

## 7.2 Сучасні методи визначення якісних показників харчових продуктів

### Вступ. Загальні поняття якості харчових продуктів

*Якість продукції* — це сукупність властивостей продукції, яку обумовлюють її придатність, задовольнити певні потреби відповідно до призначення.

Під якістю харчових продуктів розуміють сукупність властивостей товарів, що зумовлюють їх придатність задовольняти фізіологічні потреби людини в їжі. [234]

- Формування якості товару – встановлення, підтримування суспільно необхідного рівня якості товару на всіх етапах виробництва і надходження до споживача (ДСТУ 3993-2000) [234]

- Якість харчового продукту - це сукупність характеристик, які визначають ступінь його здатності забезпечувати стабільність складу та корисних властивостей протягом терміну придатності. Важливою складовою якості є безпечність харчового продукту для здоров'я людини. Під час тривалого зберігання якість переважної кількості харчових продуктів погіршується: змінюються органолептичні властивості; знижується біологічна цінність; накопичуються шкідливі для здоров'я продукти розпаду білків, вуглеводів, окиснення жирів; можуть утворюватися отруйні речовини; підвищується вміст сапрофітної мікрофлори й розмножується хвороботворна. [243]

- На противагу - якість деяких харчових продуктів покращується під час зберігання (свіжі плоди й овочі дозрівають, у ферментованих продуктах формуються специфічні смакові властивості), однак після певного терміну вона починає погіршуватися.

- Пріоритетним завданням при виробництві харчових продуктів і прогнозуванні терміну зберігання є відповідність органолептичних біохімічних, мікробіологічних, структурно-механічних та інших показників якості вимогам стандартів і фізіологічним потребам людини. Саме тому необхідно розробити

модель продукту, враховуючи його хімічний склад, органолептичну оцінку, структурно-механічні властивості, та визначити кінетику їхніх змін.

- Для збереження якості продукту на етапі розробки та впровадження у виробництво важливо оптимізувати співвідношення показників, що впливають на біологічну, харчову та енергетичну цінність за різними критеріями відповідності, і досягти характерних для розроблюваного продукту структурно-механічних властивостей, які характеризують органолептичні показники. [243].

- Впровадження основних елементів європейської моделі передбачає контроль на усіх етапах «з лану до столу» і регулярні перевірки за ризик-орієнтованою моделлю. У свою чергу якість харчових продуктів залежить від факторів сфери виробництва сировини як рослинного, так і тваринного походження, умов та технологій вирощування, зберігання, транспортування, сфери переробки, що включає процеси, обладнання, засоби управління, автоматизації, контролю, сфери торгівлі і розподілу, що включає пакування, зберігання, транспортування, умов реалізації; сфери споживання з відповідним короткочасним зберіганням, умовами споживання і засвоєння. [241].

На всіх етапах проходження харчового продукту першочергове місце має кваліфікація працівника, якість документації. Якість продукції є основою конкурентоспроможності.

Якість харчових продуктів характеризується відповідністю органолептичних і фізико-хімічних показників нормам, що передбачені стандартами (ДСТУ ISO 9001:2001).

**Показник якості** – це кількісна характеристика одного або декількох корисних властивостей продукції. Показники якості харчових продуктів умовно об'єднують в групи: показники призначення, збереження, безпеки у споживанні, естетичні, транспортабельності. При оцінці продукції встановлюють **рівень її якості**, який полягає у **співвідношенні значень показників якості продукції з базовими значеннями відповідних показників** [236].

Харчові продукти за показниками якості поділяють на **стандартні** (відповідають всім вимогам стандарту), **нестандартні** (не відповідають за

одним або декількома показниками), **брак** (підлягають переробці), **абсолютний брак** (не можуть використовуватись в їжу).

Для оцінки якості продукції використовується система показників, які групуються на одиничні (диференційовані), комплексні, узагальнюючі.

Одиничні показники якості характеризують одну з властивостей продукції (товарів) і класифікуються за такими групами: призначення, економічності, надійності, технологічності, ергономічності, безпеки, естетичні, стандартизації та уніфікації, патентно-правові, транспортабельності, екологічності, взаємозамінності. Одиничний показник якості характеризує одну з властивостей продукції, а комплексний – декілька її властивостей.

В окремих випадках якість продукції оцінюють **по одному показнику, який визначає загальну якість**.

Так як ступінь вагомості окремих показників якості неоднакова, вводять коефіцієнти вагомості. Вони широко застосовуються при визначенні органолептичних показників якості. **Коефіцієнт вагомості** – кількісна характеристика важливості даного показника якості продукції серед інших показників. При порівняльній оцінці якості продукції за основу приймають основне, або базове значення показника якості продукції.

В нормативній документації встановлені **регламентовані значення показників якості** харчових продуктів, при цьому вказуються їх граничні значення, тобто найбільші або найменші регламентовані значення показників якості.

На деякі показники якості встановлюються **допустимі відхилення**, тобто відхилення фактичного значення показника якості продукції від номінального значення, яке знаходиться в межах, що встановлені нормативною документацією. При оцінці якості продукту встановлюють **рівень якості** – відносну характеристику якості продукції, засновану на порівнянні значень показників якості оцінюваної продукції, визначення значень цих показників і їх порівняння з базовими. Головним при оцінці якості продукції є **технічний контроль**, тобто перевірка відповідності продукції чи процесу, від яких

залежить їх якість, що встановлене технічними вимогами (ДСТУ ISO 9000:2001 «Системи управління якістю – Вимоги»).

**Придатною** вважається продукція, яка відповідає всім вимогам нормативно-технічної документації. Кожна окрема невідповідність продукції встановленим вимогам є дефектом.

**Критичним** вважають дефект, при наявності якого використання продукції за призначенням майже неможливо або недопустимо.

**Значний дефект** відчутно впливає на використання продукції за призначенням або на її термін придатності, але не є критичним.

**Незначним** вважають дефект, який в незначній мірі впливає на використання продукції за призначенням та термін її зберігання. Наприклад, потертості і легкі порізи плодів і овочів.

