

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Жицького

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра загальнотехнічних дисциплін

Конспект лекцій з навчальної дисципліни

«Основи сенсорного аналізу»

Розробили: професор Ціж Б. Р.
доцентка Чохань М. І.

Львів 2024

Лекція 1

Вступ . Загальні відомості про органолептику. Методи оцінки.

В сучасному суспільстві дуже важливою проблемою є якість продуктів харчування. Оскільки чисельність населення планети постійно зростає, збільшилась і потреба в добуванні усіх необхідних для людства ресурсів, у тому числі кількості виготовлення продуктів харчування. Сучасний ринок висуває високі вимоги до сільськогосподарської сировини та харчових продуктів. Виникає потреба всебічної характеристики товару як основного об'єкту комерційної діяльності. Один із найважливіших елементів такої характеристики – безпечність харчової продукції. Оцінка безпеки передбачається чинним законодавством України, у тому числі законом «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення». Якість продуктів харчування має задовольняти вимоги нормативно-технічних документів – державних, галузевих, а в багатьох випадках і міжнародних стандартів. При цьому необхідно забезпечити відповідні органолептичні властивості, а також належні фізико-хімічні параметри харчової продукції та гарантувати її хімічний склад.

З цієї причини контроль за якістю продуктів харчування висувається на перший план забезпечення потреб першої необхідності та безпеки людей. Такий сенсорний аналіз і контроль (моніторинг) здійснюється як шляхом дегустацій, органолептичних аналізів, так і за допомогою різноманітних приладів, пристроїв, детекторів, сенсорів та ін. Сфера харчової промисловості, а точніше, галузь контролю за дотриманням вимог виготовлення, зберігання та використання продуктів харчування є також ключовою для запобігання погіршення стану здоров'я людей. Тому однією із провідних тем дослідження вчених усього світу є вивчення нових підходів і у сфері органолептики, і в пошуку нових сенсорних речовин, виготовлення доступних, малогабаритних, безпечних для людини сенсорів/детекторів для контролю якості та свіжості харчових продуктів.

Наукові дослідження із розроблення сенсорних методів аналізу у харчовій промисловості інтенсивно проводяться в усьому світі. В Україні вивченням органолептичного аналізу продуктів харчування займається ряд наукових груп в Національному університеті харчових технологій (м.Київ), Одеській національній академії харчових технологій, Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Державній службі України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, Інституті продовольчих ресурсів НААНУ, Державному НДІ з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи та інших установах. Дослідженнями з розроблення газових сенсорів, у т.ч. для аналізу якості харчових продуктів займаються вчені в Інституті фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України, Інституті фізики НАН України, Одеському національному університеті ім. І. І. Мечникова, НТУ України «КПІ ім. І. Сікорського», НУ «Львівська політехніка», Львівському національному університеті імені Івана Франка та ін. У Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького такі дослідження проводяться в рамках науково-дослідних робіт кафедри загальнотехнічних дисциплін і контролю якості продукції та в межах науково-дослідних розробок, що виконуються за планом МОН України за рахунок коштів державного бюджету у співпраці з науковцями ЛНУ ім. Івана Франка, Інституту Фізики НАН України та НУ «Львівська політехніка». За останні 20 років колектив науковців, авторів цього навчального посібника та співавторів наукових праць набув значного досвіду у формуванні, виготовленні та дослідженні сенсорних структур на основі не тільки неорганічних напівпровідників, але й органічних і композиційних сенсорних середовищ.

Метою даних лекцій є ознайомлення студентів із основними підходами у сучасному сенсорному аналізі харчових продуктів, у т. ч. із особливостями проведення сенсорного аналізу за допомогою органолептики, а також із принципами роботи та новими тенденціями в галузі технологій тонкоплівкових сенсорів на основі неорганічних, органічних та оксидних напівпровідників для контролю газових середовищ у харчовій промисловості.

Загальні відомості про органолептику

1. Наука органолептики і її роль в експертизі продуктів харчування

Органолептика за допомогою сенсорних аналізаторів людини вивчає споживчі властивості **продуктів харчування**, а також харчових інгредієнтів і проміжних форм харчових продуктів.

Інтенсифікація аграрного сектора і харчових технологій, застосування нетрадиційних видів сировини (зокрема, жирів риби для імітації топленого коров'ячого масла; рибного фаршу сурімі для отримання «крабових» паличок та інших аналогів м'яса ракоподібних; соєвих білків у м'ясопереробному виробництві; при виготовленні фітосоусів – аналогів майонезу, кисломолочних продуктів типу фітойогуртів, а також рослинних жирів у комбінованих молочних продуктах: вершковому маслі, згущеному молоці, морозиві, плавлених сирах тощо) ведуть, як правило, до негативних змін смакоароматичних властивостей, текстури та інших органолептичних показників якості харчових продуктів. Тому в нових технологіях широко застосовують ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату, барвники, антиоксиданти, консерванти, поверхнево-активні речовини, технологічно необхідні та інші харчові добавки.

Якість продукції визначається сукупністю властивостей, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби людини. Для оцінки споживчих якостей харчових продуктів широко використовують сенсорні, або органолептичні методи, засновані на аналізі відчуттів органів чуття людини.

У зарубіжній і вітчизняній літературі терміни «**органолептична оцінка**», «**сенсорний** або **органолептичний аналіз**» часто застосовуються як рівнозначні. При сучасному рівні розвитку науки органолептики необхідно розділити ці поняття. **Органолептична оцінка** якості харчових і смакових продуктів – це оцінка, при якій інформація про якість сприймається органами відчуттів людини. Термін «органолептичний» походить від грецьких слів *organon* (знаряддя, інструмент, орган тіла) та *leptikos* (схильний брати чи приймати) і означає «виявлений за допомогою органів відчуттів людини». Органолептичний аналіз заснований на застосуванні науково обгрунтованих методів і умов, що гарантують точність і відтворюваність результатів.

Поняття **сенсорний аналіз** рекомендується застосовувати щодо органів відчуття людини. Термін «сенсорний» походить від латинського слова *sensus* (почуття, відчуття). У зарубіжній літературі переважно поширений термін «сенсорний».

Сенсорний контроль, проведений за допомогою органів чуття людини, найдревніший і найпоширеніший спосіб визначення якості харчових продуктів. Сучасні методи лабораторного аналізу складні і трудомісткі у порівнянні із органолептичною оцінкою. Органолептичні методи дозволяють швидко, об'єктивно і надійно оцінити якість харчових продуктів. Сенсорний контроль дозволяє оперативно і цілеспрямовано впливати на всі стадії харчових виробництв. Науково організований органолептичний аналіз за чутливістю перевершує багато лабораторних методів дослідження, особливо для таких показників, як смак, запах і консистенція. Помилки виникають при непрофесійному підході до сенсорних методів оцінки харчових продуктів.

Термін «сенсорний аналіз» вживають також для позначення способу визначення тих чи інших параметрів і характеристик будь-яких матеріалів за допомогою спеціальних технічних пристроїв – сенсорів, про які йтиме мова у другій частині посібника.

Наука органолептики сформувалася у другій половині XX ст. Її розробки ефективно використовують у західних країнах при створенні нових продуктів і харчових добавок, у тому числі інтенсифікаторів смаку, а також для прогнозування ринків збуту товарів при оцінці прийнятності для населення нових продуктів, ароматизаторів, нетрадиційних форм їжі.

Розвиток сенсорних методів перш за все є необхідним для товарознавців, основна функція яких полягає у вивченні питань, пов'язаних із якістю споживчих товарів. Технологічні харчові галузі також відчувають гостру необхідність в експрес-аналізах органолептичних властивостей харчових інгредієнтів та готової продукції.

Професійні знання в галузі товарознавства і технології виробництва забезпечують високий рівень аналітичних методичних розробок описового характеру, використовуючи головним чином систему балів і профільний аналіз, ефективність яких очевидна при сенсорних випробуваннях харчових продуктів із багатокомпонентним складом і широкою гамою споживчих властивостей.

2. Забезпечення об'єктивних результатів сенсорного аналізу

Велике значення при проведенні сенсорного аналізу мають професійні знання **експерта-дегустатора**, що володіє сучасними методами органолептичних випробувань харчових продуктів. Дуже важливими є принципи і методи відбору дегустаторів для забезпечення їхніх високих сенсорних здібностей. Поняття про сенсорний мінімум ввів Д. Е.Тільгнер в 1957 р. Його книга «Органолептичний аналіз харчових продуктів» була першою солідною науковою працею із сенсорного аналізу.

У Франції, Німеччині, Данії, Іспанії, Польщі, Естонії, Чехії, Словаччині та інших країнах розроблені національні стандарти з відбору дегустаторів, обладнано лабораторії сенсорного аналізу, запроваджено спеціальні термінології, застосування науково обґрунтованих методів.

У 1985 р. були затверджені міжнародні стандарти для східноєвропейських країн за умовами проведення органолептичної оцінки, термінології та методам випробування сенсорних здібностей дегустаторів.

У науково-дослідних галузевих інститутах США, Англії, Канади, Франції та інших країн створені проблемні лабораторії, що займаються вдосконаленням методів оцінки якості харчових продуктів, відбором та навчанням дегустаторів, проведенням сенсорного аналізу харчових продуктів.

Багато західних країн з метою уніфікації методів органолептичного аналізу застосовують рекомендації Міжнародної організації із стандартизації ISO, яка постійно працює над створенням і вдосконаленням науково обґрунтованих методів і умов сенсорного аналізу, що сприяють розвитку торгівлі та міжнародного економічного співробітництва.

В Україні сформувалися і функціонують наукові центри методології та стандартизації органолептики, запроваджені методики підготовки дегустаторів. Пріоритетні розробки в області органолептичного аналізу виконані у Національному університеті харчових технологій (м.Київ), Одеській національній академії харчових технологій, Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Державній службі України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, Інституті продовольчих ресурсів НААНУ, Державному НДІ з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Харківському державному університеті харчування та торгівлі, Технологічному інституті молока та м'яса НААНУ, Інституті харчової біотехнології та геноміки НАНУ, Українському НДІ спирту і біотехнології продовольчих продуктів, Інституті бджільництва ім. П. І. Прокоповича, НДІ виноградарства та виноробства ім. В. Є. Таїрова та ін.

3. Особливості сучасної органолептики

Психофізіологічні сенсорні аналізатори дегустаторів досліджують психологи і фахівці, що займаються фізіологією людини. До **сенсорних аналізаторів** людини відносяться:

- органи (очі, ніс, язик, вуха), що сприймають вплив світла, запаху, смаку, звуку і створюють відповідні нервові імпульси;

- нервові канали, які подають в кору головного мозку імпульси, створені чутливими рецепторами в органах відчуттів;

- групи нервових клітин в центрах кори головного мозку, де відбувається психофізіологічний аналіз імпульсів, що дозволяє розрізняти кольори, запахи, смаки, консистенцію, звуки.

Час, протягом якого зберігається відчуття від впливу імпульсу, неоднаковий для різних органів чуття. Наприклад, зорові відчуття зберігаються значно довше, навіть якщо закрити очі або відвернутися від досліджуваного об'єкта, а орган нюху перестає відчувати запах, якщо видалити його джерело. При різкому охолодженні рецепторів смаку, запаху або дотику можуть не сприйматися відповідні імпульси. Алкоголь, нікотин, наркотики, одурманюючі мозок, негативно впливають на сенсорні аналізатори.

Основу органолептики складають також природничо-наукові галузі, які вивчають інструментальними методами хімію їжі, природу флєвороутворюючих речовин, текстуру та інші фізичні та хімічні параметри продуктів харчування. Важливу функцію в розвитку науки органолептики виконує математика, так як статистичні методи оцінки дегустації забезпечують впевненість у їх надійності та достовірності.

У структурі їжі ХХІ ст. поряд із традиційними і модифікованими натуральними продуктами використовують харчові та біологічно-активні добавки (внутріцептики). Особливої актуальності в сучасних умовах набуває проблема гарантування безпеки їжі. Шкідливі речовини в харчові продукти можуть потрапляти з нових джерел сировини, навколишнього середовища (контамінанти), а також при введенні харчових добавок, внесених відповідно до технології приготування головним чином для поліпшення органолептичних властивостей.

Показники безпеки формуються санітарними правилами і нормами, стандартами, технічними документами. При сертифікації харчових продуктів необхідно досліджувати потенційно небезпечні для здоров'я речовини (хімічні забруднювачі, токсини), мікробіологічні показники, паразитарну чистоту продуктів тваринного походження (рибних і м'ясних).

Показники смаку і запаху передбачені стандартами та іншими нормативними і технічними документами, що характеризують якість харчових продуктів, як обов'язкові вимоги, що забезпечують безпеку життя і здоров'я населення. Однак далеко не всі фахівці вірно ідентифікують якість продуктів харчування, мають достатньо чутливі сенсорні аналізатори, здатні виявити слабкі відтінки, запаху і смаку, які можуть служити ознакою недоброякісності їжі. Оволодіння методами сучасного сенсорного аналізу сприятиме підвищенню ефективності роботи фахівців.

4. Експертні методи дегустаційного аналізу

В залежності від цілей в дегустаційному аналізі застосовують методи прийнятності і переваги, порівняння, розділення, диференціації, а також різні описові методи. Найпоширенішими серед органолептичних методів є **споживчі методи із бальними оцінками**. Нижче описані найпопулярніші системи **бальних шкал оцінювання** в дегустаційному аналізі.

4.1. Системи бальних шкал в органолептиці

Значення органолептичних показників харчових продуктів не можна виразити у фізичних розмірних шкалах. Характеристику смаку, запаху, консистенції та інших сенсорних ознак приводять в якісних описах. Щоб перевести якість в кількість, при експертній оцінці використовують безрозмірні шкали: зазвичай в балах, рідше в частках одиниці або відсотках.

Бальна шкала в органолептиці є упорядкованою сукупністю чисел і якісних характеристик, які приводяться у відповідність із оцінюваними об'єктами відповідно до визначених ознак.

Бальна шкала служить для кількісної оцінки, яка виражає якісний рівень ознаки. Шкала характеризується діапазоном, або **бальністю**, під якою розуміють кількість рівнів якості, включених в шкалу. Кількість оціночних точок не завжди збігається з числом балів, так як бали можуть ділитися на частки (1,1; 1,5; 1,7 бала і т. д.) або при оцінці можуть використовуватися не всі бали (5, 10, 15, 20–50 балів і т. д.). Наприклад, шкала з найбільшою оцінкою 5 балів із градацією через 0,5 бала має такий же діапазон, як шкала з вищою оцінкою 10 балів і градацією через 1 бал і аналогічно шкала з максимальною оцінкою 100 балів і градацією через 10 балів. Якщо в цих бальних шкалах не використовується 0, то всі вони мають однаковий діапазон з десятима рівнями якості.

При розробленні бальних шкал **градацію шкали** визначають залежно від поставленого завдання, якості експертів, необхідної точності результатів і можливості словесного опису характеристики якісних рівнів.

Для експертної оцінки якості продукції рекомендується використовувати шкали із непарним числом рівнів якості, частіше застосовують бальні шкали, що мають 3, 5, 7, 9 градацій якості, які можуть збігатися або не збігатися із кількістю балів, як це показано, наприклад, в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1. 100-бальна шкала

Градація	Бали	Якість
5	100	Висока
4	80	Вища середнього
3	60	Середня
2	40	Нижа середньої
1	20	Низька

Таблиця 2. 100-бальна шкала

Градація	Бали	Якість
7	100	Дуже висока
6	85	Висока
5	70	Вища середньої
4	55	Середня
3	40	Нижа середньої
2	25	Низька
1	10	Дуже низька

Досвідчений дегустатор запам'ятовує і розрізняє тільки 6–10 ступенів якості кожного показника. Загальним недоліком шкал, що містять велику кількість балів або велику кількість рівнів якості, є наявність «мертвих зон» із незадовільними оцінками, які, як правило, не використовуються в роботі експертів-дегустаторів.

Оптимальна шкала задовільняє основній умові: кожен бал шкали повинен відповідати іншому рівню якості, оцінюваному середнім дегустатором, причому для оцінки окремих показників якості зручно застосовувати шкалу з однаковою кількістю балів.

Щоб забезпечити відмінність ступенів шкали, необхідно дати дегустаторам опис, в якому відображені характерні особливості градацій, що дозволяють досить чітко відрізнити кожен рівень бальної шкали від межуючого із ним і виражають ступінь якості оцінюваного показника.

Найпоширенішими є 100-, 30-, 25- і 10-бальні шкали для оцінки різних харчових продуктів. Розглянемо на прикладах застосування цих шкал.

100-бальна шкала. Органолептична оцінка твердих сичужних сирів найчастіше проводиться за 100-бальною шкалою.

Тверді сичужні сири оцінюють за групою показників, кожному з яких відводиться гранична кількість балів.

Показник	Кількість балів
Упакування та маркування	5
Зовнішній вигляд	10
Колір	5
Малюнок	10
Смак і запах	45
Консистенція	25
Сума	100

Кожен із показників оцінюють у межах відведеної кількості балів у відповідності із таблицею 3, а потім результати підсумовують.

За наявності двох або декількох дефектів за одним показником система бальної оцінки сирів передбачає зниження за найбільше знецінюваним дефектом. Залежно від сумарної бальної оцінки визначається рівень якості продукту (таблиця 4). Сири, що отримали сумарну оцінку нижче 75 балів, а за смаком і запахом менше 34 балів, визнаються нестандартними. 100-бальна система органолептичної оцінки сирів застосовується в нашій країні вже кілька десятиліть. До її переваг відносяться досить ретельне опрацювання бального зниження для показників, дотримання принципів значущості у формуванні якості та критерії для встановлення рівнів якості. Для смакоароматичних показників сирів відведено 45 % від загальної кількості балів, консистенції – 25 %; для показників, які оцінювали візуально – 30 % балів.

Серед недоліків найістотнішими є наступні. Шкала має велику непрацюючу зону незадовільних оцінок, які складають 74 % від загального числа балів. Вона розрахована для фахівців сироварної галузі. Для торгових працівників широкого профілю, тим більше для учасників споживчих дегустацій, ця шкала мало інформативна і практично недоступна, так як таблиця бальних оцінок не має описової характеристики ознак, а вказує лише граничні межі знижок при наявності відхилень від оптимальної якості. Шкала обмежена традиційним асортиментом. Ознаки нових продуктів не вписують в таблицю бальних оцінок. Створюються (а в ряді випадків і реалізуються) передумови для поступового скорочення традиційного сортового асортименту та виробництва нових продуктів, не диференційованих за якістю, що усуває фактор конкуренції.

Таблиця 3. Бали оцінок та знижень для твердих сичужних сирів

Показник	Зниження	Оцінка
1	2	3
<i>Упакування та маркування</i>		
Хороша	0	5
Задовільна	1	4
<i>Зовнішній вигляд</i>		
Хороший, з нормальним овалом або осадкою	0	10
Задовільний	1	9
Обсипається парафін на кірці	1–2	9–8
Пошкоджена кірка	1–4	9–6
Подопревшая кірка	3–6	7–4
Злегка деформовані сири	2–4	8–6
<i>Колір</i>		
Нормальний	0	5
Нерівномірний	1–2	4–3
<i>Малюнок</i>		
Нормальний для даного виду сиру	0	10
Нерівномірний	1–2	9–8
Щілиноподібний малюнок	3–5	7–5
Сітчастий малюнок	4–5	6–5
Відсутність вічок	3	7
Губчастий малюнок	5–7	5–3
Малюнок із перериваннями	3–4	7–6
<i>Смак і запах</i>		
Відмінні	0	45
Хороші	1–2	44–43
Хороший смак, але слабо виражений аромат	3–5	42–40
Задовільні, але слабо виражені	6–8	39–37
Кормовий присмак	9–12	36–33

Продовження таблиці 3

1	2	3
Кислий смак	8–10	37–35
Затхлий запах і смак	9–12	36–33
Гіркий смак	9–15	36–30
Різко кислий смак	9–15	36–30
Консистенція		
Відмінна	0	25
Хороша	1	24
Задовільна	2	23
Груба, тверда	3–9	22–16
Пухка	5–8	20–17
Крихка	6–10	19–15
Колюча	4–15	21–10

Таблиця 4. Диференціювання якості сирів за результатами бальної оцінки

Товарний сорт	Сумарна оцінка, балів	Оцінка за смаком і запахом, бал, не менший
Вищий	100-87	37
Перший	86-75	34

30-бальні шкали. Їх застосовують для дегустаційної оцінки певного асортименту хлібобулочних та кондитерських виробів. 30-бальні шкали побудовані для трьох рівнів стандартної якості, враховують значимість показників, мають порівняно невеликий діапазон незадовільних оцінок, що становить 13 % від загальної кількості балів. Сума коефіцієнтів значущості дорівнює десяти.

Недоліки 30-бальних шкал: дробові значення оцінок і деяких коефіцієнтів значимості; шкали призначені для вузькопрофільних фахівців; невдалий розподіл показників якості. Зовнішньому вигляду виробів (формі і поверхні) відведено 45 % від загальної кількості балів, характеристиці м'якушки для здобних виробів – 20 %, для формового і подового хліба – 30 %; смаку і аромату виділено лише 25–35 % балів, що є недостатнім. Перевагу значущості естетичних ознак на шкоду смакоароматичних слід розцінювати як недолік шкали, оскільки створюються умови для ослаблення уваги виробничників до смакових якостей хліба, в результаті чого знижується споживчий попит на хлібобулочні вироби.

25-бальна система застосовується для органолептичного контролю якості безалкогольних напоїв (табл. 5). У 25-бальній шкалі досить докладно описані характеристики ознак для чотирьох рівнів якості і явну перевагу віддано для смакоароматичних показників, частка яких (смак + запах + насиченість діоксидом вуглецю) становить 72–75 % для безалкогольних напоїв і 68 % для мінеральних вод.

Недоліки 25-бальної системи:

1) наявність великої неробочої зони незадовільних оцінок;

2) не витримано єдність інтервалів між бальними оцінками різних рівнів якості окремих показників, наприклад, за оцінювальною шкалою для безалкогольних газованих напоїв за показниками прозорість, колір і зовнішній вигляд між рівнями якості відмінно, добре, задовільно і незадовільно інтервали становлять відповідно 2, 1 і 3 бали;

3) не описані ознаки для кожного балу, наприклад, немає характеристики прозорості, кольору і зовнішнього вигляду для 6, 3 і 2 балів, опису смаку і аромату для бальних оцінок 11, 9 і 7;

4) використовуються терміни «відповідний», «властивий», «не властивий», зрозумілі лише фахівцям, що усуває можливість працювати зі шкалами непрофесіоналам при споживчій оцінці напоїв; в шкалах немає показників, які характеризують якість упакування, етикетки, які є важливим чинником формування у споживачів загального враження про якість харчових продуктів.

