6,0 - 8,0
2.	Білки	15,0	10,0 – 12,0
3.	Жири	9,0 – 24,0	5,0 – 9,0
4.	Дубильні речовини	4,8	2,0 – 8,0
5.	Кофеїн, теобромін	2,6	4,0
6.	Зола	4,5	2,0

Авторська розробка

* Ступінь подрібнення порошку какао – 1,5 мм в діаметрі, порошку виноградних вичавок – 0,8 мм в діаметрі.

До «Державного реєстру спеціальних харчових продуктів (харчових продуктів для спеціального дієтичного споживання)» у 2006 році було внесено харчову добавку «Ізотроф-1», яка містить порошок з виноградного шроту, а також мед, і використовується для полегшення похмілля [21]. Складові компоненти Ізотрофа-1 регулюють секреторну і ферментативну діяльність печінки і підшлункової залози, покращують детоксикаційну функцію печінки, відновлюють мікрофлору кишечника, стабілізують метаболічні процеси серцевого м'яза, судин, нирок.

Нами було розроблено власні методики засобів проти похмілля на основі поєднання методів молекулярної та традиційної кухні. Вихідною сировиною був вологий 55% виноградний жмх, котрий піддався висушуванню, подрібненню та просіюванню.

На основі окремих фракцій із використанням методу фудпейрингу зроблено різні засоби проти похмілля:

- у вигляді яблучного желе з апельсиновим смаком;
- білково-полунично-шоколадне еспумо;
- концентрат тонізуючого напою, що містить каву;
- буряково-рибний паштет з використанням порошку виноградного шроту

та куркуміну (рис. 2,3).



Рисунок 2 - Білково-полунично-шоколадна еспума, загальний вигляд

Авторська розробка



Рисунок 3 - Яблучне желе з азеотрофом, загальний вигляд

Спеціальні харчові засоби, оформлені у вигляді страв молекулярної кухні значно полегшують самопочуття клієнтів. Проте застосування навіть такого цікавого засобу, який знімає похмілля не може вирішити проблеми пов'язаної з алкогольною залежністю, яка є комплексною і потребує використання спеціальних терапевтичних програм. Від людини вимагається навчитися працювати зі своїми почуттями, вивчити власні можливості, систему цінностей; визначити шляхи майбутнього успіху та змінити світогляд.

Висновки

Обізнаність споживачів щодо здорового харчування та ризиків, пов'язаних із синтетичними складниками в продуктах, призвела до великого попиту на функціональні продукти, що мають вигляд цікавого харчового продукту, а також сприяють оздоровленню та захисту від захворювань завдяки біологічним властивостям складників. Значна кількість речовин, які використовуються в молекулярній гастрономії є інгредієнтами біополімерного типу .

В інноваційних проектах молекулярної кухні сучасного виробництва біоінгредієнтів використовуються біоінженерні технології за стандартами GMP,



а до альтернативних продуктів молекулярної гастрономії застосовують вимоги стандартів ISO, HACCP та інші щодо якості, безпеки для здоров'я та економічної ефективності з використання відходів харчових виробництв.

Зокрема, використання відходів ферментації винограду дає можливість одержати значну кількість біоінгредієнтів для молекулярної кухні, розробити нові оригінальні рецептури, а запропонувати нові спеціальні функціональні харчові продукти.

Розвиток і розуміння впливу біологічно активних інгредієнтів на різні аспекти виробництва харчових продуктів є предметом, який необхідно оцінити, щоб покращити виробництво безпечних і корисних для здоров'я продуктів харчування.