**Виправним** є дефект, який технічно і економічно доцільно усунути.

**Невиправним** – дефект, який усунути неможливо.

**Бракованою** є продукція, реалізація якої споживачеві не допустима з-за наявності дефектів.

**Диференційований метод** оцінки рівня якості передбачає порівнювання одиничних показників виробів із відповідними показниками виробів-еталонів або базовими показниками стандартів (технічних умов). Оцінка рівня якості за цим методом передбачає обчислення значень відносних показників якості дослуджуваного зрозка до еталонного (стандартного).

**Комплексний метод** полягає у визначенні узагальнюючого показника якості оцінюваного виробу, характеризують кілька властивостей виробів, дозволяють охарактеризувати якість об'єкта в цілому або групу його властивостей. Одним з таких може бути Інтегральний показник, який обчислюється через порівнювання корисного ефекту від споживання (експлуатації) певного виробу. Іноді для комплексної оцінки якості застосовують середньозважену арифметичну величину з використанням за її обчислення коефіцієнтів вагомості всіх розрахункових показників.

Узагальнюючі показники характеризують загальний рівень якості продукції: обсяг і частку прогресивних видів виробів у загальному випуску, сортність (марочність), економічний ефект і додаткові витрати, пов'язані з поліпшенням якості. (Джерело: <http://www.klubok.net/article244.html>)

Залежно від способу одержання інформації методи оцінки якості продукції поділяють на об'єктивні (вимірювальний і реєстраційний), органолептичні та розрахункові.

**Вимірювальний метод** — передбачає використання при оцінці якості продукції технічних засобів контролю, називають лабораторним методом, показники якості визначають за допомогою спеціальної апаратури, реактивів, посуду та іншого допоміжного приладдя.

**Реєстраційний метод** ґрунтується на спостереженні і підрахунку кількості предметів, випадків.

**Органолептичний метод** визначення показників якості — це метод визначення показників якості товару на основі аналізу сприйняття органів чуттів людини.

**Розрахунковий метод** використовується при визначенні показників якості новостворених виробів.

В залежності від джерел інформації методи оцінки якості поділяються на:

- традиційний (оцінка якості продукції в спеціалізованих підрозділах);
- експертний (використовується для оцінки показників якості на підставі рішення, прийнятого експертами).
- соціальний (*соціологічний*) (ґрунтується на визначенні якості продукції на підставі збирання та аналізу думок його фактичних або потенційних споживачів). Споживна властивість товару — властивість товару, яка обумовлює його корисність і здатність задовольняти потреби споживачів і проявляється в процесі споживання (ДСТУ 3993-2000).

В окрему групу виділяються статистичні методи оцінки якості продукції, які ґрунтуються на використанні методів математичної статистики і мають вибіркового характеру.

***При розробці нової продукції в науковій та практичній роботі найчастіше використовують та класифікують методи оцінки якості продуктів: органолептичні, лабораторні, розрахункові, експертні.***

**Лабораторні методи** за сутністю процесів, що лежать в їхній основі, поділяються на фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні.

***Фізичні метод*** - приладний метод, у якому за допомогою спеціальних приладів визначають показники якості, що характеризують фізичні властивості продукції (густина - за допомогою ареометрів), показник заломлення – рефрактометром).

***Хімічні методи*** - визначення показників якості базуються на результатах хімічних реакцій з тією речовиною, яку необхідно визначити (кислотність, лужність за реакцією нейтралізації, за реакцією заміщення аргентометричним методом між азотнокислим сріблом і хлоридом натрію для визначення кухонної солі).

***Фізико-хімічні методи*** визначення показників якості, які передбачають визначення хімічного складу продуктів за допомогою фізичних приладів (хроматографія, методи спектрального аналізу, масової частки вологи шляхом висушування, кількості сухих речовин у розчинах за допомогою рефрактометра).

***Біологічні методи*** визначення показників якості, що включають мікробіологічні та фізіологічні методи:

– ***мікробіологічні методи*** - визначають загальну кількість мікроорганізмів та їх видовий склад;

– ***фізіологічні методи*** застосовують при визначенні впливу окремих компонентів на організм людини (клінічні дослідження нових видів продуктів).

Переваги лабораторних методів:

– точне кількісне визначення хімічного складу товарів;

– кількісне визначення фізичних показників;

– відтворюваність результатів визначення.

Недоліки лабораторних методів:

– великі витрати на проведення (устаткування, реактиви, підготовка кадрів);

- тривалість визначення;
- обмежені можливості проведення.

Органолептичні методи передбачають визначення узагальненої оцінки якості продукції за допомогою органів чуття: зору, слуху, дотику, смаку, запаху.

У літературі терміни «органолептична оцінка» і «органолептичний (сенсорний) аналіз» дуже часто застосовуються як рівнозначні. Сучасний рівень розвитку науки органолептики свідчить про те, що ці поняття необхідно розділити.

Термін «органолептичний» походить від грецьких слів «organon» (знаряддя, інструмент, орган) і «leptikos» (схильний приймати) і означає: «виявлений за допомогою органів чуттів».

Термін «сенсорний» також означає «чутливий» і походить від латинського слова «sensus» (почуття, відчуття).

*Органолептичні властивості* – це властивості об'єктів, що оцінюються за допомогою органів чуттів людини (смак, запах, консистенція, колір тощо).

Під *органолептичною оцінкою якості* товарів розуміють загальні прийоми оцінки, при якій інформація про якість продуктів сприймається за допомогою органів чуттів людини.

На відміну від органолептичного *сенсорний аналіз* базується на застосуванні науково обґрунтованих методів і умов, що гарантують точність і відтворюваність результатів такого аналізу. Це оцінка якості висококваліфікованими фахівцями, які достатньою мірою знають особливості продукту, володіють методикою визначення окремих органолептичних показників та їх сукупності.