Таблиця 5. Органолептична оцінка безалкогольних газованих напоїв

Показник	Характеристика показника	Оцінка якості, бал	Рівень якості
1	2	3	4
Прозорість, колір, зовнішній вигляд	Прозорий з блиском; яскраво виражений колір, відповідний до кольору плодів, з яких виготовлений напій, або характерний для даного виду напою	7	Відмінно
	Прозорий без блиску; яскраво виражений колір, відповідний до кольору плодів, з яких виготовлений напій, або характерний для даного виду напою	5	Добре
	Слабка опалесценція, яка допускається для ряду напоїв, і менш виражений колір, відповідний кольору плодів, з яких виготовлений напій, або характерний для даного виду напою	4	Задовільно
	Сильна опалесценція або осад, які не передбачені нормативною документацією, колір не відповідає найменуванню напою	1(знімається з дегу-стації)	Незадовільно

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
Прозорість, колір, зовнішній вигляд	Непрозорі напої з м'якоттю і кольором, який відповідає даному виду напою	7	Відмінно
Смак і аромат	Характерний повний смак і сильно виражений аромат, властиві для даного виду напою	12	Відмінно
	Хороший смак і аромат, властиві для даного виду напою	10	Добре
	Недостатньо повно виражений смак і слабкий аромат, але властиві для найменування напою	8	Задовільно
	Погано виражений смак і сторонній тон в смаку та ароматі, не властиві для даного напою	6	Незадовільно
Насиченість діоксидом вуглецю	Рясне і тривале виділення діоксиду вуглецю після наливання в келих, відчуття на язиці м'якого поколювання	6	Відмінно
	Рясне, але нетривале виділення діоксиду вуглецю після наливання в келих, слабкі відчуття поколювання язика	5	Добре
	Дуже швидке виділення діоксиду вуглецю, дуже слабо відчувається в смаку діоксид вуглецю	4	Задовільно
	Невелике і дуже слабе виділення діоксиду вуглецю	2	Незадовільно

За **10-бальною шкалою** проводять дегустаційну оцінку виноградних вин. Вона включає п'ять показників, з наступними максимальними балами: прозорість і колір – по 0,5; «букет» – 3; смак – 5; типовість – 1. Співвідношення балів між ознаками, зумовленими візуально, і смакоароматичними ознаками становить 1 : 8. Типовість служить специфічним показником якості вин. Для шампанського типовою властивістю є ігристість. Шкала не містить характеристики упаковки та художнього оформлення товару. Дроблення балів на частки і використання для окремих показників різних шкал, які мають неоднакові точки (бальність шкал від 0,5 до 5), обмежують область застосування.

Кожна з наведених чотирьох бальних систем (10-, 25-, 30- й 100-бальна) розроблена у відповідних галузях виробництва харчових продуктів. Наслідком галузевого підходу до проблеми оцінки якості продуктів є відсутність єдиної методології, вузький професіоналізм оцінювальних шкал і неприйнятність їх для сфери обігу. Жодна з цих бальних систем не знайшла застосування в торгівлі, яка недостатньо використовує сучасні науково обгрунтовані методи органолептичного контролю якості харчових продуктів, не виконуючи тим самим функції захисту інтересів споживачів.

Оцінювальні шкали повинні служити сполучною ланкою між виробництвом і торгівлею. Чотири типи розглянутих вище бальних шкал не відповідають сучасним вимогам побудови науково обгрунтованих шкал. Одна з основних незручностей полягає в тому, що вони розрізняються бальністю і харчові продукти різних товарних груп непорівняльні за результатами цих оцінок. Інший спільний недолік викликаний тим, що вагомість показників закладена безпосередньо в шкалі, з якою працює дегустатор. Це ускладнює оцінювальну роботу, так як порушений принцип: кожен бал шкали повинен відповідати іншій якості продукту. Третій недолік (вже відзначений вище) зумовлений галузевим підходом до оцінки якості. Шкала відображає можливості та інтереси галузі.

4.2. Перспективи бальних шкал

Незважаючи на вказані вище недоліки, бальне оцінювання якості харчових продуктів дуже поширене. В різних країнах прийняті різні системи і структури із 5-, 10-, 15-, 18-, 20-, 30-, 50- і 100-бальними шкалами. Часто застосовують шкали із 5 і 20 балами. В рамках міжнародного співробітництва проведені наукові розроблення уніфікованої бальної системи оцінки органолептичних властивостей продуктів харчування. Введення в практику методу бальної оцінки, заснованого на єдиних принципах, необхідне також міжнародній торгівлі для обміну інформацією про якість харчових продуктів, яка буде однаково інтерпретуватися в різних країнах.

Європейська організація з контролю якості розробила структурний метод характеристики органолептичних властивостей продуктів харчування, необхідний для контролю якості в приватному і державному секторах промисловості. Застосування структурних шкал, заснованих на єдиних принципах, полегшує уніфікацію вимог до органолептичної оцінки в різних країнах і фірмах, що особливо важливо для харчових продуктів нового асортименту. При цьому необхідно дотримуватися таких основних принципів:

1) структура і система бального методу повинні бути доступними для розуміння – оцінки на шкалі співставні з оцінками споживачів;

2) при складанні описових характеристик насамперед слід враховувати оцінку продукту споживачами, по можливості уникати повторень і збігів. Показники якості та характеристики переважно об'єднувати в групи, застосовуючи експертні методи групового обговорення;

3) розрахунок градацій шкали і коефіцієнтів вагомості показників доцільно проводити з урахуванням думок споживачів;

4) позитивні і негативні характеристики показників співвідносити з відповідними точками на шкалі. Кожен бал шкали повинен мати опис ознак якості;

5) різні групи ознак переважно оцінювати за допомогою шкал інтервалів, які дозволяють поряд з диференціюванням і ранжируванням порівнювати ширину інтервалів. Значення поділок шкали визначати статистично. Опис ознак складати на основі загальної обґрунтованості;

6) сенсорну оцінку бажано доповнювати даними інших методів, наприклад інструментальних, але ці вимірювання не є частиною методу бальної оцінки. Бали органолептичного тесту повинні бути виражені так, щоб їх можна було використовувати для статистичних розрахунків. Результати випробувань повинні вписуватися в загальну систему, яку можна застосувати до різних видів харчових продуктів.

Найвідповідальнішим моментом є вибір шкали. З урахуванням викладених принципів рекомендована шкала із симетричними інтервалами, на якій більше значення відповідає хорошій якості, а менше – поганий. Існуючі шкали мають зазвичай від 3 до 11 інтервалів. Досвід показує, що при оцінці групових показників (смак, запах, консистенція, зовнішній вигляд та ін.) для кваліфікованих дегустаторів зручнішими є шкали із 6–8 інтервалами. Встановлено, що здатність розрізняти інтервали якості складних показників неідентична здатності тих же дегустаторів розрізняти інтервали для простих тестів. Наприклад, досвідчений дегустатор здатний розрізняти до 20 концентрацій солодкого смаку, але утруднюється розрізнити значно меншу кількість ступенів смаку продукту, створеного композицією компонентів. Для зручності роботи та забезпечення надійних результатів для оцінки різних показників у рамках однієї системи слід використовувати одну і ту ж шкалу з однаковою кількістю інтервалів. Важливою вимогою бальної системи є усунення елементів суб'єктивізму.

Дослідження, виконані в Центрі з проведення контролю якості та аналізу харчових продуктів (Угорщина), свідчать про те, що для роботи дегустаторів доцільно використовувати однорідну 5-бальну шкалу органолептичної оцінки різних показників якості та застосовувати коефіцієнти вагомості. До складання характеристик показників якості (за 5-бальною шкалою) висувають такі вимоги:

а) бал 5 – за оцінюваною ознакою харчовий продукт має чітко виражені позитивні властивості; загальне враження повністю гармонійне, дефекти або недоліки не виявлені;

б) бал 4 – харчовий продукт має непомітні дефекти або недоліки, створює відчуття майже повного задоволення;

в) бал 3 – позитивні характеристики харчового продукту погіршені, продукт має помітні дефекти або недоліки, оцінка задоволення відповідає прийнятному рівню;

г) бал 2 – харчовий продукт має недоліки і дефекти, отже, він не відповідає вимогам стандарту. Оцінка задоволення знижена, але цей продукт може бути проданий за певних умов (наприклад, при пропорційному зниженні вартості);

д) бал 1 – харчовий продукт має значні дефекти і недоліки, тому непридатний для вживання. Однак він може бути призначений для повторної переробки;

е) бал 0 – харчовий продукт має дефекти, які вказують на його псування. Отже, в будь-якому вигляді цей продукт харчування непридатний для вживання в їжу.

Вимоги до якості продукту харчування, який отримує 5 балів, описуються як «відмінні» відповідно до міжнародних стандартів. Якщо для будь-якого харчового продукту або рівня шкали важко дати словесний опис, то, як виняток, можна не подавати описової характеристики і запропонувати дегустатору виставити оцінювальні бали на основі власного досвіду. В окремих випадках в шкалу дозволяється не включати 0 балів.

При виборі показників якості доцільно групувати характеристики відповідно до їх сприйняття органами відчуттів, обов'язково узгоджуючи це із експертами. Оптичні характеристики об'єднуються одним терміном «зовнішній вигляд» і включають в себе ряд ознак, оцінюваних візуально: зовнішній вигляд, форма, прозорість, стан поверхні, колір і т. д. В окремих випадках необхідно виділяти ознаки, наприклад, «зовнішній вигляд» і «колір» для напоїв, а «форму» і «кірку» для хліба оцінювати окремо. Показник «запах», що виділяється як самостійна ознака, повинен оцінюватися без урахування смакових відчуттів. Не рекомендується його позначати терміном «аромат», який включає тільки позитивне (приємне) відчуття запаху. Показник «смак» характеризується основними видами смаку (солодкий, солоний, кислий, гіркий), а також нюховими і дотикальними відчуттями, створюваними в порожнині рота. Не рекомендується виділяти слухові характеристики, наприклад, хрустіння печива і солоного огірка та інші, так як ці ознаки оцінюються одночасно зі смаковими і дотикальними признаками.

Для описової характеристики показників застосовуються точні недвозначні поняття. Не слід застосовувати терміни, що відносяться до популярності продукту. Оцінка 5 балів («відмінно») включає докладний опис всіх важливих властивостей продукту і ступеня їх інтенсивності. Характеристика нижчих ступенів якості повинна містити тільки недоліки. Особливо чітко вимагається розмежовувати описи, які відповідають рівням 3 і 2 бали, так як оцінка 2 бали характеризує небажану якість із позицій стандартного нормативу.

Результати бальної оцінки зразків продукту, отримані дегустаційною комісією, піддаються математичній обробці. Найпростіший прийом полягає в усередненні. Оцінка прийнятна, якщо дегустатори дають близькі значення одним і тим же зразкам, наприклад 3 і 4 або 4 і 5 балів. Члени комісії можуть виставляти не тільки цілі, але і дробові оцінки, що підвищує чутливість методу, однак немає сенсу виставляти оцінку 0,5 балів між 1 і 0.

При залученні до роботи лічильної комісії, яка налічує п'ятьох дегустаторів і більше, після розрахунку середнього арифметичного значення показника і порівняння його із оцінками дегустаторів можна виключити оцінки дегустаторів, які суттєво відрізняються від середньої і перерахувати заново. Для гомогенних харчових продуктів відмінність вважається значною, якщо перевищує $\pm 1,2$ од. незваженого балу у порівнянні із середнім значенням; для гетерогенних продуктів це значення рівне $\pm 1,5$ од. Якщо комісія складається із трьох дегустаторів, то при значних розбіжностях результатів органолептичну оцінку слід повторити, так як оцінок двох дегустаторів недостатньо для обчислення середніх значень.

На наступному етапі обробки результатів середні арифметичні бальних оцінок множать на відповідні коефіцієнти вагомості показників і отримані середні значення оцінок підсумовують. Отримують загальну балову оцінку якості. Середні значення і загальні бальні оцінки приводять з точністю до десяткового знаку.

Для прикладу, розроблений угорським Центром з проведення контролю якості та аналізу харчових продуктів метод застосування 20-бальної системи передбачає наступне диференціювання харчових продуктів за категоріями якості та загальним зваженим балом: відмінна якість – 17,6–20; хороша – 15,2–17,5; посередня – 13,2–15,1; прийнятна – 11,2–13,1; неприйнятна – менше 11,2. Автор методу П. Молнар підкреслює, що одним з основних його переваг є гнучка структура, яка дає можливість безперервного вдосконалення без зміни основних принципів.

4.3. Уніфікована бальна система

Найповніше сучасним вимогам відповідають 5-бальні шкали із коефіцієнтами вагомості (переконливості, значимості) для окремих показників якості.

В органолептиці бальні шкали із коефіцієнтами вагомості застосовують переважно в наукових дослідженнях. Розроблення в цьому напрямі ведуться в наукових організаціях та

університетах. В основі, як правило, лежить 5-бальна шкала. При розрахунку коефіцієнтів вагомості перевага надається цілим числам, рідше застосовуються дробові коефіцієнти, сума яких дорівнює одиниці.

Існує досвід розроблення складових елементів бальної системи для дегустаційної оцінки харчових продуктів. Основна увага приділяється характеристиці якості одиничних показників, коефіцієнтам вагомості показників, принципам якісного диференціювання продуктів харчування за результатами бальних оцінок. Зокрема, відома уніфікована система сенсорної оцінки консервів, приготованих із копченої, бланшорованої або підсушеної риби. Шкала містить комплекс показників, які характеризують стан упакування, густої і рідкої фаз консервів. Наприклад, показники і коефіцієнти вагомості для консервів типу шпроти наступні: художнє оформлення банок – 1, зовнішній вигляд металевої упаковки – 1, стан внутрішньої поверхні банок – 1, наповнення банок – 1, розміри тушок – 1, розроблення риби – 1, укладання риби – 1, стан тушок і шкірних покривів – 2 колір шкірних покривів – 1, зовнішній вигляд заливки – 1, запах – 3, смак – 4, консистенція – 2.

Методи бальної оцінки призначені для встановлення відхилень якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції, з'ясування впливу умов виробництва, транспортування і зберігання продуктів харчування.

Прогресивні тенденції в розробленні уніфікованої бальної методології створюють перспективи для розширення сфери застосування та підвищення ефективності бальних методів дегустаційного контролю. Стандартизація методів на державному рівні і в міжнародних масштабах повинна відповідати вимогам виробничого і споживчого контролю якості, а також науково-дослідним цілям. Для універсального методу бальної оцінки необхідний механізм швидкого виконання оцінювальних операцій, який дає гарантію надійності результатів і можливості постійного удосконалення методу в міру накопичення нових знань без фундаментальної зміни основ бальної системи.

4.4. Розроблення профілограм

В **профільному методі** експертів залучають для вирішення наступних завдань: складання переліку характерних ознак харчового продукту; вибору еталонних речовин або натуральних продуктів, які проявляють аналогічні ознаки; розроблення словника для опису ознак; визначення порядку подання зразків на дегустацію і послідовності оцінки характерних ознак; побудови оцінювальної шкали або диференційованих шкал для різних показників якості: смаку, запаху, консистенції; випробування розроблених елементів і складання профілів.

При підготовці переліку характерних ознак, виборі еталонів, визначенні порядку подання зразків і способу оцінки можна застосовувати групові або індивідуальні методи опитування експертів. Для вирішення інших питань використовують переважно індивідуальні методи із процедурою анкетування. При розробленні смакового профілю рекомендується наступний **алгоритм дії експертів**.

На **першому етапі** проводять ідентифікацію характерних відчутних складових запаху і смаку. Профілі смаку і запаху можна або складати окремо, або до смакового профілю додавати ознаки запаху, тобто будувати профіль флевору (смакоти). При вживанні харчового продукту запах впливає на сприйняття смаку. Для більшості продуктів харчування діючі стандарти визначають смакоароматичні властивості узагальнено. В аналітичних сенсорних дослідженнях доцільно оцінювати ці показники якості окремо. Експерти встановлюють ознаки запаху і смаку в описових або асоціативних визначеннях. На цьому етапі складаються номенклатура характерних ознак і термінологія.

На **другому етапі** визначається порядок, в якому ознаки проявляються. Кожен експерт індивідуально реєструє ознаки в тому порядку, в якому їх відчуває.

Третій етап включає оцінку інтенсивності кожної ознаки окремо. Інтенсивність також визначають переважно індивідуальним методом із використанням оцінювальних шкал: словесних, рангових або графічних.

На **четвертому етапі** здійснюється перевірка присмаку і (або) стійкості. Смак, який з'являється після того, як пробу проковтнули, називається **залишковим смаком** (або **присмаком**). Залишкове відчуття того ж самого смаку після того, як пробу проковтнули, або забракували, називається **стійкістю** і характеризується **періодом стійкості**. В окремих випадках експертам-дегустаторам буде потрібно ідентифікувати присмак і визначити його інтенсивність і період стійкості.

На **п'ятому етапі** оцінюється **загальне враження**, тобто дається повна оцінка харчового продукту з урахуванням особливостей характерних ознак, їх інтенсивності, ідентифікованого фонового смаку і суміші смаків. У деяких випадках оцінка загального враження виконується спочатку.

В найпростішому випадку оцінка загального враження проводиться за 3-бальною шкалою: 3 – висока якість, 2 – середня, 1 – низька. Використовуючи груповий метод із взаємодією (обговоренням), званий також **методом згоди**, колектив узгоджує загальне враження. При індивідуальному порядку роботи кожен експерт-дегустатор проставляє бали, які потім усереднюються. Міжнародний стандарт передбачає можливість застосування групового та індивідуального методів у профільному аналізі.

Груповий метод полягає в наступному. Спочатку експерти-дегустатори працюють індивідуально, реєструючи характерні ознаки, порядок їх прояву, інтенсивність, потім оцінюють загальне враження. Результати індивідуальної роботи передають керівнику комісії (організатору) для складання остаточного профілю з урахуванням групового обговорення, мета якого полягає в тому, щоб домогтися повної згоди. Обговорення триває доти, доки експертна комісія не прийде до єдиної думки. При цьому можна використовувати еталонні речовини або продукти.

При **індивідуальному (самостійному) методі** комісія обговорює ідентифікацію і термінологію характерних ознак. Після того як угода досягнута, експерти-дегустатори працюють самостійно, щоб визначити порядок відчуттів, інтенсивність кожної ознаки, присмак і стійкість, загальне враження. При цьому експерти повинні використовувати в роботі одну оцінювальну шкалу. Отримані результати передають керівнику комісії для обробки і усереднення без колективного обговорення.

У профільному аналізі текстури харчового продукту К. Помпеї описує наступний алгоритм. На попередньому етапі група експертів працює колективно. При цьому вирішується питання, які параметри відіграють роль при оцінюванні якості конкретного харчового продукту і виробляється єдина термінологія. Потім узгоджується карта для реєстрації результатів. Можна використовувати бланк, на який наноситься кілька горизонтальних ліній, наприклад по 15 см довжиною для кожного параметра. На лінії зазначаються відповідні описові терміни на відстані 10 мм від країв і в середині.

Експерти індивідуально оцінюють інтенсивність кожного параметра текстури і реєструють результати, відзначаючи на лінії відповідну відстань від зазначених термінів. Відповіді трансформуються в числові значення подальшого градування шкали. Результати обробляються статистично окремо для кожного параметра. Встановлюють рівень значимості відповідей по відношенню до зразків чи відносно окремих експертів. Потім будується профіль. Відомі різні способи графічної побудови профілів. Наприклад, на рис. 4.1 показано побудову смакового профілю томатного соусу у вигляді півкола і кола за 5-бальною шкалою.

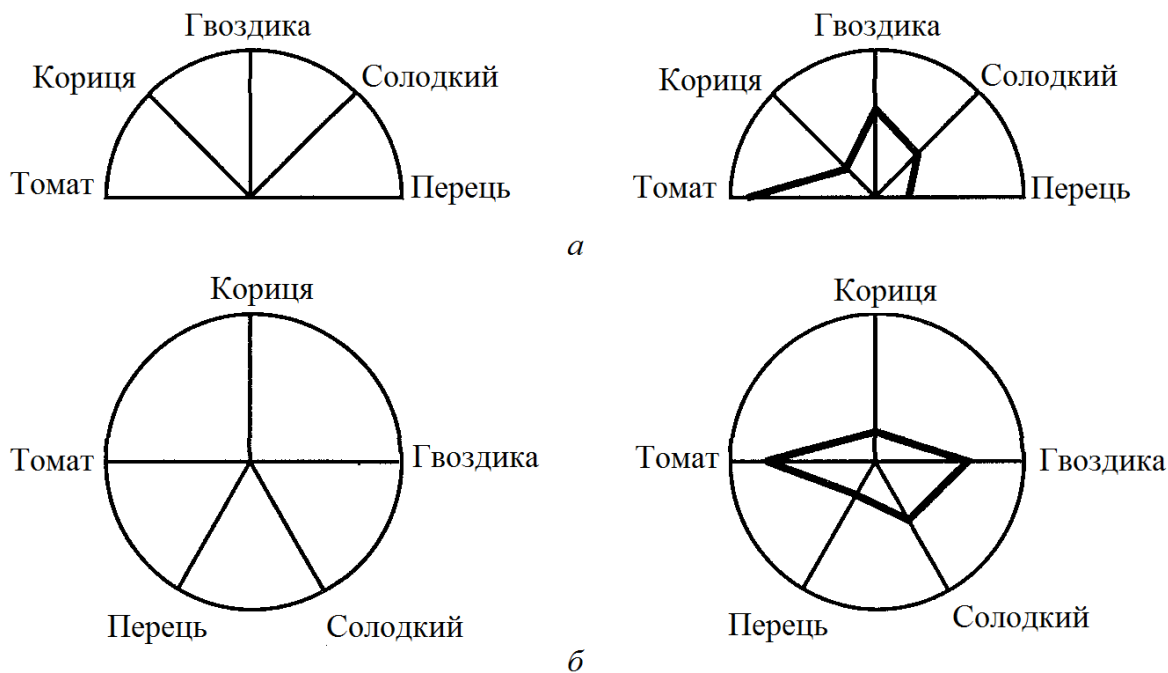


Рис. 1. Побудова смакового профілю томатного соусу у вигляді півкола (а) і кола (б)

Радіальні лінії є шкалами зі значеннями 0 в центрі і 5 на лінії кола. Кількість ліній дорівнює кількості досліджуваних параметрів. На лініях відкладають відрізки, які відповідають середнім арифметичним значенням оцінок інтенсивності різних параметрів. З'єднавши нанесені точки, отримують профіль текстури.