За допомогою **зору** визначають:

- *зовнішній вигляд* – загальне зорове відчуття, яке продукт викликає у споживача;
- *форму* – геометрична конфігурація продукту;
- *колір* – враження, викликане світловим імпульсом, яке визначається домінуючою довжиною та інтенсивністю світлової хвилі;

- *блиск* – здатність продукту відбивати велику частину променів, які падають на його поверхню;

- *прозорість* – властивість рідких продуктів пропускати світловий потік через шар певної товщини.

За допомогою глибокого дотику визначають:

- *консистенцію* – властивість, що обумовлена його структурою і визначається ступенем деформації цієї структури під впливом зовнішніх сил;

- *щільність* – здатність протистояти надавлюванню;

- *еластичність* – здатність відновлювати свою початкову форму після припинення зовнішнього впливу (якщо цей вплив не перевищив критичну величину).

За допомогою органу нюху визначають:

- *запах* – враження, що виникає при дії на рецептори нюху пахучих речовин (приємний і неприємний, бажаний і небажаний);

- *аромат* –приємний запах, що формується у процесі природного утворення продукту (фруктовий, квітковий, молока, риби);

- *букет* –приємний запах, який формується унаслідок складних процесів, що відбуваються при виробництві ряду продуктів (сир, чай, вино);

Показники, що визначаються у порожнині рота:

- *соковитість* – враження, яке відтворюється соками продукту при його розжовуванні;

- *ніжність* – умовний термін, що може характеризувати ступінь опору, який чинить продукт під час розжовування;

- *волокнистість* – враження, що виникає при розжовуванні продукту багатого волокнами як рослинного, так і тваринного походження;

- *смак* – відчуття, що виникає при дії смакових речовин на рецептори смаку;

- *терпкість* – специфічне відчуття, що викликається внаслідок неглибокої денатурації білків слизової оболонки рота під впливом деяких органічних речовин (дубильних, протопектину);

- *смаковитість або флевор* – комплексне відчуття, що виникає при розподілі продукту в порожнині рота під впливом смакових, пахучих речовин і дотику.

Показник, що визначається за допомогою **слуху**: *хруст* – відчуття, що виникає при розжовуванні продуктів, які мають кристалічну структуру (цукор, мінеральні домішки) або твердість (фрукти, овочі, шоколад).

Переваги органолептичного методу:

- швидкість визначення показників якості;
- малі економічні витрати на його проведення;
- доступність.

Недоліки органолептичного методу:

- суб'єктивність оцінки;
- неможливість одержання точних кількісних характеристик хімічного складу, фізичних властивостей, повного уявлення про якість продукту;
- слабка верифікованість (доказ того, що вірогідний факт або твердження є істинним), ;
- низька відтворюваність результатів визначення.

### Сучасні методи оцінки якості харчових продуктів

**Кваліметричні методи. Кваліметрія** (лат. *Quales* – якість, грец. *Μετρέω* - міряю) — наука про оцінку якості об'єктів, вивчає та реалізує методи і засоби кількісної оцінки якості продукції. [238. 237]. Термін запропонований групою радянських вчених в 1968 році. Сьогодні кваліметрію розглядають як частину теорії прийняття рішень .

Кваліметрія передбачає структурування об'єкта вивчення (об'єкт у цілому - перший рівень спільності), поділ його на складові частини (другий рівень), які у свою чергу поділяються на частини (третій рівень), можна за потреби поділ робити і далі. В результаті аналізу структури об'єкта виходить ієрархічна система, що зазвичай має вид схеми або таблиці. Далі розробляється експертна оцінка для «вимірювання» кожної якісної складової та встановлення її вагомості

(важливості), поєднання цих оцінок за певними правилами в загальну оцінку об'єкта.

**Оцінка якості товарів і послуг підприємств ресторанного господарства має відповідати наказу Мінекономіки України від 22.07.2008 р №295 «Методичні рекомендації щодо забезпечення якості та безпеки товарів і послуг підприємств ресторанного господарства» [235].**

Тобто комплексна оцінка якості розраховується в певній послідовності за певним алгоритмом, виходять із загальних принципів кваліметрії [238,239, 245-247]:

➤ окремі властивості об'єкту (продукції, послуг) складають ієрархічну структуру її якості; властивості  $i$ -го рівня визначаються відповідними властивостями  $(i+1)$ -го рівня ( $i = 0, 1, 2, 3..., n$ );

➤ властивостям відповідають вимірювані або обчислені чисельні характеристики - абсолютні показники ( $P_{ij}$ );

➤ різні шкали вимірювання абсолютних показників властивостей трансформують в одну загальну шкалу (безрозмірну);

➤ вимірювані окремі властивості, якості перераховують в відносний показник (оцінку) якості  $K_{ij} = f ( P_{ij}, P_{ij \text{ баз}} )$ , де  $P_{ij \text{ баз}}$  - базовий показник, який приймають за початковий при порівняльних оцінках якості, що часто відповідає стандартним якостям продукту, послуги. Для харчових продуктів частіше застосовують диференціальний метод оцінки, який полягає в тому, що значення показників продукції, що оцінюється, порівнюються з базовими;

➤ кожна властивість якості визначається двома числовими параметрами: відносним показником  $K_{ij}$  і коефіцієнтом вагомості (вагомістю)  $m_{ij}$  ;

➤ сума коефіцієнтів вагомості властивостей одного рівня є величина - постійна, коефіцієнт вагомості кожного показника якості об'єкта є кількісною характеристикою його значущості, сума коефіцієнтів вагомості в межах кожної групи показників і сума коефіцієнтів вагомості всіх виділених груп показників якості виробу приймається рівною одиниці:

$$\sum_{i=1}^n m_{ik} = 1; \quad \sum_{k=1}^l M_k = 1.$$

➤ Визначається значущість показників у групі одного рівня.

Алгоритм комплексної оцінки якості включає наступні основні етапи [245,246].

*Етап 1.* Складання ієрархічної структури властивостей об'єкту (продукції), необхідних і достатніх для оцінки його якості.

При цьому на найнижчому ієрархічному рівні звичайно вказуються прості властивості. Будь-яка продукція володіє широким комплексом властивостей. На початковому етапі складається перелік властивостей, що стосується здатності задовольняти певні потреби. Одиничні показники якості розподілити у відповідні групи за певними ознаками, сукупність показників якості розподіляються у порядку підлеглості нижчих елементів вищим, створюючи, так названу *ієрархічну структуру*.

### Приклад будови ієрархічного дерева властивостей

Для розрахунку комплексного показника якості будують ієрархічне дерево властивостей (рис. 1).

Для оцінки якості виробу за комплексним показником ( $K_0$ ) згідно методики розрахунку, яка розроблена д.т.н. Дорохович А.М. [240].

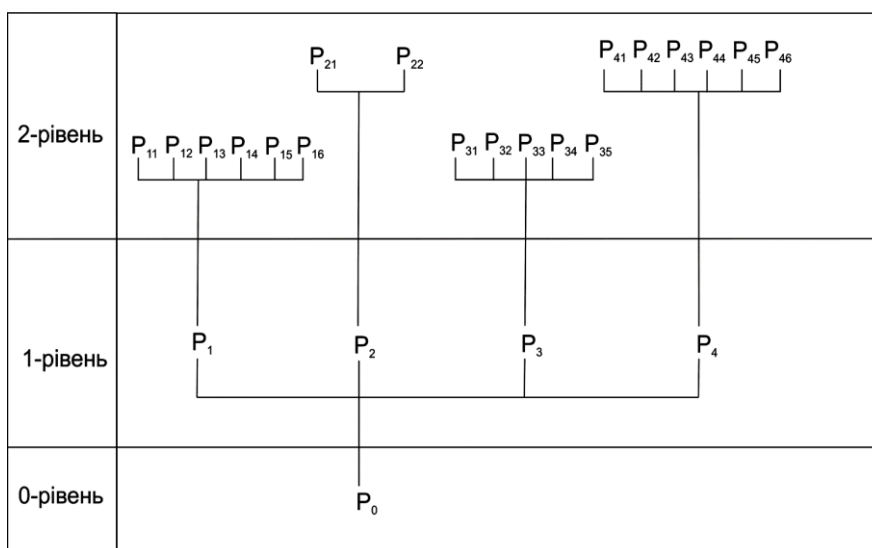


Рисунок 1. Ієрархічне дерево властивостей,

де  $P_1$  – загальний показник органолептичних властивостей,  $P_2$  – загальний показник фізико-хімічних властивостей,  $P_3$  – загальний показник мікробіологічних властивостей,  $P_4$  – загальний показник вмісту важких металів.

На другому рівні показники  $P_1, P_2, P_3, P_4$  диференціюються на показники, що вказані у ТУ.

$P_{11}$  – смак,  $P_{12}$  – запах,  $P_{13}$  – зовнішній вигляд,  $P_{14}$  – форма,  $P_{15}$  – консистенція,  $P_{16}$  – структура. Органолептичні показники відображаються в балах, за 5-ти бальною системою.

$P_{21}$  – вміст сухих речовин, %,  $P_{22}$  – масова частка золи, %.

$P_{31}$  – вміст мезофільних аеробних, факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО у  $\times 10^{-3}$  кг.

$P_{32}$  – вміст бактерій групи кишкової палички в масі продукту  $0,1 \times 10^{-3}$  кг.

$P_{33}$  – вміст патогенних мікроорганізмів, у т. ч. бактерії роду Сальмонала в масі продукту  $25 \times 10^{-3}$  кг.

$P_{34}$  – вміст пліснявих грибів, КУО.

$P_{41}, P_{42}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, P_{47}$  – вміст свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті, міді, афлотоксинів.

*Етап 2.* Вимірювання властивостей (визначення значень показників якості  $P_{ij}$ , Призначення інтервалу зміни значення  $P_{ij}$  ( $P_{ij}^{\max} \div P_{ij}^{\min}$ ) для кожного показника. Залежно від використовуваних засобів застосовують різні методи визначення значень показників якості продукції: інструментальний, розрахунковий, органолептичний (сенсорний), соціологічний, експертний. Проводять одночасно призначення інтервалу зміни значення кожного показника. Для їх призначення слід розглянути властивості, що характеризують показники.

Критичні властивості - група властивостей, які однозначно визначають можливість використання харчових продуктів - придатні або непридатні. До цієї групи відносяться мікробіологічні показники, які впливають на придатність та безпеку виробів.

Істотні властивості - група властивостей, що визначають цінність харчових продуктів -показники харчової цінності, яка поділяється на енергетичну (білки, жири, вуглеводи), та харчову (вітаміни, мінеральні речовини), показники біологічної цінності.

Другорядні властивості - такі властивості, вплив яких на комплексну оцінку якості продукту менш значно, можна віднести тривалість кулінарної обробки, вологоутримуючу здатність тощо.

*Етап 3.* Вибір шкали розмірності комплексної оцінки  $K_0$  для приведення одиниць вимірювання простих властивостей до одного вигляду.

Виражені в різних одиницях вимірювання (% , Н, кг, кДж, °С, кВт, бали і т.п.) значення показників якості продукції (абсолютні) неможливо звести в загальний комплексний показник без трансформації їх до загальної шкали вимірювання (наприклад, балової). Найбільш застосовною є безрозмірна шкала. Безрозмірне значення показника якості, виражене в одиницях шкали відносин, - це в скільки разів дана величина в одиницях певної розмірності більше іншої заданої величини, вираженої в одиницях тієї ж розмірності.

Зі всієї сукупності можливих методів аналізу одним з найбільш перспективних є бальний метод. Його можна використовувати не тільки для аналізу, але й для планування й прогнозування. Цей метод дозволяє об'єктивувати сукупність суб'єктивних думок (при органолептичному й експериментальному методах виміру показників якості).