Профільний метод має великі перспективи. Наприклад, при розробленні нового продукту може бути побудований ідеальний профіль, а потім, варіюючи технологічними режимами і набором компонентів, можна наблизити профіль одержуваного харчового продукту до ідеального профілю. За допомогою цього методу зручно виявляти зміни, які протікають в продуктах харчування при заміні складових у рецептурі або при зменшенні (збільшенні) масової частки якого-небудь компонента. Метод може також успішно застосовуватися при аналізі змін, які відбуваються в харчових продуктах під впливом різних умов зберігання, у порівнянні із аналогами.

Контрольні запитання

1. Роль органолептики в оцінці якості продуктів харчування.
2. Вклад вітчизняних та зарубіжних вчених у розвиток науки органолептики.
3. Як здійснюється стандартизація органолептики?
4. Зв'язок органолептики з іншими науками.
5. Особливості сучасної органолептики.
6. Опишіть особливості бальних шкал оцінювання.
7. Які перспективи бальних шкалах.
8. Охарактеризуйте уніфіковану бальну систему.
9. Як здійснюється розроблення профілограм харчових продуктів?

Лекція 2

Теоретичні основи сприйняття сенсорних ознак харчових продуктів

1. Природа і фактори візуальних відчуттів

Загальне враження про харчовий продукт створюється зазвичай при зовнішньому огляді, тобто **зоровому відчутті**, званому інакше **візуальним** (зоровим). Візуально визначають художнє оформлення і якість упакування, форму, колір і консистенцію, прозорість або каламутність харчового продукту та інші показники.

При органолептичному аналізі найкраще освітлення – природне (сонячне) розсіяне. Для меншої стомлюваності розглядуваний предмет повинен знаходитися на відстані 25–50 см від очей. Відстань від лампи до досліджуваного зразка харчового продукту повинна бути близько 60 см.

Сонячні промені складаються із світлових хвиль різної довжини і проникності в різних середовищах. Для світла характерна двоїста природа: хвильова і корпускулярна. Світло проявляє властивості електромагнітних хвиль і складається з потоку частинок із різною енергією (квантів). Величина енергії кванта світла обернено пропорційна довжині хвилі.

Органи зору (очі) є аналізаторами, які збуджуються хвилями світлових променів у видимій області спектру (від 380 до 760 нм). При довжинах електромагнітних хвиль менших за 380 нм розпочинається ультрафіолетове випромінювання, невидиме для ока людини. Випромінювання довжиною хвилі 380–470 нм мають фіолетовий і синій кольори, 480–500 нм – синьо-зелений, 510–550 нм – зелений, 560–590 нм – жовто-оранжевий, 600–760 нм – червоний. Інфрачервоне випромінювання з довжиною хвиль більше 760 нм невидиме для людського ока.

Світлові промені видимого діапазону безперешкодно проходять через речовину, яка візуально не має кольору і є прозорою. Промені світла можуть частково або повністю поглинатися молекулами або атомами речовини. Залежно від властивостей об'єкта можливе також часткове або повне відбивання світлових променів.

Візуальне відчуття кольору визначається властивостями об'єкта і зорового аналізатора. При вибірному поглинанні і відбиванні променів окремих ділянок світлового спектру оком сприймаються різноманітні кольори і відтінки.

Зорове відчуття виникає при подразненні закінчень очного нерва продуктами розпаду світлочутливої речовини, яка знаходиться в сітківці ока. Якщо світло відбивається не менш ніж на 90 %, то харчовий продукт сприймається білим або безбарвним, наприклад, цукор, сіль. При поглинанні об'єктом всіх або майже всіх променів видимої частини спектру виникає відчуття чорного кольору (чорний байховий або плитковий чай). Якщо речовина поглинає частину променів, то її колір сприймається оком за відбитою частиною променів. Наприклад, червоне вино поглинає всі промені видимої частини спектру, за винятком червоних, які воно відбиває.

Практично немає природніх речовин, які б відбивали лише одну вузьку ділянку спектра, поглинаючи інші промені. Для таких цілей створюють світлофільтри, якими можна користуватися при органолептичному аналізі, наприклад, щоб полегшити оцінку колірних відмінностей в зразках однорідної продукції.

Всі **кольори** поділяються на хроматичні (забарвлені) і ахроматичні (незабарвлені). До останніх відноситься сірий колір, що має відтінки в діапазоні від білого до абсолютно чорного. Сірий колір відсутній в спектрі і не може бути охарактеризований довжиною хвилі електромагнітного спектра. Цей колір визначається лише показником яскравості.

Інші відомі кольори відносяться до хроматичних. На спектральній ділянці кожного кольору можна виділити декілька відтінків, яким відповідають вужчі інтервали хвиль. Монохроматичному

жовтому кольору відповідає довжина хвилі 580 нм, червоному – 712 нм. Хроматичний колір можна отримати також в результаті композиції променів трьох спектральних кольорів у певних співвідношеннях. Наприклад, лимон відбиває одночасно зелені, жовті та червоні світлові промені, а око сприймає лимон жовтим. Суміш крайніх кольорів спектру – червоного та фіолетового – у певних співвідношеннях дає пурпурові кольори: малиновий, вишневий, ліловий, які не є кольорами спектру, але мають свої характеристики довжини хвилі в інтервалі від 492 до 576 нм. Для характеристики сприймаючого кольору використовують такі поняття: колірний тон або відтінок, насиченість, яскравість або інтенсивність.

Колірний тон визначається довжиною хвилі видимої частини оптичного спектру. Насиченість, або чистота кольору, описується термінами слабкий, сильний, блідий, тьмянний, насичений та ін.

При змішуванні хроматичного і ахроматичного кольорів колірний тон або відтінок визначається хроматичним кольором, а насиченість – ахроматичним. Сірі тони розрізняються лише за інтенсивністю. Яскравість кольору характеризують термінами темний, світлий, яскравий, при цьому мається на увазі його інтенсивність, що не міняє відтінку. Враження яскравості залежить також від того, на якому тлі розглядається об'єкт.

Яскравість освітлення впливає на відчуття кольору. Наприклад, при зменшенні освітленості жовтий колір може сприйматися як коричневий. При добрій тренуваності очі людини розрізняють за колірним тоном від 100 до 200 кольорів, за насиченістю – до 25, за яскравістю – до 65. При недостатньому освітленні здатність ока розрізняти кольори різко знижується.

Колірне відчуття залежить від спектрального складу випромінювання: візуально сприймані відмінності кольорів можуть або посилюватися, або слабшати. При жовтуватому освітленні лампами розжарювання, наприклад, сині та зелені колірні тони важче розрізнити, ніж червоні та помаранчеві.

При проведенні візуальних оцінок харчових продуктів слід враховувати вплив джерела освітлення на сприйняття колірних відчуттів очей. Штучні джерела світла бідні на короткохвильові промені. Наприклад, при сонячному освітленні об'єкт сприймається, синім, а в світлі від лампи розжарювання здається майже чорним.

Існує поняття **константності сприйняття**, яке характеризує здатність очей правильно визначати колір незалежно від мінливих умов освітлення. Поправка на освітленість проводиться несвідомо. Колір головним чином визначається природою речовини і меншою мірою – спектральним складом світла.

Сприйняття кольору залежить від суб'єктивних факторів: фізіологічних особливостей дегустатора, віку, кваліфікації, порушення колірного зору, мети дегустації. Якщо в сітківці ока є генетичні відхилення, наприклад, відсутні фоторецептори певних ділянок спектра, то вони не розрізняють відповідні кольори.

Приблизно 10 % людей мають аномалії колірного зору; серед них частіше зустрічаються люди, що не відрізняють зелений колір, рідше – червоний, ще рідше – синій колір. Вкрай рідкісні випадки повної колірної сліпоти, коли об'єкти сприймаються ахроматичними. Серед дальтоніків переважають чоловіки.

Кольоросприйняття здійснюється в **сітківці**, розташованій на внутрішній поверхні **очною яблука**. У сітківці є фоторецептори – клітини у формі **колбочок** (близько 130 млн) і **паличок** (близько 7 млн). Сигнали від світлочутливих елементів надходять в центральну нервову систему. Колбочковидні клітини диференційовані відносно спектральної чутливості. Максимум чутливості для ока людини виявлений у фіолетовій, зеленій і жовтій областях спектра. Відповідно до теорії трихроматичного колірного зору (Т. Юнг і Г. Гельмгольц) всі кольори і відтінки, що

сприймаються оком, утворюються за рахунок змішування в різних співвідношеннях трьох основних колірних компонентів, до яких чутливі три види колбочкових фоторецепторів. Сині колбочковидні клітини збуджуються при освітленні монохроматичним світлом з довжиною хвилі 445–450 нм, що відповідає синьо-фіолетовому кольору; зелені колбочки чутливі при довжині хвилі 525–535 нм, що відповідає зеленому кольору; жовті фоторецептори збуджуються променями із довжиною хвилі 555–570 нм, що характерне для оранжевого кольору.

Колбочковидні фоторецептори мають високу роздільну здатність, вони чутливі до кольору і менш чутливі до інтенсивності світла. Для їх нормального функціонування потрібно добре освітлення, переважно природне. Палочковидні клітини мають невелику роздільну здатність, нечутливі до кольору, але дуже чутливі до світла. При слабкому освітленні функціонує лише паличковий тип зору, а колірний зір практично відсутній.

При денній достатній інтенсивності світла максимальна чутливість очей знаходиться в жовто-червоній області спектра, яка сприймається жовтими колбочковидними фоторецепторами. При низькій інтенсивності світла очі чутливіші до зеленої області спектра.

Залежність колірного зору від освітленості була відкрита чеським біологом Я. Е. Пуркінє і сформульована таким чином: при різному забарвленні об'єктів співвідношення їх уявної яскравості змінюється залежно від освітленості. В міру зменшення інтенсивності світла блакитні, сині й фіолетові кольори видаються яскравішими у порівнянні із червоними, помаранчевими та жовтими. Ефект Пуркінє пояснюється зміщенням максимуму чутливості очей із зони 556 нм при денним освітленні в зону 510 нм при слабкому освітленні. При яскравому освітленні функціонують колбочковидні фоторецептори, при слабкому світлі – паличкоподібні клітини.

Вплив різних факторів на зорові сприйняття необхідно враховувати при організації дегустаційного контролю якості харчових продуктів. Приміщення для дегустацій рекомендується розташовувати в північній стороні будівлі. Оптимальна площа вікон повинна складати близько 35 % поверхні підлоги. Приміщення має бути добре освітлене, переважно розсіяним денним світлом без проникнення прямих сонячних променів. Освітленість робочих місць повинна бути рівномірною і становити не менше 500 лк. Загальне стельове та індивідуальне освітлення для дегустаторів має забезпечувати достатню інтенсивність світла. Крім того, в кожній кабіні дегустатора необхідно мати лампу розжарювання середньої потужності, забезпечену фільтрами з кольорового скла. Стіни лабораторії слід фарбувати у білий, кремовий або світло-сірий колір, меблі повинні бути білого кольору.

Дегустаторові для точного опису візуальних відчуттів необхідно володіти **номенклатурою кольорів**. Розроблено різні варіанти систематики кольорів. В системі Ньютона кольори розташовані аналогічно до веселки. Перші класифікації кольорів зроблені у Франції – альбом кольорів, та в Англії – словник кольорів, який містить близько 380 кольорів і відтінків.

Вважають, що існує від 7 до 10 млн. колірних відмінностей. Словниковий запас містить кілька тисяч найменувань, але лише кілька десятків з них можна виразити окремими словами, наприклад червоний, синій, зелений, коричневий, вишневий та ін. Кілька сотень назв кольорів є словосполученнями кольору, відтінку, насиченості, яскравості, наприклад, світло-зелений, яскраво-синій тощо.

Для позначення кольору використовуються або спеціальні терміни, наприклад, чорний, білий, жовтий, синій, або такі, які асоціюють зі знайомими об'єктами: морквяний, малиновий, рожевий, смарагдовий, золотистий, сріблястий та ін

Кольори, створювані змішуванням пігментів, називають, комбінуючи відповідні терміни: жовто-коричневий, оранжево-жовтий, жовто-зелений. У ряді випадків для характеристики відповідного відтінку застосовують назви знайомих предметів: солом'яно-жовтий, золотисто-жовтий, медово-жовтий, оливково-зелений, смарагдово-зелений, яблучно-зелений.

Деякі кольори позначають словами іноземного походження. Наприклад, термін оранжевий походить від французького слова оранж, яке означає апельсин, фіолетовий – від слова віолет (фіалка), ліловий – від ліла (бузок).

Для стандартизації кольорів зазвичай використовують еталонні зразки. Але нерідко проводилися спроби заміни цієї системи шифрами або кодами з цифровим або буквено-цифровим позначенням. Кольорові ж відмінності харчових продуктів доцільно характеризувати описовим методом.

Колір і його відтінки, насиченість і яскравість залежать також від поверхні об'єкта, яка може бути блискучою, гладкою, глянцевою, рівною, пористою, тьмяною, матовою, шорсткою, що пов'язано з рівномірним або нерівномірним розсіюванням світлових променів поверхнею харчового продукту.

2. Нюх і смакові відчуття

Нюх – надзвичайно тонке відчуття. Людина зазвичай розрізняє і запам'ятовує до 1000 **запахів**, а досвідчений фахівець здатний розрізнити 10 000–17 000 запахів. Поряд з поняттям запаху використовують терміни «**аромат**» для позначення приємного запаху і «**букет**» для характеристики складного аромату, що формується в результаті ферментативних і хімічних процесів, наприклад, при витримці вин і коньяків, при дозріванні сичужних сирів, рибних консервів типу «Шпроти» і «Сардини», при ферментації чаю, обсмажуванні зерен кави тощо.

Орган нюху знаходиться в носовій порожнині. Нюховий епітелій розташовується на площі 3–5 см², має жовтий колір завдяки присутності зерняток барвника в особливих чутливих клітинах, розташованих у слизовій оболонці верхньої частини перегородки, склепінні носа та інших його частинах. Нюховий епітелій, розташований у верхній частині носової порожнини, знаходиться у прямому зв'язку з ротовою порожниною. Молекули летких ароматуютьуючих речовин, які знаходяться в ротовій порожнині, легко потрапляють через носоглотку в носову порожнину.

Різновид нюху виникає при подразненні трійчастого нерва, що має безліч закінчень в носовій порожнині. Нерви гортані та язика, блукаючий нерв гортані та інші нерви слабо подразнюються при дії ароматуютьуючих речовин.

Виявлено подразливий вплив певних запахів на здатність до інтенсивної фізичної чи розумової роботи, а також заспокійливий вплив окремих запахів на нервову та інші системи людини.

За останні 100 років запропоновано близько 30 різних гіпотез **механізмів запаху**, проте сьогодні немає однозначної науково доведеної теорії. Найвідомішими є стереохімічна та мембранна гіпотези. Остання пояснює виникнення запаху проникністю клітинної мембрани молекулами леткої речовини, але не обґрунтовує широкого діапазону сприйманих нюхових відчуттів. Відповідно до стереохімічної гіпотези розпізнавання запаху залежить від відповідності розміру і форми молекул ароматуютьуючих речовин (так званої геометрії частинок) певним отворам (порам) нюхової області носа. Одна із гіпотезу про механізм нюхового відчуття заснована на взаємодії ферментів, активованих молекулами пахучої речовини, із відповідними коферментами. Американці Річард Ексел та Лінда Бак у 2004 р. отримали Нобелівську премію за дослідження нюхових рецепторів і організації системи органів нюху. Дослідження механізмів нюху і сприйняття запахів триває.

Поряд із невирішеними труднощами в теоретичному тлумаченні механізму сприйняття запахів органом нюху, залишається невирішеною проблема **класифікації запахів**. Запропоновано декілька систем класифікації, за якими запахи поділяються на 7, 9, 10, 11 груп, які в поєднанні створюють існуючі відтінки. Наприклад, класифікація, створена Крокером і Гендерсоном (1927 р.), поділяє всі відомі запахи на чотири групи:

- ароматно-квітковий (деякі кетони, що володіють запахом фіалки, а також запахом мускусу);
- кислотний (елементи цього запаху містяться в мурашиній та оцтовій кислотах);
- запах гару (смажена кава і фурфурол);
- каприловий (козячий, зустрічається в сивушних маслах, прогірклих жирах, гасі, бензині, в запаху трупів і виділеннях тварин).

Інтенсивність запаху в цій системі автори оцінювали за шкалою від 0 до 8.

Найпоширенішою є класифікація, розроблена Джоном Амуром в 1962 р., вона виділяє сім основних, або первинних, запахів:

- камфорний (гексахлоретану);
- мускусний (мускусу, ксилолу);
- квітковий (амілпіридину);
- м'ятний (ментолу);
- ефірний (етилового ефіру);
- гострий (мурашиної кислоти);
- гнильний (сірководню).

Сприйняття запаху нерозривно пов'язане із відчуттям **смаку**. В аналітичній термінології виділяють чотири основних види смаку:

- **солоний** – відчуття, для якого типовим смаковим стимулом є розчин хлориду натрію;
- **солодкий** – відчуття, для якого типовим смаковим стимулом є водний розчин сахарози;
- **гіркий** – відчуття, для якого типовими смаковими стимулами є водні розчини кофеїну, хініну і деяких інших алкалоїдів;
- **кислий** – відчуття, для якого типовими смаковими стимулами є водні розчини винної, лимонної і ряду інших кислот.

Решта видів і відтінків смаків представляють собою складні поєднання цих смаків. Терміном «стимул» рекомендується позначати речовини або електрофізичний вплив, що викликає смакове відчуття при взаємодії з хеморецепторами.

Останнім часом до чотирьох типів смаків додають **лужний** і **терпкий**. Лужний виникає від хімічного подразнення слизової оболонки в порожнині рота і не зумовлений специфічними смаковими рецепторами. Типовим стимулом для відчуття лужного смаку є водний розчин бікарбонату натрію, а для терпкого смаку – водний розчин танінів.

Смакові відчуття сприймаються із різною швидкістю. Найшвидше виникає відчуття солоного смаку, потім солодкого, кислого, значно повільніше – гіркого. Це пояснюється нерівномірним розташуванням смакових рецепторів.

Зовнішня сприймаюча частина органу смаку людини представлена смаковими цибулинами, які знаходяться у так званих сосочках язика. Окремі цибулини розкидані також у слизовій оболонці м'якого піднебіння, задньої стінки надгортанника і навіть на бічних стінках гортані. Загальна кількість смакових цибулин може досягати декількох тисяч.

Смакові рецептори піддаються швидкому відмиранню і новоутворенню. З віком кількість смакових цибулин може зменшуватися в два-три рази, що призводить до сильного зниження смакових відчуттів.

Рецептори смаку язика мають такі особливості. На самому кінчику язика і на краях розташовані великі грибоподібні сосочки, в кожному з яких є по 8–10 цибулин. Солодкий смак найбільше відчувається кінцем язика, солоний – краями передньої частини язика, кислий – краями задньої частини язика. Біля основи язика розташовані жолобкуваті сосочки, в кожному з яких є по 100–150 смакових цибулин, що сприймають гіркий смак.

Орган смаку (язик) людини є хімічним аналізатором. Механізм його функціонування полягає в тому, що речовина, розчинена у воді або в слині, проникає через смакові пори до цибулин, в яких хімічні подразнення перетворюються на нервові імпульси, що передаються по нервових волокнах в центральну нервову систему.

Хімічним рецептором на язиці є білок. Занурення язика в розчин зазвичай недостатньо, щоб викликати відчуття смаку. При цьому виникає відчуття дотику, іноді холоду. Сприйняття смаку відбувається краще при торканні язика до стінок посудини, а притискання язика до піднебіння полегшує проникнення випробовуваного розчину в пори смакових сосочків цибулин.

Загальновизнаної теорії смаку немає, так як механізм функціонування клітин органу смаку недостатньо вивчений. Існуючі гіпотези базуються на фізико-хімічних, хімічних і ферментативних передумовах. Встановлена деяка залежність між хімічною природою смакової речовини і відчуттям смаку, яке вона викликає. Але речовини різної будови можуть мати однаковий смак і, навпаки, речовини однакової хімічної природи можуть володіти різним смаком. Солодкими відчуються не тільки цукор, а й багато амінокислот, сахарин. Із рослинної сировини виділений білок туаматин, який має молекулярну масу 22 тис., складається із 207 залишків амінокислот і у 8 тис. разів солодший за сахарозу.

За винятком **хлориду натрію**, який має чисто солоний смак, всі інші солі викликають більш-менш змішані смакові відчуття. Якість солоного смаку в основному визначається аніоном, а інтенсивність смаку – катіоном. При концентрації хлориду натрію (моль/л) 0,009 розчин смаку не має, в межах 0,01–0,03 розчини мають солодкий смак різної інтенсивності, при концентрації 0,04 і вище – солоний. При концентрації **хлориду калію** (моль/л) 0,009–0,02 розчини мають солодкий смак, 0,03–0,04 – гіркий, 0,05–0,1 – гіркий і солоний, а починаючи з 0,2 і вище – солоний, гіркий і кислий. Йодид калію має гіркий смак, бромід калію – солено-гіркий, хлорид кальцію – гіркий.

Інтенсивність органолептичного відчуття кухонної солі для риби на 0,4–1 % нижча, ніж у розчині відповідної концентрації.

Кислий смак викликають неорганічні кислоти, а також органічні кислоти і їх солі. Смакова якість кислого залежить в основному від концентрації іонів водню. Для органічних кислот інтенсивність відчуття кислого смаку перевершує очікувану при відповідній концентрації іонів водню.

Типовими гіркими речовинами є алкалоїди хінін і кофеїн. Гіркий смак мають багато мінеральних солей, більшість нітросполук, деякі амінокислоти, пептиди, фенольні компоненти диму і копченостей.

Порогові концентрації сполук у водних розчинах і продуктах не збігаються, і це треба враховувати в технологічних розробках. Одні речовини можуть маскувати або, навпаки, посилювати смакові відчуття інших компонентів їжі. Змішування основних смаків, а також зміна їх інтенсивності можуть викликати такі складні комплексні явища, як суперництво смаків, компенсація смаків, зникнення повторного смаку, контрастний смак та інші сенсорні відчуття.

3. Вплив різних факторів на смакові та нюхові відчуття

Органи смаку і нюху знижують свою чутливість при тривалому впливі стимуляторів (безперервному чи періодичному) однакової якості та незмінної інтенсивності. Таке пристосування органів смаку і нюху називається **адаптацією**. Коли стимулятор припиняє дію, то настає відновлення смакової і нюхової чутливості. На противагу зору, органи нюху і смаку схильні до швидкої адаптації. Адаптація до запахів у людей виражена чіткіше, ніж до смаків. Зокрема, людина зазвичай не відчуває запаху свого одягу, свого житла, власного тіла.

Г. А. Вукс наводить відомості про розвиток адаптації органу нюху до запахів. Так, час, необхідний для адаптації до запаху деяких речовин, буде наступним (хв): розчин йоду – 4, часник – 45 і більше, камфора – 2 і більше, фенол – 9 і більше, кумарин – 1–2, ефірні олії – 2–9, одеколон – 7–12.

У деяких випадках при багаторазовому впливі дуже слабких стимуляторів, що діють послідовно один за іншим у значні проміжки часу, чутливість органу смаку або нюху може підвищитися і довго зберігатися. Таке явище називається **сенсibiliзацією**.

Підвищення чутливості досягається за допомогою подразників, інтенсивність яких дорівнює пороговій, а також за рахунок активності самого дегустатора. Інтервал між повторним впливом стимулятора залежить від виду подразника і сенсорних здібностей дегустаторів. Наприклад, для слуху і зору цей інтервал може бути рівний 3 хв. у одного дегустатора і 1,5 хв. в іншого.

Г. А. Вукс зазначає, що експериментально викликана сенсibiliзація нюху може утримуватися протягом 7–22 днів і потім відновлюватися після декількох тренувань. Щоб підвищити чутливість до певного стимулятора в середньому на 60–70 %, треба протягом 30–35 хв. з інтервалом 1–2 хв. відчувати його вплив на відповідний сенсорний аналізатор.

Сенсibiliзація по відношенню до одного запаху спричиняє незначне збільшення чутливості і до інших запахів. Сенсibiliзація до червоного кольору, як правило, знижує чутливість до зеленого, а в деяких випадках – і до жовтого кольору. Сенсibiliзація до зеленого кольору призводить до погіршення чутливості до червоного, тобто поряд із вибірковістю спостерігається паралельна зміна порогів інших кольорів. Таке ж явище є типовим і для смаку: сенсibiliзація до одного із основних смаків впливає на інші основні смаки. Однак ці закономірності вивчені не повністю. Наприклад, встановлено, що сенсibiliзація до гірко-одногочасно підвищує чутливість до солодкого смаку, а сенсibiliзація до солодкого покращує чутливість до гірко-одного. Сенсibiliзація до солоного може у деяких дегустаторів знизити чутливість до солодкого, а у інших – підвищити її.

У відповідності із профілем дегустатора можна спостерігати підвищену чутливість до певних хімічних речовин. Відомі випадки, коли лаборант, що виконує хімічний аналіз масової частки кухонної солі в харчовому продукті, з часом міг сенсорно безпомилково визначати солоність продукту. Аналогічні випадки відомі в лікero-горілчаному виробництві, коли дегустатор завдяки сенсibiliзації аналізаторів смаку та нюху з високою точністю визначає вміст алкоголю в напоях. У парфумерній промисловості дегустатори можуть бути вибірково чутливі до певних запахів.

Індивідуальна сприйнятливність запахів і смаків. У деяких людей спостерігається відсутність нюху по відношенню або до всіх пахучих речовин, або до однієї речовини чи до групи речовин. Це явище називається **аносмією** і виявлене щодо масляної кислоти, триметиламіну, синильної кислоти, спирту, скатола та ряду інших речовин.

Аносмія частіше зустрічається у чоловіків (близько 20 %), рідше – у жінок (близько 5 %). Вважають, що вона передається у спадок нащадкам однієї статі. При аносмії зберігається

нормальний нюх по відношенню до багатьох звичайним запахів. У більшості випадків людина не усвідомлює, що у нього часткова відсутність нюху. Надзвичайно велике значення це явище має при виборі фахівців із сенсорного аналізу.

Втрата нюху може бути зумовлена травмами після хвороби, дорожньо-транспортними пригодами або дією ліків. До зниження функції нюху часто призводять хвороби носоглотки: хронічна нежить та хронічні запальні захворювання навколоносових пазух – гайморит, фронтит, сфеноїдит, риновірусні інфекції. Нюх може знижуватися через аденоїди, поліпи у носі, викривлення носової перегородки.

Нерідкі випадки зниженої нюхової чутливості до всіх або окремим пахучих речовин. Це явище називається **гіпосмією**. Значно рідше трапляється надзвичайно висока нюхова чутливість людини або до всіх пахучих речовин, або до однієї речовини чи до групи речовин. Таке явище називається **гіперосмією**.

Можливі й галюцинації нюху, які проявляються в тому, що людина відчуває запах, якого насправді немає. Цей різновид поразки нюху називається мимовільним нюхом або **паросмією**.

Відсутність смакової чутливості або до всіх смаковим речовин, або до однієї речовини чи до групи речовин називається **агевзією**. Знижена смакова чутливість до всіх або окремих речовин називається **гіпогевзією**, а надзвичайно висока чутливість – **гіпергевзією**. Збочену здатність відчувати смак, не властивий даній речовині або групі речовин, позначають терміном **парагевзія**.

Вчені вважають, що поведінку дегустатора можна передбачити, виходячи із типу статури. Відзначено, що дегустатори із тонкою і крихкою будовою тіла (лептосоміки) мають удвічі більше смакових антипатій, ніж повні і приземкуваті (пікніки).

Результати досліджень, присвячених впливу статі, віку, рН слини на рівні смакової чутливості дегустатора, неоднозначні. Встановлено, що значення рН слини корелюють із сприйнятливістю дегустатора до гірких розчинів і до гіркоти харчових продуктів. Після дегустації кисла реакція слини, як правило, зменшується, зростає її лужність.

У деяких дослідженнях проведено зіставлення рівнів смакової чутливості із соціальним статусом і культурним рівнем випробовуваних дегустаторів. Так, в групах з низькими характеристиками статусу і культури спостерігалися високі пороги розпізнавання основних смаків. Вважається, що найтоншим сприйняття смаку володіють японці. Виявлено, що генетичні розлади смакового аналізатора частіше зустрічаються серед європейців і лише 6–10 % таких розладів спостерігаються у негрів Африки.

Індивідуальні відмінності порогів чутливості у людей істотні: для нюху 1000 : 1, для органу смаку 64 : 1. Невелика (точно не вирахована) частина населення зовсім не має чутливості до смаку або запаху.

Вплив віку. З віком чутливість до запахів знижується за логарифмічною залежністю. Це поширюється не тільки на нюх, але також на зір, слух, смакові і дотикові відчуття. Вважають, що людина втрачає до 50 % гостроти зору і слуху до 13–15 років, здатності до сприйняття запаху і смаку – до 22–29, дотикової чутливості – до 60 років. Фактор віку не є визначальним. Залежно від природних даних, способу життя, харчування, звичок, характеру праці, тренуваності сенсорних органів з віком у людини може підвищуватися чутливість нюху, смаку, дотику, значно рідше – слуху та зору.

Пам'ять і уявлення запаху – це здатність людини розпізнавати ті запахи, з якими раніше їй доводилося зустрічатися, тобто запам'ятовувати і розпізнавати відомий запах. Зазвичай людина здатна розрізняти від декількох сотень до декількох тисяч різних запахів. Кваліфіковані дегустатори повинні володіти вмінням розпізнавати не менше 10 тис. запахів. Фахівці розвивають

вправами свої здібності і можуть розрізняти до 17 тис. різновидів запаху. Здатність до запам'ятовування запахів у людей дуже різна.

Маскуванням запахів називають випадки приглушення одного запаху іншим. Якщо одночасно на орган нюху діють два-три запахи, то може трапитися так, що жоден з них не проявить своїх справжніх властивостей, а сприймаюче відчуття запаху буде невизначеним або взагалі не буде сприйматися.

Компенсація запахів і смаків. Компенсація характеризується посиленням, ослабленням або зникненням відчуття, викликаного основним смаком або запахом, і пов'язана з присутністю малих кількостей речовини іншого смаку або запаху. Розрізняють позитивну і негативну компенсацію. У першому випадку основний смак або запах посилюється під впливом іншого смаку або запаху, у другому – послаблюється основне відчуття.

Наприклад, фруктоза видається солодшою в кислому середовищі, а глюкоза із підвищенням кислотності видається менш солодкою. Смакове сприйняття сумішей цукрів не є простим підсумовуванням інтенсивностей солодкого смаку компонентів. Зазвичай суміш цукрів менш солодка у порівнянні із розрахунковими даними за сумою складових.

При одночасному впливі двох різних смакових імпульсів може пропасти відчуття слабшого. Легко зникають солоний, солодкий, кислий смаки.

При змішуванні запахів двох субстанцій, які хімічно які не реагують між собою, може з'явитися взаємне послаблення цих запахів, тобто їх взаємна компенсація. Виявлено велику кількість пахучих субстанцій, запахи яких взаємно компенсуються.

Не допускається у харчових продуктах проводити приглушення запахів і присмаків, які характеризують негативні ознаки якості (наприклад, при використанні несвіжої сировини, жирів з ознаками окислення, компонентів з поганими запахами і т. д.).

Смакові модифікації. В якості інгібітора солодкого смаку відома тропічна рослина *Gymnema sylvestre*, яка росте в Південній Індії, на Цейлоні і в тропіках Західної Африки. Плоди іншої тропічної рослини *Miracle fruit* модифікують кислий смак. Наприклад, лимони набувають смак кисло-солодких апельсинів. Ефект смакової модифікації триває протягом 30–60 хв. Властивості плодів *Miracle fruit* використовують у виноробстві для пом'якшення кислого смаку вин, а також в хлібопеченні та кондитерській промисловості.

Вторинний, або залишковий смак з'являється після вживання продукту, зберігається деякий час і відрізняється від характерного смаку. Остаточний смак зазвичай знижує споживчу цінність продукту. Поява гіркового вторинного смаку, який довго зберігається, характерна при прогорканні жирів.

Смаковий контраст може бути причиною помилок в сенсорних випробуваннях. Наприклад, звичайна вода, особливо дистильована, здається солодкуватою, якщо перед її вживанням відчувається солоний смак. Кислий смак здається ще кислішим і навіть неприємним, якщо йому передувало відчуття солодкого. Явище смакового контрасту може спотворити результати оцінок витриманих вин, якщо перед ними дегустувати солодші. З цієї ж причини не можна оцінювати малосольні продукти після міцно- або середньосолених. Смаковий контраст необхідно враховувати при визначенні порядку подання проб на дегустацію.

Смакові ілюзії. Л. Бартошук виявила, що після випробування артишоку чиста вода відчувається солодкою. Поняття **смакова гармонія** характеризує бажаність відчуттів і пов'язане із поєднанням різних смаків. Добре гармоніюють солодкий і кислий, солоний і солодкий, складніше отримати гармонію гіркового і солодкого, майже неможливо поєднувати гіркий і солоний, а також гіркий і кислий смаки. Смакова гармонія розвивається при дозріванні вин, консервів.

Знання технології, законів органолептики і досвід роботи з харчовими продуктами сприяють створенню смакової гармонії.

Вплив кольору на смак. Відомо, що розчини червоного кольору сприймаються солодшими у порівнянні із безбарвним солодким розчином тієї ж концентрації. Жовтий і світло-зелений кольори збільшують суб'єктивну оцінку кислоти. Експерименти, проведені в Тартуському університеті (Естонія), показали, що втамування спраги досягається прохолодними напоями найефективніше, якщо вони пофарбовані в світло-зелений колір. Часто виникають комплексні асоціації між кольором, смаком і запахом. Наприклад, темно-зелений колір збільшує інтенсивність смаку і запаху, жовтий колір дає насиченіше відчуття запаху, а червоний і світло-зелений помагає легше сприймати запахи. Сині кольори різних відтінків викликають відчуття гіркуватого смаку і неприємних технічних відтінків запаху. Г. А. Вукс склала **семантичну карту**, за допомогою якої можна описувати запах і смак різних харчових продуктів. Зокрема, смак малинового варення описується термінами: теплий, важкий, м'який та ін.

Вплив зовнішніх факторів. Чутливість нюху та інших сенсорних відчуттів змінюється під впливом зовнішніх умов. Особливо важливі ступінь очищення повітря, температура, відносна вологість повітря, освітленість приміщення. Наприклад, в приміщенні без запаху (дезодорованому) чутливість нюху зростає на 25 %. При підвищенні температури інтенсивність запаху зростає; оптимальною вважається температура 37–38 °С. Подальше підвищення температури не викликає посилення інтенсивності запаху, а, навпаки, знижує її. Коливання температури можуть викликати значні помилки в результатах. Висока відносна вологість повітря сприяє кращому відчуттю запахів. Освітлення приміщень в основному впливає на загальний стан центральної нервової системи і побічно на нюх людини.

На смакові та нюхові відчуття дегустаторів впливають також інші чинники, наприклад, форма харчового продукту, стан голоду і ситості, асоціації, особисті мотиви і авторитети.

4. Дотик та інші сенсорні відчуття

Дотик, або сприйняття шкірою механічних подразників, можна представити у вигляді торкання, тиску (натиску) і вібрації. За характером подразнення **торкання** є нестійкою деформацією, **тиск** – статичною, **вібрація** – пульсуючою деформацією. У органолептиці найважливішим є відчуття дотику.

Дотикові, або **тактильні** відчуття дозволяють визначити консистенцію, структуру, температуру продукту, ступінь подрібнення і деякі інші фізичні властивості.

Чутливі рецептори, що реагують на дотик, глибокий дотик, температуру густо розміщені у ротовій порожнині (переважно на кінчику язика і яснах), на подушечках пальців, долонях. На поверхні шкіри і слизовій оболонці ротової порожнини і носа розташовано близько 500 тис. рецепторів. Найчутливішим до тиску і дотику є кінчик язика, губи і подушечки пальців. Дотиком за допомогою пальців контролюють ступінь помелу борошна, стан поверхні, пружність і зів'ялість свіжих фруктів та овочів, еластичність тканин м'яса і риби, якість тіста тощо.

Рецептори ротової порожнини можуть відчувати дотик, а також температуру, біль. Вразливі відчутні рецептори дозволяють виявити в продукті сторонні вclusions, відхилення від нормального рівня таких показників, як густина, ступінь подрібнення, соковитість, крихкість та ін.

Здатність відчувати дотик залежить від зовнішніх факторів та індивідуальних особливостей дегустаторів. При від'ємній температурі дотикальна сприйнятливність рецепторів знижується. З віком дотик людини зазвичай слабшає, але в меншій мірі у порівнянні із іншими органами відчуттів. За допомогою глибокого дотику можна оцінити площу і форму харчових продуктів, еластичність тканин м'ясних і рибних продуктів та ряд інших показників. Найгустіше рецептори

дотику розташовані на долонях, причому встановлено, що рівень сприйняття доторку для обох рук різний, зазвичай він вищий для лівої руки.

Крім показника рівня дотику чутливість до дотику оцінюється також величиною «порогу відстані», тобто мінімальною відстанню між двома предметами, які одночасно торкаються до шкіри, при якому з'являється відчуття, що до шкіри в даний момент торкаються саме два предмети.

Дослідженнями встановлено, що кінчики пальців сприймають тиск величиною 0,028–0,17 г/мм². При сприйнятті відчуття дотику спостерігаються явища адаптації, втоми, індукції органу дотику. Наприклад, якщо тривалий час натискати на поверхню шкіри, то людина перестає відчувати тиск, тобто настає адаптація сенсорного аналізатора.

Якщо подразник впливає на орган відчуття безперервно, то з'являється «втома» рецептора, при цьому сигнал не потрапляє у головний мозок. Проте встановлено, що сусідні рецептори при цьому стають чутливішими. Таке явище називається **індукцією дотику**.

Дотик пальпацією (кінчиками пальців) застосовується при випробуваннях якості харчових продуктів, наприклад, при оцінці ступеня помелу борошна, рівності або шорсткості поверхні овочів, фруктів та інших харчових продуктів рослинного походження, однорідності частинок порошкоподібних продуктів (какао). Органами глибокого дотику при контролі якості продуктів оцінюють твердість (ступінь зрілості фруктів), щільність і еластичність риби солоні, холодного копчення і баличних виробів, м'ясних продуктів. Відсутність еластичності тканин охолодженої риби або м'яса може характеризувати рівень якості, а також бути ознакою несвіжості харчового продукту.

Відчуття, що сприймаються **органами слуху (вухами)**, грають другорядну роль в сенсорних випробуваннях продуктів. Вони можуть посилити відчуття дотику, а також смаку і нюху, наприклад при оцінці солоних і консервованих огірків, квашеної капусти, свіжих яблук, сухарних і бубликових виробів та деяких інших харчових продуктів.

Звуки є коливаннями повітря з різною частотою. Органи слуху людини сприймають такі коливаннями повітря (звукові хвилі) з частотою від 16 до 20 000 герц (коливань за секунду). При поширенні звукових хвиль розрізняють висоту та інтенсивність звуку. Висота звуку залежить від частоти коливань, а інтенсивність – від їх амплітуди. У процесі органолептичних випробувань продуктів харчування, розкушуючи проби, дегустатор одночасно з відчуттям дотику сприймає, як правило, різні шерехи.

Останнім часом до п'яти загальновідомих відчуттів (зору, нюху, смаку, дотику і слуху) додають шостий вид, званий **кінестезісом**. Це чутливість до тиску і зрушення (зсуву) певних рецепторів у м'язах і суглобах. Кінестетичне відчуття використовується в оцінювальній діяльності фахівцями хлібопечення, сироваріння.

Контрольні запитання

1. Які теоретичні основи сприйняття кольору?
2. Теоретичні основи сприйняття смаку і запаху.
3. Вплив різних факторів на особливості сприйняття сенсорних органів людини.

Лекція № 3

Система організації і проведення сенсорного аналізу.

1. Вибір проб

Для отримання точних і достовірних числових значень показників якості харчових продуктів, встановлених органолептичним методом, необхідні не тільки кваліфікація, навички та здібності дегустатора, а й відповідні умови проведення аналізу. Тому при організації сенсорного аналізу необхідно враховувати правила відбору проб, вимоги до приміщення, підготовку зразків і проведення випробувань, а також визначення сенсорних здібностей експертів різними методами.

Відбір проб здійснюють підготовлені та уповноважені для цих цілей фахівці відповідно до діючої нормативної документації на конкретні харчові продукти і несуть відповідальність за правильність відбору проб. При необхідності відправлення проб у лабораторію, яка знаходиться поза місцем їх відбору, проби упаковують в загальну тару (ящик, пакет, банку), яку опечатують або пломбують із зазначенням номера протоколу відбору проб.

Якщо проби призначені для зовнішньої дегустації, наприклад, в дегустаційній раді міністерства, відомства або в іншій організації, що контролює якість харчової продукції, відбір зразків і проб оформляється відповідним актом.

При поточному технологічному внутрішньозаводському дегустаційному контролі акти відбору проб не складають, а в протоколі дегустаційного наради зазначаються:

- найменування зразків продукції;
- цех-виробник, дата виготовлення;
- відомості про нормативну документацію, яка регламентує якість харчового продукту;
- відомості про товарний сорт і (або) марку, масу нетто зразка, його коротка характеристика із зазначенням лабораторних показників якості;
- результати дегустаційної оцінки.

Відомча інструкція встановлює норми витрати харчових продуктів і додаткових продуктів для проведення дегустацій (хліба, цукру, мінеральної води тощо) у розрахунку на 1 дегустатора. Витрата харчових продуктів оформляється відповідним актом, який підписується головою дегустаційної комісії та двома членами комісії, затверджується керівником підприємства і здається в бухгалтерію.

2. Вимоги до приміщення

Для проведення органолептичного аналізу рекомендується мати спеціальне приміщення під дегустаційний зал, яке не використовується для інших цілей. Його бажано розташовувати з північного боку будівлі, оскільки необхідно уникати прямих сонячних променів.

Загальна площа дегустаційного залу повинна бути не менше 36 м². Приміщення дегустаційного залу складається з двох ізольованих приміщень (рис. 1):

- а) робочого приміщення, спеціально обладнаного для роботи дегустаторів (15–20 м²);
- б) допоміжного приміщення, призначеного для підготовки зразків, посуду, допоміжних засобів і матеріалів.

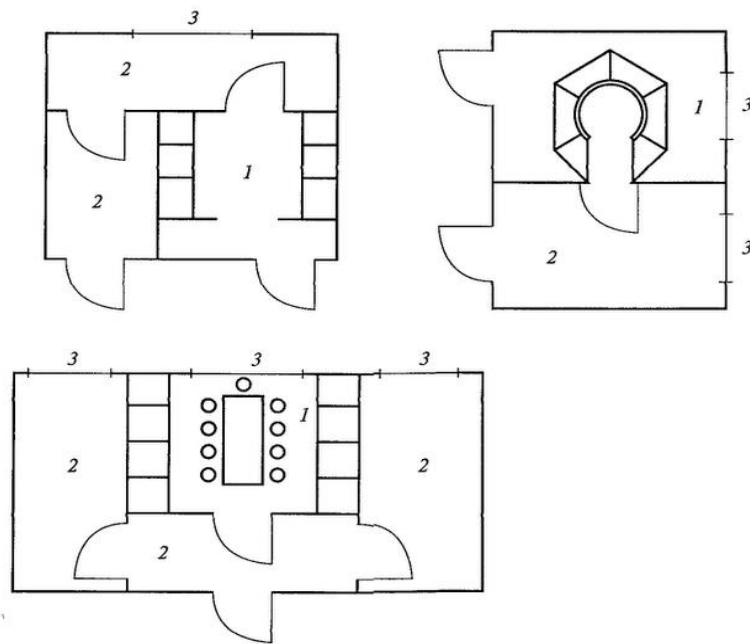


Рис. 1. Приклади планування приміщень для дегустаційного аналізу: 1 – лабораторія сенсорного аналізу (приміщення для роботи дегустаторів), 2 – підсобні приміщення, 3 – вікна

Робоче приміщення. Стан і обладнання робочого приміщення повинні забезпечувати необхідні умови роботи дегустаторів, спрямовані на об’єктивну і достовірну оцінку продукції.

При обладнанні робочих приміщень необхідно враховувати наступні фактори.

1. Слід максимально усунути сторонні шуми. Шум може бути збудливим або заспокійливим, що слід враховувати при сенсорних аналізах. Регулювання шуму є обов’язковою умовою. Неголосна заспокійлива музика не протипоказана.

2. Слід забезпечити наявність системи кондиціонування повітря. Для дезодорації повітря в дегустаційному залі застосовують генератори озону, кварцові лампи. У приміщенні забороняється палити. Для постійної циркуляції повітря повинна бути вентиляція, але без протягів. Температура повітря в приміщенні повинна становити 20–22 °С, а відносна вологість – 70–75 %.

3. Експериментально доведено, що перебування в жаркому приміщенні знижує чутливість до солених, кислих і гірких речовин і їх смак у харчових продуктах недооцінюється.