*Етап 4.* Вибір на кожному рівні розгляду властивостей базових показників для порівняння з виміряними ( $P_{ij}^{баз}$ ). В основі оцінки якості продукції (послуги) лежить порівняння. Базою порівняння є базовий зразок. Відповідно до ГОСТ 2.116-84, базовий зразок продукції - це зразок продукції, який прийнятий для порівняння при оцінці її технічного рівня і якості, характеризує передові науково-технічні досягнення на встановлений період. Залежно від мети оцінки якості за базові показники можуть бути прийняті різні значення: наприклад, показники якості деяких кращих зразків продукції (послуг), що виробляється в країні або за кордоном; показники якості, досягнуті в деякому попередньому

періоді часу; показники перспективних зразків, знайдені експериментальним або розрахунковим шляхом. Як базові показники якості використовують також вимоги, що містяться в нормативній документації на деякі види продукції (послуги).

*Етапи 5 і 6.* Визначення виду залежності між показниками простих властивостей та показниками оцінки їх базових значень - показниками  $P_{ij}$  простих властивостей і їх оцінками  $K_{ij}$  та обчислення оцінок окремих (простих) властивостей  $K_{ij}$ .

*Етап 7.* Визначення способу (методу) знаходження вагомості  $M_{ij}$ , прийнятного для отримання комплексних оцінок якості  $K_o$ . Значення коефіцієнтів вагомості визначають різними методами.

*Етап 8.* Вибір методу зведення воєдино оцінок окремих властивостей  $K_{ij}$  для отримання комплексних оцінок якості. Обґрунтування функціональної залежності комплексної оцінки від одиничних показників (оцінок) є найбільш складною проблемою кваліметрії. Для отримання комплексної оцінки якості експертними методами застосовуються різні середньозважені залежності (середнє арифметичне зважене, середнє геометричне зважене, середнєо гармонічне тощо). Найбільш поширена середнє арифметичне зважене.

*Етап 9.* Обчислення комплексної оцінки якості  $K_o$ . Математична модель комплексного показника повинна відображати ієрархічну структуру властивостей, що враховуються для характеристики якості об'єкту. Складність моделі залежить від кількості ієрархічних рівнів вибраної системи показників якості.

*Етап 10.* Аналіз отриманих результатів і прийняття рішення.

Для проектування нового продукту, контролювання якості виготовляємих продуктів вимагається постійний контроль якості продукції. Зіставлення показників якості оцінюваного зразка з показниками якості базового зразка лежить в основі оцінки якості продукції.

**Методика визначення комплексної оцінки якості** кулінарної продукції складається з п'яти наступних кроків :

1) Визначення показників заданої кулінарної продукції за формулою:

$$P_{ij} = M_{ij} / \sum M_{ij}, \quad (1)$$

де  $M_{ij}$  – значення  $i$ -го показника ( $i = 1, 2, 3 \dots n$ ) якості продукції, що оцінюється;  $n$  – кількість оцінюваних показників у  $j$ -ої групи кулінарної продукції.

2) Нормативні показники, які розраховуються за допомогою базових значень за формулою 2:

$$P_{ij}^{baz} = M_{норм\ ij} / \sum M_{норм\ ij}, \quad (2)$$

де  $M_{норм\ ij}$  – нормативний показник  $i$ -ого якісного показника у  $j$ -ій групі кулінарної продукції.

3) Оцінки одиничних показників якості розраховують за співвідношенням показників досліджуваного до нормативного за формулою:

$$K_{ij} = (P_{ij} / P_{ij}^{baz})^z, \quad (3)$$

де  $z$  – показник, залежний від зв'язку між зміною показника якості продукції ( $z = 1$  при прямому зв'язку – з підвищенням значення показника рівень якості підвищується, і  $z = -1$  при зворотному – з підвищенням значення показника рівень якості знижується).

3) Коефіцієнтів вагомості  $m_{ij}$  розраховуються за формулою співвідношень сум нормованих базових показників до досліджуваних:

$$m_{ij} = \frac{\frac{\sum P_{ij}^{baz}}{P_{ij}^{baz}}}{\sum \left( \frac{\sum P_{ij}^{baz}}{P_{ij}^{baz}} \right)}. \quad (4)$$

Для зведення оцінок окремих властивостей приймали адитивну модель комплексної оцінки у вигляді середньозваженої арифметичної величини.

Коефіцієнти вагомості визначали розрахунковим методом за методикою, викладеною в [245].

Коефіцієнти вагомості окремих показників менші за одиницю; сума коефіцієнтів вагомості на кожному з ієрархічних рівнів дорівнює 1;  $0 \leq m_i \leq 1$ .

Значення коефіцієнтів вагомості визначають різними методами - вартісних регресивних залежностей, граничних і номінальних значень, еквівалентних співвідношень, статистичним (кореляційним і регресійним), експертним.

Значення коефіцієнтів вагомості при порівнянні харчової цінності розраховують за формулою:

$$m_i = \frac{\frac{\sum C_{ij}}{C_i}}{\sum \left( \frac{\sum C_{ij}}{C_i} \right)}, \quad (5)$$

де  $m_{ij}$  – коефіцієнт вагомості  $i$ -го компонента всередині групи найнижчого рівня диференціації;

$C_i$  – маса  $i$ -го компонента в збалансованій мегакалорії;

$p_j$  – кількість харчових речовин, які створюють  $j$ -у групу;

$\sum C_{ij}$  – маса компонентів  $j$ -ї групи харчових речовин в збалансованій одиниці добової потреби;

$\sum C_i$  від 1 до  $t$  – кількість груп речовин, які враховуються при оцінці харчової цінності.

Даний метод був обрано тому, що він менш трудомісткий, його можна застосовувати у будь-якому конкретному дослідженні без обмежень на склад та чисельні значення контролюємих показників якості, а також дозволяє враховувати діючу нормативну базу.