4. Стіни, стеля і меблі повинні бути пофарбовані у світлі, спокійні тони: білі, кремові, світло-сірі. Щоб не відволікати уваги дегустаторів, не слід прикрашати стіни розписом і картинами.

5. Асоціації дегустаторів можуть бути викликані їхнім життєвим або професійним досвідом. Прийоми згладжування цього ефекту зводиться до того, що під час дегустації використовуються нейтралізатори: чай, мінеральна вода та ін.

6. У приміщенні має бути передбачене денне освітлення (краще розсіяне денне світло). Добре освітлення робочих місць забезпечується при інтенсивності не менше 500 лк. Світло не повинно спотворювати природне забарвлення продуктів. Світло сенсibiliзує аналізатори людини. Дослідження показують, що перебування в темряві протягом 30 хв. погіршує чутливість до всіх основних смаків в середньому на 40–50 %. Як наслідок, інтенсивність смаку харчового продукту недооцінюється.

Для роботи дегустаторів у робочому приміщенні обладнають **робочі місця** – окремі кабінки розміром 4×1,2 м, або використовують ширми, спеціальні столи з перегородками, або столи, розміщені один за іншим. Це необхідно для того, щоб дегустатори могли працювати, не заважаючи, один одному.

В лабораторії зазвичай обладнують 5–9 робочих місць для дегустаторів і одне – для голови комісії. Робоче місце голови розташовують таким чином, щоб він міг бачити всіх членів комісії.

Робоче місце дегустаторів повинно бути оснащено:

- світлим, чистим столом і регульованим за висотою стільцем;
- основними правилами оцінки, дегустаційними листами, ручками, олівцями;
- нейтралізуючими засобами для відновлення смакової чутливості (кип'ячена вода, мінеральна вода, німецький чай, білий хліб та інші, в залежності від виду харчового продукту);
- серветками;
- посудом для відходів.

Робочі місця рекомендується обладнати необхідними електричними приладами, місце секретаря – технікою для обробки інформації. З усіма питаннями дегустатори можуть звертатися тільки до секретаря, обмін думками заборонений.

Допоміжне приміщення має бути ізольоване від робочої лабораторії і мати наступне обладнання для підготовки зразків:

- шафи для зберігання робочого інвентаря та проб, документації, розчинів для виявлення органолептичної здатності експертів та реактивів для їх приготування і т. д.;

- робочі столи для підготовки проб;
- холодильні та морозильні камери;
- умивальники з холодною і гарячою водою;
- мийку для посуду з холодною і гарячою водою;
- безбарвні прозорі скляні стакани;
- кольорові, непрозорі чарки і келихи;
- обробні дошки і кухонні ножі;
- прилади і судини для приготування проб;
- градуйовані піпетки;
- мірні колби;
- посуд для подачі проб експертам: бюкси і конічні колби із притертими кришками і корками, тарілки, чашки Петрі;
- столові прилади;
- ваги: до 1000 г з похибкою ± 1 г та аналітичні ваги з похибкою $\pm 0,001$ г;
- прилади для зрошення, подрібнення, термічної обробки та ін.

Посуд має бути світлим, без запаху. Посудина в якій подається зразок не повинна відволікати уваги і, отже, спотворювати результати дегустації. Зразки які порівнюються подають в однаковій посуді, не забарвленій і без малюнків.

3. Дегустаційні комісії

Для випуску продукції високої якості і виховання смаків споживачів, у виробничій сфері формуються і функціонують дегустаційні комісії декількох рівнів.

Дегустаційна комісія може бути створена і затверджена при організаціях, відомствах, фірмах на термін не більше 2-х років, може мати міжвідомчий характер. Робота дегустаційної комісії здійснюється відповідно до Положення, розробленого на основі діючих нормативних документів з органолептичної оцінки харчових продуктів і продовольчої сировини.

Залежно від призначення, дегустаційна комісія покликана вирішувати такі завдання:

- 1) періодичний контроль якості харчових продуктів, що виробляються на підприємствах і фірмах;
- 2) оцінку якості нових видів харчових продуктів для прийняття рішення про запровадження їх у виробництво;
- 3) захист прав споживача при покупці недоброякісної харчової продукції, вирішення спірних питань, що виникають між споживачем, продавцем і третьою стороною;
- 4) об'єднання зусиль контролюючих організацій, наукових установ, університетів з питань методичного забезпечення контролю якості харчових продуктів і продовольчої сировини.

Засідання дегустаційної комісії проводяться відповідно до щорічного плану роботи або поза планом за пропозицією голови. Засідання скликаються головою, а в його відсутність – заступником голови комісії. Засідання можуть бути відкритими і закритими за рішенням голови. При закритій дегустації продукція шифрується секретарем дегустаційної комісії або організатором дегустації, які не беруть участь у випробуваннях.

Залежно від асортименту продукції, мети і завдань дегустації, створюється робоча група дегустаційної комісії, яка виконує доручення дегустаційної комісії з органолептичної оцінки конкретного виду продукту. Склад робочої групи дегустаційної комісії визначається головою дегустаційної комісії або його заступником. Туди входять вчені, експерти за однорідними групами харчової продукції, фахівці контролюючих і громадських організацій, підприємств і фірм харчової промисловості, торгівлі та громадського харчування, що мають спеціальний досвід дегустаційної роботи і кваліфікацію дегустатора за відповідною групою харчових продуктів. У випадках, коли член робочої групи дегустаційної комісії є зацікавленою особою (виробником продукції, автором нормативного документу тощо), йому відводиться право дорадчого голосу.

У складі дегустаційної комісії має бути не менше 5 осіб фахівців-дегустаторів, які володіють індивідуальною здатністю встановлювати специфічні відмінності про колір, смак, запах, аромат та інші органолептичні показники якості. Голова та секретар дегустаційної комісії обираються з числа найавторитетніших і професійно-досвідчених фахівців.

Враховуючи фактор суб'єктивності в оцінці органолептичних показників, дегустатори повинні володіти високими вимогами етики, самоосвіти і підготовки, професійної майстерності та режиму життя. Тільки в цьому випадку вони можуть дати об'єктивну оцінку харчового продукту, володіти інформацією в галузі ідентифікації та експертизи відповідного асортименту вітчизняної та імпортованої харчової продукції.

При роботі дегустатора має бути виключений вплив поганого настрою, загальної втоми, духів, одеколонів, дезодорантів, стороннього шуму, розмов тощо. Дегустацію не рекомендується призначати близько до сніданку, обіду або вечері. Дегустаторові слід уникати станів голоду і ситості, за півгодини до випробувань необхідно утриматися від куріння, їжі і напоїв.

Правила і порядок проведення дегустаційної оцінки окремих груп харчових продуктів визначаються відповідними нормативними документами. Всі дегустації, крім робочих, проводяться у спеціально обладнаних дегустаційних залах.

Розглянемо докладніше виробничу дегустацію, яка складається з декількох рівнів. Вибірковий контроль за випуском продукції високої якості здійснює **дегустаційна комісія**

міністерства або відомства не рідше 1-го разу на рік. Також ця комісія затверджує харчову продукцію нового асортименту, рекомендованого до впровадження на підприємствах галузі. Дегустаційні комісії формуються переважно за посадовим принципом.

Дегустаційна комісія підприємства (виробнича дегустація), робота якої визначається календарним планом, затвердженим керівником підприємства, виконує наступні функції:

- вибірковий контроль за якістю харчової продукції, виробленої підприємством;
- оцінка нових видів харчової продукції при впровадженні нової техніки і технології;
- контроль якості партій продуктів харчування, призначених для експортування, виставок та конкурсів, а також імпортованих надходжень;
- вирішення спірних питань у випадках скарг від покупців, торговельних та інших організацій.

Склад виробничої дегустаційної комісії призначає керівник підприємства. До складу такої комісії входять: головний інженер, начальник відділу технічного контролю, головний технолог, санітарний лікар.

Засідання дегустаційної комісії проводиться щомісяця. За результатами контролю складається акт. У випадках, коли виявлені дефекти, до акта прикладають пояснення начальника відділу технічного контролю та план заходів щодо усунення виявлених дефектів і використання бракованої продукції. Акт складається у трьох примірниках і надсилається керівництву підприємства і керуючій організації (якщо вона є). Рішення дегустаційної комісії підприємства фіксується в протоколі засідання, який є підставою для випуску харчової продукції високої якості.

Підприємство щомісяця направляє у керуючій організації відомості про результати бальної оцінки харчової продукції і одночасно надає довідку про випуск виробів поліпшеної якості.

4. Види дегустацій

Органолептичний аналіз часто проводять з різною метою, він вирішує різні завдання. Одним із основних завдань дегустаційних комісій є контроль якості харчових продуктів. Тому організація органолептичного аналізу в кожному конкретному випадку вимагає враховувати його цілі і завдання. Нижче представлена коротка характеристика основних видів дегустацій.

Робоча дегустація здійснюється безпосередньо у виробничих приміщеннях технологами та працівниками лабораторій техноімпортоконтролю. Проводиться систематично протягом всього технологічного циклу виробництва харчових продуктів, дозволяє заздалегідь виявити і попередити порушення технологічних параметрів виробництва, передбачити можливість появи дефектів і недоліків, правильно визначити терміни технологічної обробки харчових продуктів.

Виробнича дегустація проводиться групою фахівців даного підприємства чи об'єднання при вирішенні питань, пов'язаних із оцінкою харчових продуктів (підготовка до затвердження нових видів, затвердження рецептур, відбір зразків на конкурс тощо). З цією метою на кожному підприємстві створюється виробнича дегустаційна комісія, яка об'єднує найкваліфікованіших фахівців.

Робота виробничої дегустаційної комісії, як і всіх інших, повинна проводитися в спеціальному приміщенні, за особливими правилами, які розглянемо нижче. Виробничі дегустації бувають наступних видів:

1) **експертна** чи **арбітражна**, яка проводиться при вирішенні спірних питань про якість харчових продуктів, а також низки спеціальних завдань, зокрема при визначенні відповідності того чи іншого зразка конкретному виду продукту, його оцінкою на прохання контролюючих організацій, відборі зразків на міжнародні конкурси та ін.;

2) **конкурсна**, яка проводиться на міжнародних, республіканських, тематичних виставках і конкурсах з метою виявлення кращих зразків харчової продукції;

3) **комерційна**, що проводиться при оптових закупівлях, міжнародних поставках, купівлі-продажу харчової продукції. Основними оцінювачами в даному випадку є покупці;

4) **навчальна**, головним завданням якої є навчання фахівців основам органолептичного аналізу в умовах перепідготовки або підвищення кваліфікації;

5) **показова**, яка проводиться для широкого кола людей, які цікавляться якістю харчових продуктів, їх асортиментом. У процесі такої дегустації споживача знайомлять не тільки із технікою її проведення, а й з історією харчових продуктів, основами їх технології.

5. Проведення випробувань

Для визначення органолептичних показників харчових продуктів різними методами розробляється нормативна документація. Відповідно до загальних правил проведення випробувань органолептичні показники оцінюють в певній послідовності: зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція і смак із виконанням наступних рекомендацій.

1. Перед проведенням дегустації проби перевіряють на доброякісність.

2. Харчові продукти досліджуються в умовах, в яких вони вживаються або при температурі вказаній у нормативній документації. Наприклад, температура харчових продуктів, які споживають в гарячому вигляді, повинна бути від +55 до +60 °С.

Існують дані, що оптимальна температурна зона чотирьох основних смаків не збігається, зокрема:

- солодкий смак краще сприймається при температурі проби 37 °С, а на рівні 50 °С чутливість до цього смаку різко спадає;

- для солоних проб оптимальна зона знаходиться в околі 18 °С;

- гіркий смак найкраще відчувається при 10 °С;

- деякі смакові відчуття зникають при 0 °С.

3. Необхідно максимально витримувати однорідність зовнішнього оформлення і умов оцінки для зразків, щоб не викликати у дегустаторів сторонніх асоціацій. Наприклад, форма зразка повинна бути однаковою, проби слід представляти в рівних кількостях, тому що неоднакові обсяги чи різна форма наводять на думку, що більшому обсягу відповідає краща якість, або навпаки.

4. При закритій дегустації з проб видаляється виробнича упаковка, етикетка, тобто всі відомості про виробника. Перед подачею кодують проби цифрами або буквами. Проби одного виду продукції збирають у серії. Значення відомі лише організаторам випробувань. Кодувати краще тризначними цифрами, тому що цифра 1 або буква А у порівнянні з іншими справляє враження кращого. Двозначні цифри можуть викликати асоціацію символів про категорії, розряди, сорти продукції.

5. При розпізнавальних випробуваннях черговість випробування харчових продуктів встановлюють за ступенем зростання інтенсивності запаху, або кількості приправ, або за зростанням масової частки складових елементів (жиру, солі, цукру та ін.). Порядок подачі зразків повинен бути по можливості різноманітним і контролюватися. Якщо якийсь зразок харчового продукту весь час пропонується першим (або дублюється в трикутних тестах), він може здатися якимось «іншим». Якщо разом подавати зразки, які різко відрізняються один від одного (дуже хороші, або навпаки – погані), то це може викликати не об'єктивне судження дегустатора і змінити оцінку другого зразка.

6. Перед початком оцінки пропонують, як правило, стандартну пробу, пробу хорошої якості. Спочатку оцінюють харчові продукти зі слабким запахом.

7. При оцінці якості м'ясних продуктів рекомендується така послідовність: варені ковбаси і запечені вироби, потім з помірною солоністю і ароматом, потім копчені, потім вироби в розігрітому вигляді.

8. При оцінці якості молочних продуктів черговість дегустування наступна: суцільномолочні (молоко, вершки, кисломолочні напої, сметана, сир, напівфабрикати залежно від жирності, спочатку без добавок) – консерви (сухі, стерилізовані, концентровані) – масло (солодко-кисле, кисломолочне, вершкове з наповнювачем, шоколадне, солоне, топлене) – сири (кисломолочні, м'які, натуральні, сичужні, ропні, плавлені, нежирні) – морозиво.

9. При оцінці якості плодоовочевої продукції рекомендується наступна послідовність продуктів харчування: натуральні – закусочні – маринади і салати – 1 страви – 2 страви – концентровані томатні продукти – соуси – овочеві соки – плодово-ягідні соки – солодкі страви.

10. Кількість зразків повинно бути від 1 до 3 в одному блоці. При візуальній оцінці можна подавати до 6 проб в одному блоці. Це пов'язано з тим, що інтенсивно виражена властивість викликає швидку адаптацію, а отже, знижується чутливість дегустаторів. Одноманітність зразків також веде до зниження "бажання" оцінювати різні характеристики якості.

11. В залежності від властивостей харчових продуктів, після 5–8 проб роблять перерву не менше ніж на 15 хв. для відновлення сенсорних здібностей.

6. Режим роботи комісії

Голова або секретар дегустаційної комісії визначає склад дегустаційної комісії, який повинен відповідати профілю аналізованої продукції, заздалегідь інформують членів комісії про асортимент продукції.

Практика проведення дегустацій свідчить, що оптимальний **режим роботи комісії** є наступним:

- 1) формулювання мети, завдань, порядку роботи дегустаційної комісії (голова або організатор випробувань) – 15 хвилин;
- 2) робота дегустаторів – 30 хвилин;
- 3) обговорення результатів – 15 хвилин.

Оптимальним часом для проведення дегустації є 10–11 година зранку, оскільки в таку пору чутливість оцінювачів є оптимальною. Не бажано проводити дегустацію на голодний або ситий шлунок. За півгодини до випробувань дегустатори не повинні палити, пити і їсти.

Зміна позитивної оцінки харчової проби залежно від стану організму оцінювача називається **алестезією**. Такі зміни від приємного до неприємного виникають у відношенні до деяких смаків і запахів їжі після насичення. Зсування меж від неприємного до приємного для тих же смакових і запахових компонентів відбуваються при стані голоду. Стан голоду різко підвищує чутливість до солодкого, зростає ступінь переваги цього смаку, але в стані насичення вона спадає.

7. Обробка результатів

Кожен член дегустаційної комісії записує свою думку в дегустаційний лист встановленого зразка і підписує його. Помилково записані результати закреслюються і підписуються дегустатором. Потім дегустаційний лист передається секретарю для **оброблення результатів за наступним алгоритмом**.

1. Спочатку **усереднюються оцінки дегустаторів** за одиничними показниками. Секретар заносить у зведені листи оцінки всіх дегустаторів для кожного зразка і розраховує середні арифметичні значення оцінок одиничних показників (у балах) за формулою:

$$\overline{X} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x^2}}{n},$$

де $\sum_{i=1}^n X$ – сума оцінок дегустаторів за конкретним показником (смаком, запахом тощо) одного зразка харчової продукції,
 n – кількість дегустаторів.

2. Для характеристики розкиду сукупності оцінок дегустаторів секретар визначає **стандартне відхилення** для кожного одиничного показника за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \overline{x}^2},$$

де $\sum_{i=1}^n x_i^2$ – сума квадратів оцінок дегустаторів,

$\overline{x}^2$ – квадрат середнього значення оцінок показника.

Стандартне відхилення S характеризує узгодженість думок експертів за умови однорідності аналізованих проб. Наприклад, якщо оцінки однозначні, то значення S за 5-ти бальною шкалою зазвичай не перевищує $\pm 0,5$ балів. При відхиленні $\pm 1,0$ і більше (це відповідає коефіцієнту варіації 20 % і більше за 5-ти бальною шкалою) аналізована сукупність оцінок статистично неоднорідна.

Якщо при підготовці проб або під час дегустації не було допущено помилок, то сумніву піддається якість підготовки дегустаторів: професійна і кваліметрична компетентність, сенсорна здатність, об'єктивність. У такому разі проводиться повторна перевірка сенсорної сприйнятливості дегустаторів, піддаються переоцінці інші показники якості дегустаторів. Оцінки дегустаторів, які не витримали повторного випробування, виключають із аналізованої сукупності, яку знову статистично обробляють.

3. Розрахунок **комплексного показника** Q проводиться за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^n \overline{x_i},$$

де $\overline{x_i}$ – усереднені оцінки одиничних показників якості (смаку, запаху, консистенції тощо).

У результаті одержують значення комплексних показників якості харчового продукту.

4. За одиничним і комплексним показниками відповідно до нормативних документів встановлюють **рівень якості оцінюваної харчової продукції**.

Допускається застосування спеціальних приладів для проведення об'єктивної сенсорної оцінки. Після проведення випробувань харчової продукції та оголошення середньої оцінки або єдиного рішення проводять їх обговорення, в ході якого робляться висновки про харчову продукцію, формулюються відповідні рекомендації.

Рішення дегустаційної комісії оформляються протоколами, іншими документами встановленого зразка, залежно від завдань дегустаційного аналізу, доводяться до членів комісії і заявника.

У протоколах засідання дегустаційної комісії вказується:

- дата і місце проведення дегустації;
- склад учасників;
- мета дегустації;
- асортимент і характеристика харчового продукту (найменування, виробник, дані про партії, дата відбору тощо);
- якісна характеристика і бальна оцінка виробів (недоліки і позитивні якості);
- прийняте рішення, рекомендації, підписи голови та секретаря.

Протоколи та інші підсумкові документи мають юридичну силу при вирішенні відповідних завдань дегустації.

Вартість зразків продукції, які представляються в міжвідомчу дегустаційну комісію та організації дегустаційного аналізу компенсуються за рахунок підприємства (фірми) або приватного заявника.

8. Взаємозв'язок між органолептичними та інструментальними показниками

Вивчення кореляції між органолептичними та інструментальними показниками засноване на розрахункових прийомах, що вимагають кількісного вираження розглянутих ознак.

Сучасні дослідники якості харчових продуктів широко використовують науково обгрунтовані п'ятибальні шкали з використанням коефіцієнтів вагомості. Кількісне вираження органолептичних ознак у балах дозволяє використовувати розрахункові та графічні прийоми для визначення кореляції між показниками, зумовленими сенсорними та інструментальними методами.

Проблема кореляції між об'єктивними і суб'єктивними вимірами детально досліджується. Найбільше уваги приділяється вивченню взаємозв'язку між суб'єктивними відчуттями і механічними параметрами консистенції, вимірюваними за допомогою приладів (об'єктивні виміри).

Приклад 1. Вчені з'ясували (К. Помпея), що прилад не в змозі оцінити консистенцію так, як її сприймає людина, але визначили, що існує певний зв'язок між інструментальними вимірами й відчуттями дегустатора. Цю кореляцію можна використовувати для прогнозування споживчої переваги на основі механічних параметрів консистенції. На підставі цього розвинувся новий напрям у науці – психофізика (психореологія), яка розглядає математичну залежність між фізичними властивостями (вимірюються приладами) і відчуттями людини.

Приклад 2. Б. Драке (Швеція) досліджував кореляцію між звуками, що лунають при розжовуванні харчових продуктів зубами, і структурно-механічними властивостями цих продуктів, оцінюваними сенсорним методом: твердість і м'якість, сухість і соковитість, крихкість. За допомогою магнітофону записували достовірні і очищені звуки. Встановлено, що консистенція харчових продуктів впливає на розподіл амплітуди звуків, які утворюються, за частотами в діапазоні чутливості.

Приклад 3. Для об'єктивної характеристики забарвлення харчових продуктів застосовують спектральні методи дослідження. Смакові і ароматоутворюючі сполуки аналізують методами, заснованими на хімічних реакціях, в яких беруть участь основні речовини або класи сполук, відповідальні за певне відчуття смаку (солоного, солодкого, кислого, гіркого) або запаху. Наприклад, специфічний аромат копчених продуктів переважно пояснюється композицією фенольних речовин. При масовій частці суми фенолів в діапазоні від 5 до 35 мг на 100 г риби холодного копчення коефіцієнти кореляції між фенольним числом і дегустаційними оцінками в балах склали для запаху 0,68 і для смаку 0,77, що становить більше ніж 95 % ймовірності

існування взаємозв'язку. Характерний запах риби пов'язують із присутністю азотистих летких речовин і, зокрема, триметиламіну.

Визначення кореляції між сенсорними та інструментальними методами та показниками якості є єдиним способом обґрунтування об'єктивних методів аналізу. Інструментальні методи часто бувають простішими, швидшими і менш трудомісткими у порівнянні із науково обґрунтованими органолептичними способами. Взаємозв'язок між сенсорними та інструментальними показниками дозволяє вирішити питання про прийнятність того чи іншого не дегустаційного методу для оцінки органолептичних властивостей продуктів. Однак дегустаційний аналіз на сьогоднішній день є найточнішим і надійним при вирішенні питань сенсорної якості та споживчої переваги продуктів харчування.

Контрольні запитання

1. Які правила відбору проб для дегустаційного аналізу?
2. Які вимоги до приміщення, де проводиться сенсорний аналіз харчових продуктів?
3. Що таке дегустаційна комісія?
4. Які види дегустації Ви знаєте?
5. Опишіть правила проведення випробувань при органолептичному аналізі.
6. Охарактеризуйте режим роботи дегустаційних комісій.
7. Як обробляють результати роботи дегустаційних комісій?
8. Як здійснюється вивчення кореляції між органолептичними та інструментальними показниками?

Лекція № 4

Характеристика продукції харчових виробництв.

Сенсорна характеристика як складова якості харчових продуктів

1. Класифікація якісних ознак харчових продуктів

Підвищенню **якості товарів**, зокрема, продуктів харчування, сприяють застосування високоякісної сировини та допоміжних матеріалів, досвід і майстерність виготовлювачів, висока культура виробництва, виконання санітарно-гігієнічних вимог. Сучасна техніка і прогресивна технологія виробництва повинні забезпечувати не тільки економічну ефективність, а й гарантувати високу якість продукції. Збереження якості сировини, напівфабрикатів і готових харчових продуктів залежить також від упаковки, дотримання правил і режимів транспортування, зберігання і реалізації.

Існують наступні групові **показники якості**: ергономічні, естетичні, патентно-правові, уніфікаційно-стандартизаційні, екологічні, призначення, технологічні, економічні, зберігаючі, транспорторентабельні, безпеки споживання та ін.

Ергономічні показники характеризують систему продукт–споживач–довкілля і включають в себе гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, психофізичні і психологічні параметри.

Гігієнічні показники відображають відповідність харчового продукту санітарним нормам (відсутність токсичних, канцерогенних та інших шкідливих для здоров'я людини речовин). Строго контролюються на вміст токсичних елементів консерви, фасовані в металеві банки. Серйозну загрозу для здоров'я людини становлять пестициди, нітроти, радіонукліди. Залишки сільськогосподарських отрутохімікатів (бактерицидів, фунгіцидів, інсектицидів, гербіцидів) та їх метаболіти присутні в багатьох харчових продуктах, оскільки надходять у рослини з ґрунту. Нітрозаміни утворюються при використанні азотних добрив. Радіонукліди присутні в радіоактивно забруднених продуктах, перш за все м'ясних і молочних.

Антропометричні показники характеризують товари відносно розмірів людини і повинні забезпечувати зручність транспортування, зберігання, реалізації і використання продукту споживачем. Питання фасованості товарів, місткості тари, форми і розмірів продуктів вирішують з урахуванням антропометричних вимог.

Фізіологічні показники оцінюють продукти харчування стосовно до можливостей і потреб організму людини. При розробленні композиційних харчових продуктів особлива увага приділяється збалансованості хімічного складу. Амінокислотний склад білків і жирнокислотний склад ліпідів підбирають з урахуванням фізіологічних особливостей організму. Температура плавлення жирів повинна бути близька до температури тіла людини. У зв'язку із негативними наслідками надмірного захоплення рафінованою їжею розробляють нові продукти харчування, збагачені харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними елементами. Встановлено зв'язок між розвитком злоякісних пухлин в кишечнику і недостатнім надходженням в організм рослинної клітковини. Виникненню цієї хвороби сприяє також малорухливий спосіб життя.

Психофізіологічні показники характеризують сприйняття харчового продукту за допомогою органів чуття: зору, дотику, нюху, смаку, іноді слуху, а також фізичних властивостей людини. При визначенні їх величини враховують порогову можливість людини до сприйняття запаху, смаку, тактильних (дотикальних) та інших відчуттів. Разом із психологічними параметрами вони складають емоційну цінність продукту. До психологічних ознак відносять, зазвичай, якість оформлення, наприклад, яскравість та інформативність упаковки та етикетки.

Естетичні показники якості відображають товарний вигляд харчових продуктів, цілісність композиції, досконалість виробничого виконання, художнє оформлення, індивідуальні особливості товару (форма, упакування, товарні знаки тощо), які виділяють його серед аналогів. При цьому враховують художню виразність етикетки, упакування відповідно до найменування товару, естетичних смаків, переваг та уподобань споживачів.

Патентно-правові параметри забезпечують патентну чистоту і захищеність товару в країні і за кордоном. Це може стосуватися способу отримання, складу харчового продукту або пристрою чи обладнання для його виготовлення.

Уніфікація і стандартизація товару характеризують наступність нового продукту. Це служить гарантією якості і відображає технічну досконалість товару.

У нормативній і технічній документації, що регламентує якість продуктів харчування, сенсорним ознакам надають великого значення. Диференціювання за якістю охолодженої, мороженої та солоної риби, чаю, вина, вершкового масла, маргарину та інших продуктів харчування проводиться за результатами органолептичного аналізу. Показники, що визначаються інструментальними методами, практично не впливають на сортність стандартної продукції. Споживачі перевагу і прийнятність харчових продуктів оцінюють виключно органолептичними методами.

Екологічні показники характеризують ступінь шкідливого впливу харчового продукту на навколишнє середовище при зберіганні або використанні. В екологічному відношенні до таких товарів належать тютюнові вироби та радіаційно забруднені харчові продукти. Всі товари в полімерній упаковці та металевих банках мають негативні екологічні ознаки, оскільки після їх використання упаковки далеко не завжди утилізуються і забруднюють навколишнє середовище.

Показники призначення товару характеризують його соціальне призначення і цільову функцію. Показники якості продуктів харчування можуть бути наступними:

- **доцільність виробництва** даної харчової продукції, яка відображає потребу населення в ній і незадоволений попит. Гострота потреби розраховується як відношення фактичної забезпеченості населення харчовими продуктами певної групи до фізіологічних норм раціонального харчування. Найгостріше відчувається недостатня забезпеченість населення м'ясними продуктами, овочами і фруктами;
- **соціальна адресність і споживчий клас**, які характеризують призначеність харчових продуктів для конкретних груп споживачів, наприклад вироби дієтичного харчування, продукти для дітей або туристів, космонавтів і т. д.;
- **відповідність харчового продукту оптимальному асортименту**, яка визначає його місце у фактичному і прогнозованому асортименті;
- **моральне старіння (зношеність)**, яке служить підставою для виключення з асортименту харчових продуктів, що випускаються, на які знижується попит, наприклад, деякі найменування овочевих або рибних консервів тощо;
- **супутні соціальні ефекти**, які орієнтують виробництво харчових продуктів зі зміненими властивостями відповідно до нових запитів споживачів, наприклад, низькокалорійні, вітамінізовані, збагачені біологічно цінними компонентами і т. д.

Розрізняють наступні **показниками функціонального призначення** харчових продуктів:

- **універсальність застосування**, що відображає сфери використання продукту харчування. Наприклад, цукор, сіль, вершкове масло застосовують в домашній кулінарії і харчових виробництвах для виготовлення інших продуктів;
- **показники відповідності виконанню основної функції**, тобто корисність харчових продуктів. **Харчова, або поживна цінність** характеризує корисність продуктів харчування, які містять білки, жири, вуглеводи, що є будівельним матеріалом і джерелом енергії для організму людини, а також біологічно активних речовин (вітамінів, мінеральних елементів). **Фізіологічна цінність** визначає, наскільки корисні смакові продукти (прянощі, чай, кава, напої).

Харчова цінність м'ясних, рибних, молочних, яєчних, зерномучних, кондитерських, плодоовочевих продуктів і харчових жирів та інших продуктів харчування залежить від їхнього хімічного складу і засвоюваності. Жири та вуглеводи зумовлюють **енергетичну цінність (калорійність)** їжі. Білки характеризують **біологічну цінність**, яка визначається збалансованістю амінокислотного складу. Біологічна цінність тваринних білків, як правило, вища, ніж рослинних. **Засвоюваність** показує ступінь використання людським організмом поживних речовин. Наприклад, присутність клітковини в рослинній їжі знижує засвоюваність поживних речовин. Фізіологічна цінність смакових і харчових продуктів визначається їх позитивним впливом на травну, нервову, серцево-судинну та інші системи людини. Чай і кава тонізують, прянощі збуджують апетит, харчові волокна (клітковина) покращують перистальтику кишечника, пористий хліб дренажує їжу, сприяє поліпшенню її засвоюваності.

До **показників відповідності виконанню допоміжних функцій** відносяться змістовність інформації, яку несуть етикетки на товарі, наприклад відомості про склад, харчову цінність, способи вживання, умови зберігання, терміни придатності харчових продуктів тощо.

Технологічні параметри відображають матеріаломісткість, трудомісткість, енергоємність виробництва харчової продукції, а також можливість утилізації відходів.

Економічні показники розраховують з урахуванням витрат на розроблення, виготовлення, зберігання і споживання продукції харчування. Економічна ефективність виробництва харчової продукції нового асортименту або впровадження прогресивної технології визначається зіставленням суми витрат з позитивним ефектом, наприклад, підвищенням якості, високим виходом готового продукту, тривалішим терміном зберігання тощо. Економічні показники безпосередньо пов'язані із вартістю харчових продуктів.

Показники збереження і транспортабельності називають також показниками надійності. Вони характеризують властивості харчових продуктів зберігати якість за стандартами при перевезеннях протягом гарантійних термінів зберігання при дотриманні умов, встановлених у нормативній і технічній документації.

Ознаки **безпеки споживання** відображають відповідність гігієнічних показників державним і міжнародним нормативам, зокрема, санітарним правилам і вітчизняним та міжнародним стандартам.

2. Номенклатура показників, які визначають за допомогою органів чуття

Органолептичний аналіз харчових і смакових продуктів проводиться за допомогою дегустацій, тобто досліджень, здійснюваних за допомогою органів відчуттів фахівця-дегустатора без застосування вимірювальних приладів.

Загальноприйнята наступна класифікація органолептичних показників, що характеризують якість продуктів харчування.

За допомогою **зору** визначають **зовнішній вигляд** – загальне зорове відчуття, спричинене харчовим продуктом; **форму** – геометричні властивості (пропорції) продукту; **колір** – відчуття, викликане світловим імпульсом певної домінуючої довжини світлової хвилі та інтенсивності; **блиск** – здатність продукту відбивати значну частину променів, що падають на поверхню, залежно від її гладкості; **прозорість** – властивість харчових продуктів, в основному рідких, яка описується ступенем пропускання світла через шар певної товщини.

Текстура – це термін, що відноситься до макроструктури харчового продукту, яка характеризується комплексом зорових, слухових і дотикових відчуттів, що виникають при розжовуванні продукту. Текстура буває тверда, пружна, волокниста, пориста, шарувата, м'яка, жорстка, ніжна, тендітна, клейка, липка та ін.

Показниками якості харчового продукту, які оцінюють за допомогою **глибокого дотику (натиску)** є **консистенція** – характеристика текстури, що відображає сукупність реологічних властивостей харчових продуктів; **щільність** – властивість опору продукту, що виникає при натиску; **еластичність** – здатність продукту повертати початкову форму після припинення натиску, що не перевищує критичної величини (межі еластичності); **пружність** – характеристика текстури, зумовлена швидкістю і ступенем відновлення початкових розмірів продукту після припинення деформуючого впливу; **липкість** – здатність текстури, зумовлена зусиллям, необхідним для подолання сили зчеплення між поверхнею харчового продукту і язиком, піднебінням, зубами або руками; **пластичність** – властивість текстури не руйнуватися в процесі, і після припинення деформуючого впливу; **крихкість** – властивість текстури руйнуватися при невеликих різких деформаціях.

Показником якості харчового продукту, який визначається **нюхом** є **запах** – відчуття, що виникає при порушенні рецепторів нюху, яке визначається якісно і кількісно; **аромат** – приємний гармонійний запах, характерний для даного харчового продукту (ординарного вина, чаю, напоїв, фруктів, спецій тощо); **«букет»** – приємний запах, що формується під впливом складних процесів, які протікають під час дозрівання, бродіння та ферментації (наприклад, «букет» витриманого вина).

За допомогою органів відчуттів в порожнині рота визначають наступні параметри якості товару: **соковитість** – враження дотику, вироблене соками продукту під час розжовування (наприклад, продукт соковитий, малосоковитий, сухуватий, сухий); **однорідність** – враження дотику, вироблене розмірами частинок продукту (однорідність шоколадної маси, цукеркових начинок); **консистенція** – дотик, котрий сприймає густоту, клейкість продукту, силу натиску; вона відчувається при розподілі продукту на язичі (консистенція рідка, сироповидна, густа, щільна); **волокнистість** – враження, що викликається волокнами, які надають опір при розжовуванні харчового продукту, і яке можна відчувати якісно і кількісно (наприклад, м'ясо з тонкими волокнами); **крихкість** – властивість твердого продукту кришитися при розкушуванні і розжовуванні, зумовлена низьким ступенем зчеплення між частками; **ніжність** – умовний термін, оцінюється як опір, який чинить харчовий продукт при розжовуванні (наприклад, м'яке яблуко, хрусткий огірок, ніжне м'ясо); **терпкість** – відчуття дотику, викликане тим, що внутрішня поверхня порожнини рота стягується і при цьому з'являється сухість у роті; **смак** – відчуття, що виникає при порушенні рецепторів і визначається як якісно (солодкий, солоний, кислий, гіркий), так і кількісно (інтенсивність смаку); **флевор** (флейвор), або **смакота** – комплексне відчуття смаку, запаху і дотику при розподілі продукту в порожнині рота – визначається якісно і кількісно.

3. Природа речовин, які зумовлюють забарвлення і флевор харчових продуктів

3.1. Речовини, що зумовлюють забарвлення харчових продуктів

Забарвлення рослинних продуктів зумовлене наступними пігментами: хлорофілом, каротиноїдами і флавоноїдами (антоціанами). Ці сполуки вибірково поглинають світло у видимій області спектру і надають речовині відповідного забарвлення.

Зелений пігмент **хлорофіл** складається з двох сполук: синьо-зеленого хлорофілу *a* ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) і жовто-зеленого хлорофілу *b* ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$), які відрізняються за ступенем окисленості і оптичними властивостями. Обидві сполуки є магнієвими солями тетрапіролу. Хлорофіл *a* стійкіший до впливу тепла, ніж хлорофіл *b*. Хлорофіл і його похідні виробляють з хвої, листя кропиви та іншої рослинної сировини. Зелений барвник застосовують для фарбування лікерів, есенцій, безалкогольних напоїв, а також кондитерських виробів. Хлорофіл при термічній обробці продуктів нестійкий.

У рослинних продуктах хлорофіл супроводжують **каротиноїди** – велика група пігментів жовтого, помаранчевого і червоного кольорів. Наприклад, в стручковому перці міститься до ста окремих пігментів каротиноїдів: каротин, капсوروبін, капсантин, криптоксантин та ін. Термін «каротиноїди» відноситься до багатьох рослинних жовтих пігментів, розчинних у жирах і жирних розчинниках.

До безкисневих каротиноїдів відносяться α -, β - і γ -каротини і лікопін. Термін «**каротин**» походить від латинського *carota* – морква. Найпоширеніша форма каротинів – β -каротин. У рослинних продуктах, пофарбованих у жовто-помаранчеві тони, зазвичай зустрічається суміш ізомерів каротину: α -, β - і γ -каротини, які відрізняються оптичними властивостями. Жовте забарвлення коренеплодів моркви, плодів абрикосів, горобини, обліпихи, апельсинів, мандаринів, бананів, дині, жовтка курячого яйця і меланжу, соняшникової олії та вершкового масла, грибів (лисичок, сироїжок, рижиків) зумовлюють каротини поряд з іншими каротиноїдами. У 1 л соняшникової олії міститься від 1 до 15 мг каротиноїдів, в 1 кг червоної моркви – 90–120 мг, в 1 кг ґрунтових томатів – 15–20 мг, приблизно стільки ж в обліписі, чорноплідній горобині, абрикосах. Добрими джерелами β -каротину є гарбуз, солодкий перець, зелена цибуля, зелень петрушки і кропу, салат, черемха, шпинат, плоди шипшини. У моркві 85 % загальної кількості каротинів становить β -каротин.

Жовтий барвник каротин отримують із моркви, гарбуза, зеленої хвої, плодів шипшини, водоростей, квіток календули (нагідки). Каротин можна застосовувати в харчовій промисловості для підфарбовування вершкового масла, маргарину, сирів, а також як антиоксидант для

поліпшення збережуваності харчових жирів. Препарати жовтого барвника, багаті каротином, перспективні для фарбування та вітамінізації плодових і овочевих соків, кондитерських виробів, напоїв, морозива, хлібобулочних та інших виробів. Каротини попереджають розвиток авітамінозу А, причому β -каротин в два рази активніший у порівнянні із α - і γ -формами.

В молекулі **лікопіну** міститься 13 подвійних зв'язків. Поряд з іншими пігментами він присутній в плодах абрикосів, шипшини, м'якоті кавуна, яскраво-червоних сортів грейпфрута, хурми. Лікопін – основний пігмент плодів червоних томатів. Аналогічно до каротину його застосовують в якості харчового колоранта. Джерелом для його промислового отримання служать відходи переробки плодів стиглих томатів. Лікопін не володіє вітамінними властивостями, але за фарбувальною здатністю перевершує каротин.

Рильця квіток шафрану є сировиною для отримання жовтого барвника **кроцетину**, який застосовується в кондитерській промисловості. Кроцетин (глікозид кроцин) має високу фарбувальну здатність: одна частина пігменту забарвлює в жовтий колір 200 тис. частин води.

До жовтих харчових фарбників відноситься також **біксин**, який отримують з речовини, що оточує насіння бікси анатової. Біксин застосовують для підфарбовування сирів і харчових жирів.

Киснево-вмісні каротиноїди, звані **ксантофілами**, переважають серед пігментів зерен жовтої кукурудзи, а також містяться в шкірці мандаринів, плодах шипшини, інших рослинних продуктах з жовтим забарвленням. Ксантофіли можна розглядати як похідні каротинів. Серед ксантофілів вивчені, зокрема, криптоксантин (міститься в шкірці плодів мандаринів, червоному перці), який є похідним β -каротину і має властивості провітаміну А; рубіксантин (в плодах шипшини), зеаксантин (в зернах кукурудзи, плодах обліпихи, курячому жовтку), віолаксантин (в яскраво-жовтих апельсинах).

Забарвлення багатьох плодів, ягід, овочів зумовлене **флавоноїдами**. Це гетероциклічні пігменти, що додають продуктам рослинного походження основну кольорову гамму. У літературі описано понад 2000 сполук, що відносяться до цієї групи. Молекули флавоноїдів мають 15 вуглецевих атомів. Терміном флавоноїди об'єднують велику кількість природних пігментів, які представляють собою водорозчинні фенольні глікозиди: флавоони і флавоноли з жовтим забарвленням, антоціани із червоним, фіолетовим і синім забарвленнями.

Серед жовтих пігментів найпоширенішими є флавонол, кверцетин і його глікозиди, що містяться в груші, сливі, лушпинні цибулі, а також плодах цитрусових. Кверцетин і його глікозиди використовують в якості харчових барвників. Жовте забарвлення має рибофлавін (вітамін В2), який в невеликих кількостях міститься в цитрусових, моркві, винограді, у великих – в яйцях, рибних продуктах, субпродуктах: печінці, нирках, мізках.

Антоціани називають рослинними хамелеонами. Ця назва походить від грецьких слів «антос» (квітка) і «ціанос» (лазуровий, блакитний). Різноманіття забарвлення плодів, ягід, квітів зумовлюється в основному антоціанами, які присутні у формі глікозидів. Залишки цукрів (глюкози, галактози або рамнози) зв'язані в молекулі глікозиду із забарвленим агліконом антоціанідом. Спектр оптичного поглинання антоціанів має два максимуми (в областях 250–300 і 500–550 нм). Забарвлення ягід суниці визначає глікозид червоного пеларгонідіна. Малиновий ціанідин міститься в ягодах брусниці, смородини, ожини, малини, в плодах вишні, терну, горобини. До складу більшості винних сортів винограду входять петунідин, дельфінідин і мальвідин. Близько 70 % плодів містять глікозиди ціанідину. Забарвлення шкірки синього баклажана зумовлює переважно дельфінідин. У більшості плодів і овочів антоціани зосереджені в поверхневих епідермальних шарах (яблука, груші, сливи), а в деяких сортах винограду та вишень – в м'якоті. Антоціанідини присутні, як правило, у вигляді солей. Вважають, що синій колір антоціанів зумовлений комплексотворенням із металами.

Залежно від кислотності середовища (рН) антоціани можуть змінювати забарвлення. Наприклад, червоно-фіолетовий антоціан, виділений з червонокочанної капусти, при рН 4–5 набуває рожевого забарвлення, при рН 2–3 – червоного, при рН 7 – синього, при рН 8 – зеленого, при рН 9 – зелено-жовтого, при рН 10 – жовто-зеленого, при рН понад 10 – жовтого.

Антоціани зумовлюють забарвлення натуральних соків, вин, сиропів, наливок, фруктових мармеладу, варення, лікерів та інших виробів, приготованих з плодово-ягідної сировини. Для отримання антоціанових харчових барвників використовують сік ожини, черемхи, горобини, калини і т. д. З відходів первинного виноробства та виробництва соків (виноградних вичавок) отримують червоний харчовий антоціановий барвник енін. Червоні барвники можна отримувати з квіток мальви та махрової жоржина, вичавок журавлини, малини, чорниці, чорної смородини, вишні, червоного буряка та іншої сировини. Ці барвники застосовують у кондитерському і лікеро-горілчаному виробництві, для фарбування безалкогольних напоїв.

В якості харчових жовтих барвників використовують **кверцетин** і **рутин** (вітамін Р). Сировиною для їх отримання є зелена маса гречки, бутони софори японської, квіти каштана кінського; для кверцетину сировиною є також щавель кінський, листя хурми, лушпиння ріпчастої цибулі. Кверцетин і рутин мають антиокислювальні властивості.

Забарвлення свіжих і перероблених плодів і овочів є важливим чинником оцінки їх якості. За забарвленням судять про ступінь зрілості плодів і ягід, свіжість плодовоовочевих консервів. При зберіганні та переробці ягід, фруктів, овочів фарбувальні речовини можуть руйнуватися і змінювати колір. Особливо несприятливо впливають на збереження рослинних пігментів термічна обробка, зміна кислотності середовища (рН), контакт плодів із металами.

Характеристика кольору служить первинною інформацією при оцінці якості, перш за все свіжості м'ясних продуктів. Природний колір м'язової тканини м'яса зумовлений **міоглобіном** (на 90 %) і **гемоглобіном** (на 10 %). Обидві речовини є складними білками – хромопротеїдами, до складу яких входять простий білок глобін і гем, що містить двовалентне залізо. Міоглобін, аналогічно як і гемоглобін, виконує в організмі функції дихального білка, будучи проміжним переносником кисню від гемоглобіну до різних ділянок тіла. У м'язової тканини тварини масова частка міоглобіну змінюється від 0,1 до 1 %. Міоглобін має пурпурово-червоне забарвлення. Чим більше в м'язах міоглобіну, тим яскравіше їх забарвлення. Під впливом кисню повітря міоглобін окислюється з утворенням оксиміоглобіну, що забезпечує світло-червоне забарвлення протягом двох-трьох тижнів зберігання м'яса в холодильнику після забою тварини. Потемніння м'яса на поверхні туші і в місцях синців пояснюється утворенням метміоглобіну, в якому залізо з двовалентного переходить у тривалентне.