4) Якщо властивості (показники) об'єднуються в групи (дворівнева ієрархічна структура системи показників), математична модель комплексного показника властивостей продукту визначимо за допомогою адитивної моделі як середньозваженої арифметичної величини матиме вигляд:

$$K_o = \sum_{j=1}^t M_j \cdot \sum_{i=1}^{n_j} m_{ij} \cdot K_{ij}, \quad (6)$$

де  $t$  – кількість груп показників якості продукції;

$M_j$  - коефіцієнт вагомості  $j$ -ої групи показників якості продукції;

$n_j$  - кількість одиничних показників якості, що входять у  $j$ -у групу;

$m_{ij}$  - коефіцієнт вагомості  $i$ -го показника  $j$ -ої групи;

$K_{ij}$  - відносне значення  $i$ -го показника якості, що входить до  $j$ -ої групи.

Якщо усередині групи властивості (показники) розділені на підгрупи, то комплексний показник повинен вже обчислюватися за формулою:

Для трирівневої ієрархічна структура системи показників, тобто усередині групи властивості (показники) розділені на підгрупи, то комплексний показник повинен обчислюватися за формулою:

$$K_o = \sum_{k=1}^z M_k \times \sum_{j=1}^{t_k} M_{jk} \times \sum_{i=1}^{n_{jk}} m_{ijk} \times K_{ijk} \quad , \quad (7)$$

де  $z$  - кількість груп показників якості;

$t_k$  - кількість підгруп у  $k$ -ій групі показників;

$n_{jk}$  - кількість одиничних показників якості, що входять в  $j$ -у підгрупу  $k$ -ої групи.

**При застосуванні експертних методів** для визначення коефіцієнтів вагомості мають місце: метод переваг, метод рангів, метод попарного зіставлення і метод Дельфі [245].

В основу методу Дельфі покладений метод рангів, який проводиться в декілька турів. Цей метод був застосований проф. Б.Г. Шелегедою при вивченні якості роботи закладів ресторанного господарства. Були отримані наступні коефіцієнти вагомості показників: різноманітність їжі - 0,35; смакові властивості їжі - 0,56; зовнішній вигляд страв - 0,09.

У цьому ж дослідженні паралельно був використаний соціологічний метод визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості, заснований на обробці результатів спеціальних анкетних опитувань споживачів (розрахунок відносної частоти негативних відповідей на питання анкети). Отримані результати узгоджуються з результатами експертного методу. Коефіцієнти вагомості мали значення відповідно 0,28, 0,65 і 0,07. Тобто споживачі більше ціняють смакові властивості їжі.

При застосуванні метода переваг [245], при якому експерти нумерують вагомості усіх показників якості в порядку їх переваги, а саме, щоб найбільш важливий з них отримав вагомість під номером 1, наступний по важливості — номер 2 тощо. Потім визначаємо середньоарифметичну величину по кожному показнику з урахуванням думки усіх експертів.

Визначають коефіцієнти вагомості  $m_i$ , виходячи з оцінок усіх експертів по кожному показнику в усій їх сукупності [2]:

$$R_i = \sum_{j=1}^k R_{ij} , \quad (8)$$

де  $R_i$  — сума перетворених рангів, присвоєних експертами кожному показнику якості;

$$m_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n R_i} , \quad (9)$$

$m_i$  — коефіцієнт вагомості показників якості;

$k$  — кількість експертів;

$n$  — кількість показників якості, вагомість яких визначається.

Отримані дані експертним методом мають задовольняти уявленням про вагомість груп шуканих показників та дотримуватись умова [245, 247], де сума коефіцієнтів вагомості має складати 1, тобто

$$\sum m_{ij} = 1. \quad (10)$$

Згідно формул (8-10) проводять розрахунок коефіцієнтів вагомості.

Обґрунтування функціональної залежності комплексної оцінки від одиничних показників (оцінок) є найбільш складною проблемою кваліметрії. Для отримання комплексної оцінки якості експертними методами застосовуються різні середньозважені залежності: арифметична, геометрична, гармонійна, квадратичні. У деяких випадках застосовуються поєднання різних середньозважених величин [248].

**Функція бажаності Харрінгтона.** Крім вищеназваного застосовують аналіз оцінок якості окремих властивостей з використанням графіка функції

бажаності Харрінгтона для властивостей різних груп, що передбачає поділ всього інтервалу значень функції бажаності на ряд проміжків (градацій якості): погана якість, задовільна, хороша і відмінна. В середині трьох основних проміжків - погана якість, задовільна, хороша - вибираються базові точки, які задовольняють граничним значенням якості.

Є. Харрінгтон вибрав як такі точки значення 0,37; 0,63; 0,80. Точка 0,37 відповідає місцю перегину кривої. Нижче цієї точки якість вважається поганою. Точки 0,63 і 0,80 – показники, які відповідають нижнім межам доброї і відмінної якості. Методика застосування функції бажаності Харрінгтона представлена в методичному посібнику С.Л. Ахназарової та Л.С. Гордєєва [237].

***Спосіб визначення критерію якості виробів за площами профілограм якості.*** Принцип застосування оснований на обробленні одиничних показників якості органолептичних, фізико-хімічних та інших показників якості із застосуванням аналізу побудованих пелюсткових профілограм методом співставлення площ отриманих профілограм.

#### **Алгоритм побудови пелюсткової діаграми**

Для побудови пелюсткової діаграми необхідно виконати таку послідовність дій:

1. Дані експериментів внести в таблицю в табличному редакторі Microsoft Office Excel. Пелюсткова діаграма - це одна з варіацій кругової діаграми, але тут вона виділена в окремий тип. Цю форму представлення даних зручно використовувати, наприклад, для відображення декількох груп даних, розподілених по групах, по чінтервалу отримання даних.

2. Виділити діапазон комірок, який потрібно представити у вигляді діаграми. Якщо у цього діапазону є заголовки колонок і стовпців, то їх теж можна виділити - Excel зможе відрізнити написи від осередків з даними і включити в діаграму в якості «легенди» та підписів до секторів. Бажано щоб кількість стовпців з даними не перевищувало семи - така рекомендація корпорації Microsoft.