Світліше забарвлення свинини у порівнянні із яловичиною зумовлене меншим (в 2–5 разів) вмістом міоглобіну. М'язи молодих тварин світліші, ніж старих, а самців – темніші, ніж у самок. М'язи, що мали за життя тварин велике фізичне навантаження, мають темніший колір, наприклад м'язи ший темніші, ніж довгий м'яз спини.

Міоглобін і оксиміоглобін в присутності оксиду вуглецю утворюють **карбоксиміоглобін** – сполуку вишнево-червоного кольору, яка бере участь у формуванні забарвлення м'ясних виробів холодного копчення.

При взаємодії із сірководнем в присутності кисню міоглобін переходить у **сульфоглобін** жовто-зеленого кольору, що сигналізує про псування м'яса, особливо в непотрошених і напівпотрошених тушках курей, гусей і качок. Сірководень та аміак утворюються при гнильному псуванні білків м'яса і птиці. Особливо інтенсивне виділення сірководню відбувається при розкладанні залишків їжі в кишечнику птиці. Дифундуючи в черевну порожнину тушок, сірководень забарвлює кровоносні судини в жовто-зелений колір.

Забарвлення м'яса в кислому або лужному середовищі, а також при підвищенні температури змінюється. Теплова обробка супроводжується денатурацією білків і утворенням **метміоглобіну**, що викликає зміну кольору м'яса. Для надання ковбасним виробам стійкого забарвлення застосовують нітриту натрію і калію, які додають до напівфабрикатів, або у розсіл. Нітриту піддаються гідролізу та іншим перетворенням з утворенням оксиду азоту, який взаємодіє із міоглобіном. У результаті реакції утворюється **нітрозоміоглобін**, який має стійкий червоний колір. При тепловій обробці він може зазнавати змін з утворенням денатурованого глобіну і нітрозоміохромогену (нітрозоміохрому), що додає копченостям і ковбасам коричневі відтінки. Нітриту беруть участь також у формуванні смаку і аромату шинки. Дози нітритів строго регламентуються: у варених, напівкопчених і варено-копчених ковбасах допускається не більше 0,005 % нітритів, в сирокопчених – не більше 0,003 %.

Велика розмаїтість забарвлення риби пояснюється комбінуванням **хроматофорів** – клітин з пігментними зернами, які знаходяться в дермісі шкіри. Пігменти хроматофорів можуть мати різне забарвлення: меланофори забарвлені в чорний колір, еритрофори – в червоний, ксантофори – в жовтий. Сріблясте забарвлення риби зумовлене кристалами **гуаніну**, розташованими в шкірі під лускою. Гуанін сильно відбиває світло.

Кольорові особливості є систематичними ознаками і характеризують свіжість риби. У Світовому океані і прісноводних водоймах живуть понад 20 тис. видів риби, і близько 15 тис. з них мають промислове значення. Забарвлення тіла, бічної лінії, плавників є ознакою в систематиці риб. **Еритрин** і **ксантин** – нестійкі пігменти, які швидко знебарвлюються, і риба невдовзі після вилову втрачає прижиттєве забарвлення.

Доброякісність продукту оцінюють за візуальними ознаками. Риба бездоганної свіжості має природне забарвлення і блискучу луску, яскраво-червоні зябра, опуклі, з прозорою рогівкою очі. Для риби сумнівної свіжості характерні потьмяніла, місцями збита луска, сірі зябра, порожевілі, нещільно прилеглі зябра, запалі тьмяні очі. У несвіжої риби луска тьмяна, зябра темно-бурого або сіро-зеленого кольору, зяброві пластини рожеві або червоні і розкриті, очі запалі, каламутні, анальне кільце темно-коричневого кольору.

Забарвлення м'язів сімейства лососевих (від рожевого до яскраво-червоною), ікри лососевих (від оранжево-жовтого до оранжево-червоного), ікри сімейства осетрових (від світло-сірого до темно-сірого і навіть чорного) та сірувато-жовтої ікри деяких інших видів риб зумовлена **ліпохромами**. У ікринках риби сімейства осетрових ліпохром розташовані під оболонкою, в лососевої ікри вони розчинені в крапельках жиру.

3.2. Речовини, що зумовлюють флевор харчових продуктів

Найважливішою в органолептичному аналізі є оцінка запаху і смаку. Відчуття запаху виникає за допомогою органу нюху, розташованого в носовій порожнині і збуджуваного леткими речовинами. Смак продукту в ротовій порожнині виникає при дії на органи смаку розчинними речовинами. Оскільки носова порожнина з'єднана з ротовою, то початкові нюхові відчуття часто зливаються зі смаковими або доповнюються новими відтінками при визначенні смаку. Тому для багатьох продуктів запах і смак оцінюють як один загальний показник якості. Для характеристики комплексного відчуття запаху і смаку застосовують терміни «смакота» і «флевор» (правильніше звучання флейвор від англійського слова *flavour*, але воно рідше вживане). Поняття флевора може включати і відчуття консистенції продукту. Для опису смаку і запаху вживають терміни **характерний** або **сторонній**. Друге поняття включає не властиві для оцінюваного продукту запах чи смак. Запах продукту може бути зумовлений композицією двох, трьох, або багатьох низькомолекулярних компонентів (аромат шоколаду, чаю, кави, копчення) або присутністю ключової речовини. Наприклад, етил-(2-метил-2-феніл)гліцидат визначає запах полуниці; *n*-гідроксифеніл-3-бутанон надає характерний запах малини; алілфеноксіацетат – ананасу; 2-метоксі-3-ізобутилпіразин – зеленому стручковому перцю; алілсульфід – часнику; алізотіоціанат – гірчиці.

Інші приклади ключових речовин, що визначають основний аромат: ванілін – у ванілі, коричний альдегід в кориці, евгенол – у гвоздиці, карвон у кмині, анетол – в анісі, цінеол – в листі лавра благородного, ментол – в м'яті, цитраль – в лимонах.

Багато продуктів мають **композиційний аромат**, який розвивається при дозріванні плодів, ягід, овочів або при технологічній обробці, обсмажуванні какао-бобів і зерен кави, випічці хліба, копченні риби і м'яса, ферментації листя чаю, смажені м'яса, чіпсів, арахісу, витримці коньяку та вина, дозріванні рибних консервів, бродінні пива, кисломолочних продуктів, сирів та інших процесах. Ароматоутворюючі композиції можуть містити декілька десятків або й сотень речовин.

У помідорах, апельсинах, коньяці виявлено від 110 до 160 **летких сполук**, в пиві, м'ясі птиці, підсмаженому арахісі – 180–190, виробках з какао, хлібі, суниці 200–250, каві – від 370 до 500 (за різними джерелами) ароматичних речовин. В міру розвитку інструментальних методів дослідження збільшується кількість виявлених у харчових продуктах та ідентифікованих летких речовин. За опублікованими даними, в копчених харчових продуктах знаходиться більше 1000 летких сполук і близько 300 із них ідентифіковані.

Вивчення **ароматоутворюючих речовин** представляє великі труднощі, оскільки їх масова частка в їжі надзвичайно мала, а зміна концентрації летких сполук може викликати кількісну і якісну зміну запаху. Крім того, запах створюють багато компонентів, які відносяться до різних класів, і для кожного з них необхідні унікальні прийоми виділення і підготовки до хроматографічного, спектрального чи іншого аналізу. **Концентрати запаху** є, як правило, складними сумішами, причому багато з ароматоутворюючих речовин легко вступають у різні реакції.

Сума ароматоутворюючих речовин становить мізерну частину маси продукту. Наприклад, ефіророзчинні речовини, які виділяються з конденсату консервів «Шпроти в маслі», мають сумарну масу 1 г з розрахунку на 1 кг продукту, а в міру старіння консервів і ослаблення аромату копчення їх масова частка зменшується в кілька разів. Виділені з м'яса летючі речовини становлять кілька десятків міліграмів, а частка їх у хлібі, ягодах, фруктах, овочах зазвичай не перевищує 10 мг/кг. Для розділення та ідентифікації летких речовин застосовують хроматографічні методи в поєднанні із спектральними. Широкі можливості відкриває поєднання газорідної хроматографії із мас-спектрометричною ідентифікацією компонентів (ГРХ-МС). Сучасні зарубіжні та вітчизняні дослідження за допомогою ГРХ-МС дають нову наукову інформацію про природу запаху, яка необхідна для вирішення проблеми управління якістю продуктів та розробки імітаторів запаху.

Складні леткі композиції, виділені із харчових продуктів, містять зазвичай сполуки, що відносяться до 4–9 і більше класів, таких, як карбонільні сполуки, спирти, кислоти, складні ефіри, вуглеводні і гетероциклічні вуглеводні, азотисті та сірковмістимі сполуки, феноли, лактони, причому представники перших чотирьох класів є найпоширенішими ароматоутворюючими компонентами. Карбонільна фракція в рибі становить близько 1/2 загальної кількості летких речовин, в каві, хлібі, м'ясі птиці, яловичині – 1/3–1/4 композицій летких сполук, в суниці і апельсинах – 1/5, в какао-продуктах – 1/7, в пиві – 1/9, в коньяку – 1/10. До ефірів відносяться більше половини індивідуальних летких сполук в коньяку і 1/3 в суниці та пиві. У запаху яловичини та птиці переважають сірковмісні речовини (близько 70 сполук). У рибі присутні азотисті леткі сполуки.

Дослідження показують, що в копчених продуктах більше 1/2 маси ароматоутворюючих компонентів складають **феноли**: гваякол і його похідні, фенол і його похідні, крезולי, ксиленоли, евгенол та ізоевгеноли, інші фенольні речовини. У формуванні аромату копченостей беруть участь також карбонільні сполуки, фурфуроловий та інші спирти, фурані, терпени, кислоти.

В результаті досліджень Р. В. Головні виявлено, що запах сирів формують переважно карбонільні сполуки і кислоти, почасти – органічні основи; аромат вареного м'яса зумовлений

головним чином сірковмістими сполуками, а запах лососевої ікри і філе лососини – амінами і монокарбонільними сполуками.

Для рибних продуктів, що не піддавалися копченню, **аміни** є найважливішими сполуками у формуванні запаху. У рибі виявлено близько 20 азотистих сполук, в яловичині – більше 40. Низькі концентрації метиламіну спричиняють запах, який нагадує запах вареного омара. У всіх видах риби присутні первинні та вторинні аміни (монометиламін, диметиламін і триметиламін), етиламін, піперидин. Характерний рибний запах зумовлений наявністю **триметиламіну** (ТМА), який при масовій частці 3 мг в 100 г надає рибі оселедцевого запаху. Суміш молекул ТМА з повітрям у співвідношенні 1:1500–1:8000 має виразний рибний запах. Масова частка ТМА в м'язах прісноводної риби становить приблизно 0,5 мг в 100 г. Свіжовиловлена прісноводна риба не має характерного рибного запаху. У м'язах свіжих морських костистих риб ТМА становить 4–7 мг в 100 г, хрящових (акула, скат) – до 100 мг на 100 г.

При зберіганні риби кількість ТМА зростає за рахунок відновлення триметиламіноксиду (ТМАО), а також і внаслідок розщеплення бетаїну, що утворюється в організмі риб при біологічному окисненні холіну. Масова частка ТМАО становить (мг/100 г): в прісноводної риби від 0 до 20, в морських костистих видах від 5 до 1000.

Більшість амінів знаходиться в м'язах риби у зв'язаному стані. Концентрація летких амінів, що визначають запах риби, незначна над поверхнею продукту, але вона безперервно підтримується. Суттєвою особливістю змін, що відбуваються в складі амінів при варінні риби, є утворення великої кількості диметиламіну.

Карбонільні сполуки беруть участь у формуванні запаху риби та рибних продуктів. Інтенсивність запаху ароматоутворюючих композицій значно знижується при видаленні фракції карбонільних сполук. Встановлено, що серед карбонілів переважають альдегіди, а кетонів є значно менше. Вважають, що нормальний запах нежирної риби зумовлений наявністю низькомолекулярних альдегідів. Запах жирної риби визначається продуктами розпаду жирів. Попередниками карбонільних сполук є ліпіди. Кількість карбонільних речовин різко зростає в процесі приготування солоної риби, а також у процесі в'ялення риби.

Дефекти запахів рибних продуктів часто пов'язують із карбонільними сполуками. Наприклад, в карбонільній фракції, вилученій з рибних продуктів із неприємним запахом, 60–70 % складають алкани. Карбонільні сполуки разом з леткими кислотами відповідальні за різкий неприємний запах темних м'язів смажених сардин. Попередниками летких кислот є ліпіди та амінокислоти. При зберіганні риби і появи ознак псування масова частка летких жирних кислот і склад кислотних компонентів різко зростають. Цей показник можна використовувати при контролі свіжості рибних продуктів.

Термічна обробка, а також псування риби супроводжуються накопиченням в ній сірчистих сполук: сірководню, диметилсульфіду, метилмеркаптану та ін. **Сірководень** – складова частина запаху стерилізованих рибних консервів. Диметилсульфід надає неприємного запаху при бактеріальному псуванні ракоподібних – крабів і креветок. Попередниками сірчистих сполук є сірковмісні амінокислоти: цистин, цистеїн, метіонін.

Т. М. Сафронова пояснює появу запаху нафтопродуктів в натуральних лососєвих консервах, не спричиненого забрудненням риби, накопиченням в ній диметилсульфіду. Він утворюється при стерилізації консервів з диметил-*p*-пропіотстину, що потрапляє в м'язи з планктону, яким живляться риби.

Леткі речовини є джерелом інформації про якість харчових продуктів. Вони мають невелику молекулярну масу, часто в межах 100–200, як правило, не вище 300.

Подразнюючи нюхові рецептори, ароматоутворюючі сполуки дають людині відомості про свіжість продукту, викликають апетит; слабкий запах псування говорить про недоброякісність їжі. Продукти з високим вмістом поживних речовин втрачають свою цінність, якщо мають неприємний смак і запах. Негативна оцінка запаху продукту служить сигналом для людини і часто рятує його від харчових отруєнь.

4. Колоранти, ароматизатори, смакові добавки та їх вплив на здоров'я людини

4.1. Загальні відомості про харчові барвники

Харчові барвники (колоранти), що застосовуються в різних країнах, поділяються на три групи: натуральні барвники рослинного або тваринного походження; синтетичні органічні барвники; мінеральні барвники (обмеженого застосування).

З точки зору гігієни найкращими є **натуральні барвники**: каротиноїди, антоціани, флавоноїди, хлорофіли та інші, але деякі з них створюють технологічні незручності. Антоціани чутливі до дії температури, рН середовища, світла, особливо в присутності іонів металів, тому застосування їх обмежене. Зелений колір хлорофілу також нестабільний, при підвищенні температури він стає оливковим, потім переходить в жовтий або брудно-жовтий внаслідок утворення феофітина.

У деяких країнах до овочевих або фруктових консервів для стійкості зеленого кольору додають солі міді. Однак вони руйнують аскорбінову кислоту, а їх надлишкова кількість спричиняє гострі отруєння. Тому в більшості країн такий спосіб поліпшення зовнішнього вигляду консервів заборонений.

Для підфарбовування напоїв, лікерів, коньяків, вин, оцту, пива, кондитерських виробів, соусів широко застосовують цукровий колір простий (карамель, цукровий колер, добавка Е 150) або із солями амонію та сульфіту. Цукровий колір є темно-коричневим склоподібним розплавом цукрів своєрідного смаку, який розчиняється у воді. Є припущення, що цукровий колір має на організм людини шкідливий вплив, але канцерогенну дію його не доведене. До натуральних фарбників тваринного походження відноситься кармінова кислота, яку отримують із тіла самок комах кошенилі підряду кокцид. Виробництво цього барвника незначне у зв'язку із розвитком доступніших синтетичних сполук.

Штучні органічні колоранти мають технологічні переваги перед натуральними завдяки стійкості до дії кислот, теплоти, світла, окислювачів, володіють здатністю до інтенсивного фарбування, зручні при дозуванні, зазвичай вони дешевші. З розвитком синтезу барвників натуральні аналоги відійшли на другий план. У різних країнах світу більше 100 синтетичних органічних колорантів застосовують в харчових виробництвах. Перспективи штучних барвників здавалися необмеженими. Проте вже в кінці XIX ст. з'явилися відомості про шкідливий вплив окремих штучних барвників на здоров'я людини і пропонувалося обмежити їх застосування. Токсикологічні дослідження показали, що багато із синтетичних фарбувальних речовин шкідливі для здоров'я. У 30-х рр. XX ст. опубліковані роботи, що показують канцерогенну дію низки штучних барвників.

Експертний комітет з харчових добавок Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (Food and Agriculture Organization) та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ) дає висновок про токсикологічну оцінку барвників і визначає **прийнятне добове надходження (ПДН)**, користуються також термінами допустима добова доза (ДДД) та допустиме добове споживання (ДДС) в мг на 1 кг маси тіла людини. На підставі цих даних комісія «Кодекс Аліментаріус» склала перелік барвників, рекомендованих для застосування в харчових виробництвах. Серед червоних барвників до списку включені азорубін (ПДН до 1,25 мг/кг), амарант (ПДН до 0,75 мг/кг), еритрозин (ПДН до 2,5 мг/кг), буряковий червоний (ПДН не обмежений). З жовтих барвників рекомендовані, наприклад, аннатоекстракт з насіння орлеанового

дерева (ПДН до 1,25 мг/кг в перерахунку на биксин), кантаксантин (ПДН до 25 мг/кг), каротин (ПДН 0–5 мг/кг в перерахунку на суму каротиноїдів), рибофлавін (ПДН до 0,5 мг/кг), тартразин (ПДН до 7,5 мг/кг), хіноліновий жовтий (ПДН до 0,5 мг/кг). Коричневий барвник – цукровий колір (проста карамель) – може застосовуватися без обмеження ПДН, а отриманий із застосуванням солей амонію та сульфіту має ПДН до 100 мг/кг. Із зелених барвників найвідомішими є хлорофіл (ПДН не визначено), мідно-хлорофіловий комплекс і той же комплекс у вигляді натрієвої або калієвої солі (ПДН до 15 мг/кг), міцний зелений FCF (ПДН до 12,5 мг/кг). До синіх барвників відносяться блискучий синій FCF (ПДН до 12,5 мг/кг) та індигокармін (ПДН до 7,5 мг/кг).

Неорганічні барвники застосовують для поверхневого забарвлення, наприклад драже та інших кондитерських виробів. Для алюмінію і діоксиду титану ПДН не встановлено, для оксиду та гідроксиду заліза ПДН становить до 0,5 мг/кг, для золота металевого ПДН не встановлено, застосовується обмежено в малих дозах, які не становлять небезпеки для здоров'я. Діоксид титану служить білим пігментом, оксид і гідроксид заліза використовують як червоний, жовтий або чорний колорант, алюміній – в якості срібного пігменту.

Дозвіл на застосування тих чи інших барвників, як, втім, і інших харчових добавок видають національні органи охорони здоров'я. При закупівлях харчових продуктів слід мати на увазі, що в інших країнах нажалі не завжди розглядається питання про відповідність харчових добавок національним нормам.

Кольорово-коригувальні і відбілюючі речовини. Вони не відносяться до барвників. Деякі з них, взаємодіючи із градієнтами їжі, в результаті реакції утворюють продукти бажаного кольору. Інші запобігають руйнуванню природних забарвлюючих речовин, що містяться в харчових продуктах, сприяючи стабілізації забарвлення, або викликають знебарвлення небажаних сполук, що утворюються при переробці або зберіганні продуктів. Позитивна дія таких добавок може бути пов'язана із запобіганням появи забарвлюючих речовин, що погіршують візуальне сприйняття їжі.

Нітрати, а також **нітри**ти калію або натрію у складі різних сумішей стабілізують колір ковбас та копченостей завдяки дії червоного нітрозоміоглобіну – продукту взаємодії нітритів з міоглобіном. Попередньо нітрати відновлюються в нітри

ти за участю нітроредуктази – ферменту мікроорганізмів. У зв'язку з канцерогенними властивостями нітрозамінів, що утворюються при взаємодії нітритів з вторинними амінами, за висновком ВООЗ нітрати і нітри

ти не рекомендується застосовувати в якості харчових добавок. Однак у багатьох країнах вони дозволені, так як нітрати і нітри

ти з технологічної точки зору необхідні і надають консервуючої дії, зокрема інгібують *Cl.botulinum*. Вжито заходів до скорочення гранично допустимих рівнів нітритів у м'ясних продуктах. Експертний комітет ФАО/ВООЗ зменшив ПДН нітриту калію і нітриту натрію з 0,4 до 0,2 мг на 1 кг маси тіла людини. Значення ПДН для нітратів також знижено у два рази і становить 5 мг/кг.

Вивчення властивостей нітрозамінів і нітритів показало, що вони сприяють руйнуванню каротину. Щоб уникнути утворення нітрозамінів, небажано при консервуванні продуктів вводити нітрати одночасно з уротропіном. Фактор ризику утворення нітрозамінів при копченні м'ясних продуктів можна зменшити, поєднуючи нітрати і нітри

ти з аскорбіновою кислотою.

Проблема застосування нітратів і нітритів у м'ясопереробному виробництві набуває актуальнішого значення у зв'язку із зростаючим надходженням їх в організм з рослинною їжею. Нітрати як попередники нітрозамінів можуть відновлюватися в нітри

ти у продуктах харчування і в травному тракті людини, представляючи небезпеку для здоров'я.

Діоксид сірки та інші сполуки сірки застосовують як консерванти і для стабілізації кольору. Харчові продукти обробляють газоподібним сірчистим ангідридом SO₂, водними розчинами сірчистої кислоти H₂SO₃ або її солями: бісульфітом натрію NaHSO₃, бісульфітом кальцію Ca(HSO₃)₂, піросульфідом натрію Na₂S₂O₅ і піросульфідом або метабісульфітом калію

$K_2S_2O_5$. Діоксид сірки і сульфіти оберігають від ферментативного потемніння свіжі і перероблені плоди та овочі, наприклад скибочки очищеної сирії або сухої картоплі, гальмують потемніння сухих білковомістних харчових продуктів внаслідок протікання карбоніламініх реакцій. У деяких країнах сірчистим ангідридом відбілюють рибне філе, крабів, овочеві консерви, гриби, хміль і горіхи. У більшості країн заборонено застосування діоксиду сірки для формування гарного товарного вигляду м'ясних продуктів, щоб уникнути фальсифікацій і маскуванія зіпсованих.