3. Перейти на вкладку «Вставка» в меню табличного редактора і в групі команд «Діаграма» натиснути на кнопку «Інші діаграми». В нижньому рядку в списку розміщені три варіанти пелюсткових діаграм - виберіть з них потрібний. Краще взяти пелюсткову з маркерами (вона наочніше). Excel зробить необхідні дії і помістить готову діаграму на цю ж сторінку документа. При цьому в меню редактора додадуться три додаткові вкладки, призначені для редагування діаграми - «Макет», «Формат» та «Конструктор». За замовчуванням активована буде вкладка «Конструктор».

4. Розкрити один з списків в групах команд «Макети діаграм» або «Стилі діаграм», якщо необхідно змінити зовнішній вигляд, використаний редактором при створенні діаграми. У ці списки поміщені готові варіанти оформлення, а на вкладках «Макет» і «Формат» ви зможете самостійно налаштувати практично кожен аспект зовнішнього вигляду пелюсткової діаграми - підібрати кольори, рельєфність, матеріал, тіні, варіанти колірної заливки, перемістити написи або відключити їх тощо.

5. Використати кнопки в групі команд «Дані» вкладки «Конструктор», якщо необхідно змінити діапазон комірок, який використовується для формування діаграми, або рядок і колонку, що містять заголовки легенди. В групу команд «Тип» поміщені кнопки для збереження створеного варіанту оформлення як шаблон і кнопки заміни пелюсткової діаграми на **діаграму** якогось іншого типу. Кнопка в групі команд «Розташування» призначена для переміщення діаграми як в межах поточного аркуша, так і на інші аркуші книги.

При написанні алгоритму використано посилання <http://tips-ua.com/66251-yak-pobuduvati-pelyustkovu-diagramu.html>

*Алгоритм комплексної оцінки якості за значенням площ профілограм* представлено в патенті 51465 [240] авторів Зінченко Т. В. та Корецької І.Л., включає наступні основні етапи:

*Етап 1.* Складання ієрархічної структури властивостей об'єкту (продукції), необхідних і достатніх для оцінки його якості.

*Етап 2.* Вимірювання властивостей (визначення значень показників якості  $P_{ij}$ , Призначення інтервалу зміни значення  $P_{ij}$  ( $P_{ij}^{\max} \div P_{ij}^{\min}$ ) для кожного показника.

*Етап 3.* Переведення одиниць вимірювання в безрозмірні одиниці (за потреби) - приведення одиниць вимірювання простих властивостей до одного вигляду.

*Етап 4.* Складання математичної моделі і розрахунок критерію якості виробів.

*Етап 4. 1.* Отримання за допомогою операційного середовища Excel пелюсткової діаграми – профілограми за отриманими безрозмірними даними.

*Етап 4. 2.* Визначення критерію «багатокутника якості» ( $F$ ).

Значення комплексного критерію відповідає площі багатокутника, в якому відстані від його центру до вершин рівні нормованим значенням окремих показників якості  $f_j$ ,  $j = \overline{1, N}$ , де  $N$  – кількість окремих показників якості.

Площа  $S$  багатокутника якості дорівнює сумі площ трикутників, утворених відповідними променями окремих (частинних) показників якості:

$$S = \sum_{j=1}^N \left( \frac{1}{2} \cdot f_j \cdot f_{j+1} \cdot \sin \frac{2\pi}{N} \right) = \frac{1}{2} \sin \frac{2\pi}{N} \cdot \sum_{j=1}^N (f_j \cdot f_{j+1}), \quad \text{де } f_{N+1} = f_1 \quad (8.11)$$

Замість функції  $S$  доцільно використовувати іншу функцію  $F$ , яка відрізняється від  $S$  тільки сталим множником, який не впливає на вибір найбільшого значення.

Для вибору найбільш вдалого варіанту з найбільшим значенням комплексного критерію достатньо користуватись формулою критерію:

$$F = f_1 f_2 + f_2 f_3 + \dots + f_{N-1} f_N + f_N f_1. \quad (8.12)$$

Критерій «багатокутника якості» ( $F$ ) є нелінійним. Для кожного зразку з набором значень окремих показників  $(f_1, f_2, \dots, f_N)$  за запропонованим способом можливе обчислення значення комплексного критерію  $F$ .

*Етап 5.* Вибір найкращого зразка. Кращим обирається той зразок, для якого величина  $F$  є більшою.

***Спрощений спосіб визначення критерію якості виробів за площами профілограм якості.*** Для обробки результатів дослідження один з авторів пропонує спрощений спосіб, відміною якого від попередньо описаних є представлення отриманих результатів дослідження в таблиці табличного редактора Microsoft Office Excel без математичного опрацювання і отримання співвідношення із застосуванням коефіцієнтів вагомості та переведення одиниць вимірювання в безрозмірні одиниці. В статті [244] представлено результати досліджень гарбузово-морквяного напівфабрикату.

Алгоритм оцінки якості за спрощеним способом співвідношення значень площ профілограм якості включає наступні основні етапи.

*Етап 1.* Визначення властивостей об'єкту (продукції), необхідних і достатніх для оцінки його якості.

*Етап 2.* Вимірювання властивостей (визначення значень показників якості.,

*Етап 3.* Складання математичної моделі і розрахунок критерію якості виробів.

*Отримання* за допомогою операційного середовища Excel пелюсткової діаграми – профілограми за отриманими бальними, розмірними даними.

*Визначення* критерію «багатокутника якості» у вигляді значення площ ( $S$ ) для кожного дослідного зразка.

Значення комплексного критерію відповідає площі багатокутника подібно представленому у попередньому методі, в якому відстані від його центру до вершин рівні значенням окремих показників якості  $f_j$ ,  $j = \overline{1, N}$ , де  $N$  – кількість окремих показників якості.

Площа  $S$  багатокутника якості дорівнює сумі площ трикутників, утворених відповідними променями окремих (частинних) показників якості одного дослідного зразка (формула 12).

*Етап 4.* Вибір найкращого зразка.

Для вибору найбільш вдалого варіанту досліду необхідно знайти співвідношення площ показників якості кожного дослідного зразка до контрольного або дослідного з максимальним значенням  $S$ , або

$$K=S_i/S_{max}. \quad (8.13)$$

Зразок з найбільшим значенням критерію  $i$  є найкращий варіант.

**Приклад застосування спрощеного способу визначення якісних показників за співвідношенням площ профілограм якості**

**Приклад 1.** Порівняльна оцінка вмісту основних складових гарбуза, моркви та сумішей у трьох співвідношеннях 75:25; 50:50; 25:75 представлено в таблиці 1.

Виконано їх порівняльну оцінку, дані внесено в таблицю 1 редактора Microsoft Office Excel, побудовано пелюсткові діаграми для 5 варіантів досліджень, визначено площі пелюсткових діаграм, співвідношення площ пелюсткових діаграм до найбільшої з визначених.

**Таблиця 1.**

**Хімічний склад, енергетична цінність, вміст харчових волокон**

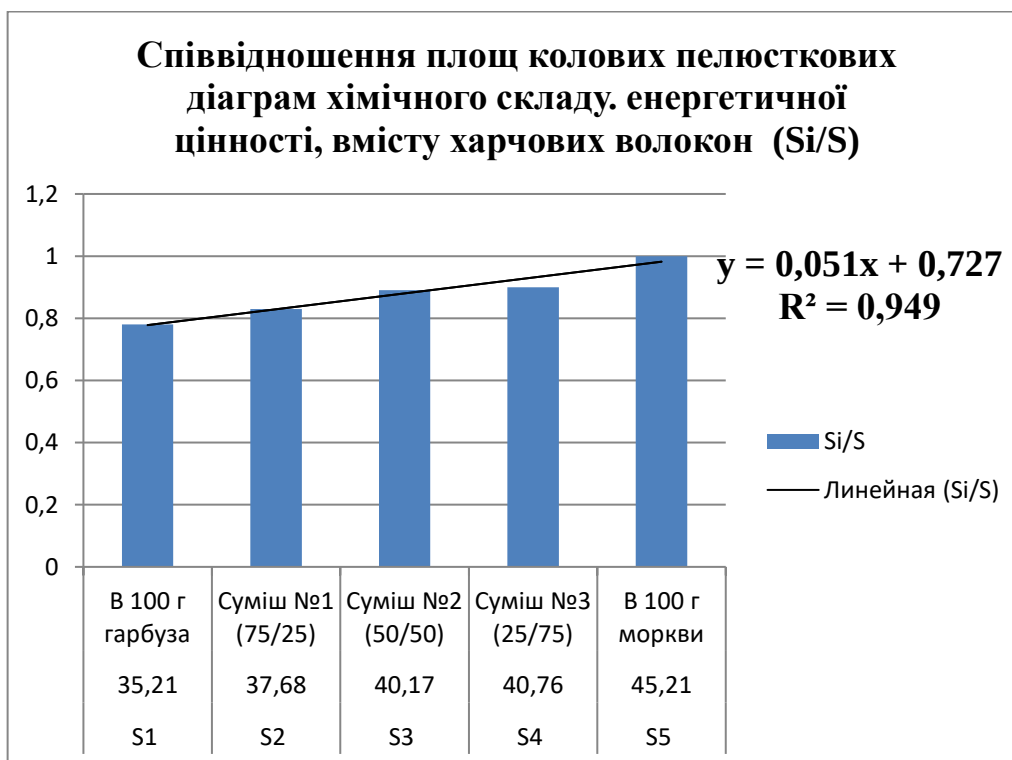
| <b>Складові</b>            | <b>В 100 г гарбуза</b> | <b>Суміш №1 (75/25)</b> | <b>Суміш №2 (50/50)</b> | <b>Суміш №3 (25/75)</b> | <b>В 100 г моркви</b> |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Білки, г                   | 1                      | 1,075                   | 1,15                    | 1,225                   | 1,3                   |
| Вуглеводи, г               | 4,4                    | 5,025                   | 5,65                    | 6,275                   | 6,9                   |
| Жири, г                    | 0,1                    | 0,1                     | 0,1                     | 0,1                     | 0,1                   |
| Енергетична цінність, Ккал | 28                     | 28,75                   | 29,5                    | 30,25                   | 31                    |
| Харчові волокна, г         | 2                      | 2,1                     | 2,2                     | 2,3                     | 2,4                   |
| <b><math>S_i/S</math></b>  | <b>S1</b>              | <b>S2</b>               | <b>S3</b>               | <b>S4</b>               | <b>S5</b>             |
|                            | 35,21                  | 37,68                   | 40,17                   | 40,76                   | 45,21                 |
|                            | <b>В 100 г гарбуза</b> | <b>Суміш №1 (75/25)</b> | <b>Суміш №2 (50/50)</b> | <b>Суміш №3 (25/75)</b> | <b>В 100 г моркви</b> |
|                            | <b>0,78</b>            | <b>0,83</b>             | <b>0,89</b>             | <b>0,90</b>             | <b>1,00</b>           |

На рис. 2 представлена колова пелюсткова діаграма хімічного складу гарбуза, моркви та їх сумішей



**Рисунок 2.** Діаграма хімічного складу гарбуза, моркви та їх сумішей

Для більшої наглядності виконано діаграму співвідношення площ пелюсткових колових діаграм з врахуванням хімічного складу, енергетичної цінності, вмісту харчових волокон (рис. 3).



**Рисунок 3.** Співвідношення площ пелюсткових колових діаграм з врахуванням хімічного складу, енергетичної цінності, вмісту харчових волокон

**Висновки.** Представлено сучасні методики визначення показників якості харчових продуктів, у тому числі з вивчення ієрархічного дерева властивостей досліджуваного продукту, визначення показників якості та розподілом коефіцієнтів вагомості, розрахунком комплексного показника якості, оцінки якості страв за пелюстковими профілограмами якісних характеристик та за спрощеною методикою визначення співвідношення площ показників якості.