Сірчиста кислота руйнує вітамін B1 (тіамін), але у зв'язку із технологічною незамінністю діоксиду сірки, її сполуки широко застосовують у промисловості, головним чином для виробництва продуктів, які не є джерелами вітаміну B1. При тепловій обробці продуктів вміст діоксиду сірки різко знижується. Після варіння сушеної обробленої картоплі масова частка SO_2 може скласти 20–25 мг/кг. Допустиме добове споживання діоксиду сірки в продуктах становить 0,7 мг на 1 кг маси тіла людини.

Відбілюючі засоби, які містять **активний кисень** або **активний хлор**, широко застосовуються для відбілювання борошна і в меншій мірі – для деяких сортів сиру, горіхів, сушених овочів і фруктів, а також інших продуктів. Поряд з відбілюванням активний кисень служить антисептиком, а також використовується для поліпшення хлібопекарських властивостей борошна, особливо з низьким вмістом клейковини. Гігієнічні дослідження показали негативний вплив відбілювачів: руйнуються вітаміни, окислюються ненасичені жирні кислоти, змінюються властивості амінокислот. Тому в більшості європейських країн застосування окислюючих відбілювачів з активним киснем або хлором забороняється або дозволяється тільки для борошна як основного джерела тіаміну (вітаміну B1) у харчуванні людини.

В деяких країнах все ж застосовують відбілюючі засоби. Зі сполук з активним киснем використовують бромати, а також персульфати, озон, пероксиди водню і бензопилу. **Бромат калію** – найпоширеніший відбілювач борошна. Відомо, що ця сполука руйнує тіамін, нікотинамід і метіонін. Зі сполук, які містять активний хлор, застосовують газоподібний діоксид хлору і гіпохлорит натрію або кальцію. Препарати з активним хлором, застосовувані для обробки зернових продуктів і рослинних олій, руйнують токоферолі. Експертний комітет ФАО/ВООЗ з харчових добавок і комісія «Кодекс Аліментаріус» обмежують допустиму концентрацію діоксиду хлору або бромату калію для борошна до 20 мг/кг і, як виняток, для бісквітної муки до 75 мг/кг. Пероксид бензопилу застосовують лише в окремих країнах. Його допустимий рівень (або масова частка) в борошні до 40 мг/кг, а в бісквітному борошні не більше 75 мг/кг.

Для забезпечення безпеки здоров'я населення при закупівлях за кордоном харчових продуктів зовнішньоторговельні відомства повинні враховувати санітарні правила держав-експортерів.

4.2. Харчові ароматизатори

В результаті досліджень, які проводять в області хімії запаху та інтенсивних розроблень **ароматизаторів**, ароматизовані (одорідні) речовини розділені на три групи.

До *першої групи* належать природні речовини, які можна поділити на два класи: однорідні суміші, що зустрічаються в природі в натуральному вигляді, наприклад ефірні олії (лимонна, апельсинова, укропна, лаврова, коріандрова та ін.), і сполуки або суміші, одержувані шляхом екстракції із натуральної сировини, зокрема евгенол, цитраль.

Другу групу складають синтетичні речовини, ідентичні до природних: ванілін, коричний альдегід, кумарин та ін. Завдяки успіхам аналітичної хімії, насамперед хроматомаспектрометрії, за останні 30 років у харчових продуктах ідентифіковані тисячі летких речовин і їхнє вивчення триває.

До *третьої групи* відносяться сполуки, отримані штучним шляхом, і сполуки, які досі не виявлені у продуктах харчування.

Ефірні олії отримують із рослинної сировини, зазвичай дистиляцією або ректифікацією, рідше екстракцією спирту чи інших органічних розчинників або жирів, іноді пресуванням, наприклад, шкірки цитрусових. Застосовують також комбінування методів. Щоб уникнути окислення, ефірні олії, призначені для харчових цілей, як правило, переводять у спиртові розчини.

Ефірні олії є багатокомпонентними сумішами, в яких переважає одна або декілька летких речовин, що зумовлюють їх аромат. Наприклад, в ефірних оліях укропу, фенхеля, анісу ключовою речовиною є анетол фенольної природи, а ефірна олія гвоздики містить 78–90 % евгенолу. Для ароматизації їжі широко застосовують ароматичні есенції, які представляють собою концентровані розчини запашних речовин природного або штучного походження. Запашні речовини можуть бути змішані з твердими носіями: кухонною сіллю, крохмалем, сахарозою, молочним цукром та ін.

Натуральні есенції отримують екстракцією або настоюванням рослинної сировини: прянощів, фруктів, ягід, квітів, шкірки цитрусових і т. д. Зазвичай такі есенції містять суміші ароматоутворюючих природних речовин, наприклад ефірних олій, рідше вони представлені однією речовиною.

Штучні есенції містять сполуки, отримані шляхом синтезу, вони ідентичні до природних, у т. ч., виявлених в харчових продуктах. Есенції і запашні речовини з твердими носіями мають велику ароматизуючу силу і додаються зазвичай в малих дозах. У більшості країнах їх застосування пов'язане із певними вимогами та обмеженнями гігієнічного характеру. При токсикологічній оцінці враховуються не тільки ароматичні речовини, а й характеристика розчинників, властивих супутнім речовинам. В міру виявлення токсичних властивостей окремих запашних і смакових речовин вводяться відповідні обмеження чи заборони на їх застосування. Це стосується, зокрема, кумарину.

Харчові есенції – це багатокомпонентні композиції, до складу яких може входити до 10–25 натуральних і синтетичних компонентів, у т. ч. ефірні олії, настої трав, прянощі, сполуки, отримані штучним шляхом, з вираженим фруктовим, квітковим, пряним або іншим ароматом.

Ванілін отримують шляхом синтезу з фенолів гваякола і евгенолу, в реалізацію він надходить в суміші із цукровою пудрою під назвою «ванільний цукор» і аналогічним ароматом володіє аровінілон, або етилванілін, який використовується при виробництві морозива, борошняних напівфабрикатів та кондитерських виробів при дозуванні до 0,04 г/кг.

Синтетичні запашні речовини використовують у складі ароматичних есенцій або індивідуально. Ароматичні есенції використовують при виробництві сиропів, безалкогольних напоїв, сухих концентратів киселів.

При токсикологічній оцінці враховують можливість взаємодії інгредієнтів есенцій і смакових добавок, ймовірність вступання їх в хімічні реакції з компонентами їжі. Відомі випадки алергічних захворювань при вживанні ароматизованих харчових продуктів. Особливої уваги заслуговують питання ароматизації їжі дитячого призначення. У деяких країнах заборонено застосовувати штучні ароматизатори в продуктах для дитячого харчування.

Санітарними правилами зазвичай обмежується сумарна добавка ефірних олій до 0,05 %, інших речовин до 0,1 %, есенцій не більше 1,5 %. Експертний комітет із харчових добавок ФАО/ВООЗ визначив ПДН індивідуальних ароматичних речовин (мг на 1 кг маси людини) в такій кількості: ментол – до 0,2, цитраль – до 0,5, коричний альдегід – до 0,7, евгенол – до 2,5, бензальдегід – до 5, ванілін – до 10.

Інтенсифікатори (підсилювачі) смаку і аромату. Створена велика кількість синтетичних підсилювачів флевора, частина з яких знаходить широке застосування. Гігієнічні дослідження для таких речовин повинні бути дуже ретельними, тому що в ряді випадків вони не містяться в природних продуктах.

Одним із найпростіших прикладів посилення аромату і смаку є **кухонна сіль**. Додана в невеликих кількостях, які ще не відчуються сенсорно, до апельсинового прохолодного напою сіль збільшує інтенсивність характерних смакоароматичних властивостей апельсина. Незначні добавки кухонної солі при приготуванні натуральної кави підсилюють аромат напою.

В якості підсилювача смаку та аромату харчових продуктів, особливо м'ясних, широко використовується **L-глутамінова кислота** та її амонійні, кальцієві, калієві і натрієві солі; ПДН цієї кислоти на 1 кг маси тіла людини складає до 120 мг. Глутамінові кислоти і солі застосовують в рецептурах м'ясних консервів, харчових концентратів перших і других страв. У країнах Південно-Східної Азії ця смакова приправа поширена нарівні з кухонною сіллю. Глутамінова кислота присутня в їжі, яку ми їмо щодня, має слабкий смак, але при додаванні підсилює аромат і смак інших речовин. Надмірне вживання глутамінової кислоти та її солі може викликати, наприклад, головний біль, блювоту, інші симптоми, звані синдромом китайського ресторану. Мабуть, велика кількість мононатрієвої солі глутамінової кислоти, що використовується в китайських супах, які вживаються, як правило, на голодний шлунок, чинять максимальну дію.

Для підсилення, покращення смаку застосовують ізомери рибонуклеїнових кислот та їхні солі. Інозинат натрію, динатрійінозинат є похідними 5-інозинової кислоти, і спричиняють інтенсивність підсилення смаку в 45 разів вищу, ніж глутамінат натрію. Гузнілат натрію підсилює смаковий ефект майже в 200 разів. Естрагол є похідним анізолу, і застосовується як покращувач смаку.

4.3. Смакові речовини

Сприйняття запаху їжі нерозривно пов'язане із відчуттям **смаку**. Виділяють чотири основних види смаку: **кислий** (винна, молочна, лимонна, яблучна та інші кислоти); **солодкий** (цукор, сахарин, деякі амінокислоти); **солоний** (кухонна сіль); **гіркий** (хінін, кофеїн, солі калію, магнію, кальцію).

Між хімічним складом речовини і смаковим відчуттям існує взаємозв'язок. Відомо, що всі цукри – солодкі, кислоти – кислі, солі – солоні або гіркі. Однак речовини різної будови можуть викликати однакові смакові відчуття і навпаки. Наприклад, солодкий смак мають цукор (глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза) і речовини іншої хімічної природи: сахарин (*o*-сульфамід бензойної кислоти), дульцин (*p*-фенетолкарбамід), цикламат (солі циклогексиламін-*M*-сульфонової кислоти), деякі амінокислоти (гліцин, L-аланін, D-ізомери аспарагину, тирозину і валіну, D- і L-форми триптофану і аланіну), деякі дипептиди (наприклад, аспартам), високомолекулярний білок туаматін, багатоатомні спирти сорбіт, ксиліт і маніт. Багато з цих сполук додають до харчових продуктів в якості підсолоджувальних речовин. До різних класів відносяться сполуки з гірким смаком: алкалоїди (хінін і кофеїн), нітросполуки, деякі амінокислоти, пептиди, феноли, мінеральні солі. Речовини однакової хімічної природи можуть мати різний смак. За смаком розрізняються і солі: солоний – хлорид натрію (кухонна сіль) і гіркий – йодид калію, солоно-гіркий – бромід калію. Неоднакова інтенсивність солодкого смаку цукрів. Якщо солодкість сахарози прийняти за 1, то для фруктози цей показник дорівнює 1,73, глюкози – 0,74, лактози (молочного цукру) – 0,16.

Порогова концентрація смаку становить зазвичай (у %): для сахарози 0,2–0,4, кухонної солі – 0,1–0,2, винної кислоти – 0,01–0,015, кофеїну – 0,004. Порогова концентрація залежить також від індивідуальних особливостей людей і температури розчинів речовин. Смакове відчуття від гарячих розчинів слабше. При температурі нижче 30 °C солодкий смак проявляється швидше, ніж солоний або гіркий.

Смакові речовини широко застосовують в харчових виробництвах. Кухонна сіль і прянощі служать основними смаковими добавками в продуктах тваринного походження. Прянощі сприяють кращому виділенню слини, травних соків і покращують засвоєння їжі.

Смакові властивості кондитерських виробів можуть бути зумовлені не тільки сировиною, а й додаванням підсолоджувальних речовин і харчових кислот. У дієтичному харчуванні велике значення мають солодкі неуглеводні речовини, які зазвичай за солодкістю перевищують сахарозу. На протязі більше 100 років застосовується **сахарин**, який в 250–550 разів є солодшим за сахарозу. При масовій частці більшій за 0,035 % сахарин набуває гірко-присмаку, що попереджає небезпеку передозування. Є побоювання, що сахарин бере участь у метаболічних процесах. Сахарин належить до синтетичних підсолоджувачів, зазвичай вживається у вигляді натрієвої солі, солодкість якої в 500 разів більша, ніж у сахарози. Сахарин не засвоюється організмом, 98 % його виводиться з сечею. Тимчасове ПДН становить 2,5 мг на 1 кг маси тіла людини. Щоденне його використання небажане.

До штучних підсолоджувачів крім сахарину відносяться цикламат (натрієва, калієва та кальцієва солі цикламової кислоти), аспартам (метилловий ефір *α*-аспаргініл-*α*-фенілаланіну), сукралоза – похідна сахарози (трихлоргалактосахароза), ацесульфам калію (окситоцином діоксид).

Відносна солодкість цикламату натрію в 30 разів вища, ніж у сахарози. Аналогічно, як і для сахарину застосування цикламату в більшості країн допускається з обмеженням, його ПДН становить 11 мг на 1 кг маси тіла. Ці сполуки з приємним смаком, без гіркоти, добре розчинні у воді, стійкі при термічній обробці виробів, використовуються для напоїв та кондитерських виробів.

Аспартам в 160–200 разів солодший за сахарозу (його ПДН становить 40 мг/кг), застосовується для підсолоджування кремів, морозива та інших виробів, що не вимагають теплової обробки. У присутності кислот, при підвищенні температури, а також у міру зберігання продуктів аспартам трансформується в похідну сполуку дікетопіперазин, але відчуття солодкості при цьому знижується. ПДН дікетопіперазину становить 7,5 мг/кг. Багато фірм випускають аспартам під назвою Нутра Світ, відомий синонім – Сладекс. У зв'язку із широким застосуванням аспартама проводяться додаткові фармакологічні дослідження і обговорюється питання його нешкідливості.

Низькокалорійним підсолоджувачем є трихлоргалактосахароза (ТХГС), відома під назвою **сукралоза**, її ПДН рівне 15 мг/кг (раніше встановлене тимчасове ПДН становило 0–3,5 мг/кг). **Натуральні безенергетичні підсолоджувачі** менш відомі, ніж штучні. До них відносяться туаматін і менш вивчені міракулін, монелін, стевіозид, дигідрохапон. **Туаматін** – речовина білкової природи, солодкість в 80–100 тис. разів перевищує сахарозу, стабільна у кислому середовищі (рН 2,5–5,5) і при підвищенні температури. Випускається у вигляді похідної сполуки під назвою Falun (Великобританія). Міракулін є високомолекулярним глікопротеїдом, до складу якого входять 373 амінокислоти, а вуглеводна складова представлена залишками глюкози, фруктози, арабінози, ксилози та інших моноз. Монелін є високомолекулярним білком, який складається з двох поліпептидних ланцюгів, він у 1500–3000 разів солодший за сахарозу, отримують його з ягід африканської рослини, стабільний при рН 2–10, але при підвищенні температури і особливо при інших значеннях рН зникає його солодкий смак. Стевіозид – це суміш глікозидів, виділених з рослинної сировини африканського походження, він в 300 разів солодший за сахарозу, стабільний у кислому середовищі.

Багатоатомні спирти поліоли – сорбіт, ксиліт, маніт, мальтіт і лактат та інші – використовують як цукрозамінники у виробках, призначених для хворих на діабет і для зменшення споживання рафінованих цукрів, які сприяють порушенню балансу вітаміну В, а також для попередження карієсу зубів і деяких інших захворювань. Солодкість ксиліту становить 0,85 солодкості сахарози, для сорбіту цей показник становить 0,6. Багатоатомні спирти практично

повністю засвоюються організмом. Ксиліт виконує також функцію вологоутримуючої речовини, стабілізатора і емульгатора. Мальтīt і мальтītний сироп поряд із підсолоджувачами служать стабілізаторами і емульгаторами. Лактат застосовується в якості підсолоджувача і текстуратора.

У харчовій промисловості розширюється виробництво і застосування солодких продуктів, які одержують у результаті часткового або повного гідролізу **крохмалю** з подальшою модифікацією деяких продуктів гідролізу. При неповному гідролізі крохмалю випускають наступні **патоки**: карамельну, мальтозну, низькоцукрову, високоцукрову, кукурудзяну, глюкозно-мальтозну та ін. До продуктів повного гідролізу крохмалю відносяться глюкоза або декстроза, фруктоза або левулеза, глюкозні і глюкозно-фруктозні сиропи. Із зернової сировини отримують зернові сиропи та інші вуглеводні добавки без попереднього виділення крохмалю.

У кондитерському виробництві та для продуктів дитячого харчування застосовують **солодовий екстракт**, який є водною витяжкою з ячмінного солоду і містить моно-і алігосахариди – глюкозу, фруктозу, мальтозу, сахарозу, білки, мінеральні речовини, ферменти. Масова частка сахарози в ньому становить 5 %. **Лактозу**, або молочний цукор, використовують для продуктів дитячого харчування і кондитерських виробів спеціального призначення.

Регулятори кислотності. Для того щоб надати необхідних смакових властивостей фруктово-ягідним кондитерським виробам і безалкогольним напоям, при їх виробництві застосовують **харчові кислоти**: адипінову, винну (виннокам'яну), лимонну, молочну, триксіглутарову, ортофосфорну, яблучну, вугільну. Для маринадів широко використовують **оцтову кислоту**, яка виконує одночасно функцію консерванту.

Лимонна кислота при значеннях ПДН 0–60 мг/кг має приємний кислий смак, не подразнює слизову оболонку травного тракту. Отримують її із цукру в процесі лимоннокислого бродіння, або із махорки (у цьому випадку лимонна кислота містить 5–7 % цитрату кальцію). З 1 т лимонів можна отримати 25 кг лимонної кислоти.

Винну кислоту виробляють з відходів виноробства, її ПДН становить 0–6 мг/кг. **Адипінову кислоту** одержують із фенолу, іноді застосовують замість лимонної або винної, але вона гірше розчиняється у воді і має менше виражений кислий смак. **Ортофосфорна (фосфорна) кислота** та її солі також служать регуляторами кислотності. ПДН ортофосфорної кислоти становить 0–5 мг/кг. **Вугільна кислота** є скрапленим вуглекислим газом (діоксид вуглецю) і застосовується для газування напоїв. **Молочна кислота** Е 270 утворюється при молочнокислому бродінні цукрів. Крім кондитерського та безалкогольного виробництва вона застосовується у виробництві деяких сортів пива і для підкислення вершкового масла. **Яблучну кислоту** отримують в результаті окиснення фурфуролу, проміжним продуктом є **малейнова кислота**, яка має токсичні властивості, тому її домішки обмежені. Яблучну кислоту не рекомендується використовувати у виробництві продуктів для дитячого харчування. **Фумарова кислота**, володіючи токсичними властивостями, має ПДН до 6 мг/кг. Регуляторами кислотності є також фумарати натрію, калію, кальцію, амонію, солі лимонної та інших харчових кислот, бурштинова кислота. Найпоширеніше застосування в харчових виробництвах має оцтова кислота.

Лужні речовини вносять при виробництві сухих шипучих напоїв, печива (в якості розпушувача), для зниження кислотності деяких продуктів, зокрема, згущеного молока. Лужними речовинам служать карбонати натрію і амонію.

Флевор копченостей. Високу якість копченостей можна отримати, обробляючи продукти димом спеціального складу, а також за допомогою **копильних препаратів** і ароматизаторів. Копильні препарати використовують у вигляді водних розчинів, смолоподібних густих рідин, а також порошків. Розроблено ці препарати на жировій основі, наприклад, німецька копильна сіль – це кухонна сіль, просочена димом.

Виробництво коптильних препаратів базується на використанні двох принципово різних підходів: фракціонування конденсатів диму чи інших продуктів термолізу деревини, або складання композицій з індивідуальних хімічних речовин.

Застосування коптильних препаратів контролюють органи державного санітарного нагляду. Препарати, що містять смоли і є, по суті, імітаторами димових коптильних агентів, дозволяють застосовувати для поверхневої обробки м'ясних і рибних продуктів з метою фарбування і додання копченостям специфічних смаку і запаху. Коптильні ароматизатори, вільні від баластних і шкідливих для здоров'я людини речовин, служать харчовими добавками.

Відповідні препарати та ароматизатори дозволяють підвищити культуру та екологічну чистоту коптильного виробництва, управляти якістю і насамперед санітарно-гігієнічними властивостями копчених продуктів. Відомо, що дим і продукти димового копчення є факторами ризику щодо нітрозамінів і поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), у т. ч. бензопірену (БП) та ін. Масова частка БП в рибі холодного копчення складає від 1 до 10 мкг/кг, в рибі гарячого копчення змінюється від 1 до 20 мкг/кг, залежно від способу отримання коптильного диму і властивостей харчового продукту. Вміст нітрозосполук в копченій рибі досягає 40–50 мкг/кг. Канцерогенні властивості БП і нітрозамінів доведені. Смоли, як правило, служать носіями ПАВ, тому при розробленні бездимних коптильних агентів прагнуть гранично зменшити смолисту складову.

Ароматизатор можна виготовляти на водній чи олійній основах і використовувати для ковбасних виробів, рибних консервів та пресервів, плавленого сиру, харчових концентратів.

Коптильні препарати, отримані на основі конденсату диму, застосовують для бездимного копчення м'ясних і рибних продуктів, сирів, а також як антиоксидант, наприклад для мороженої риби, що спрямовується в подальшому для виробництва копченої, в'яленої, кулінарної продукції, пресервів або стерилізованих консервів. Такі препарати мають хороші економічні та технологічні показники. Їх отримують при фракціонуванні конденсату від димогенерації деревини листяних порід і випускають у двох формах: концентрованої, зручній для транспортування, та у вигляді коптильної рідини із оптимальними фарбувальною і ароматоутворюючою здатністю, залежно від продукту копчення.

4.4. Інші флевороутворюючі сполуки

Складний процес сприйняття смакового відчуття не обмежується поєднанням чотирьох основних елементів смаку. У порожнині рота їжа впливає на різні рецептори, викликаючи змішані відчуття смаку, запаху, температури і консистенції. Відчуття гострого смаку виникає при опіку слизової оболонки ротової порожнини, а часткова денатурація білка під дією дубильних речовин створює сприйняття терпкого смаку. Відчуття в порожнині рота, доповнені зоровими, слуховими і сприйняттями органів нюху, визначають апетит.

Обсмажування зерен кави, кулінарна обробка м'яса і риби, витримка вин і коньяків, ферментація чаю, випічка хліба, дозрівання сирів та багато інших технологічних прийомів супроводжуються розвитком характерних властивостей **флевора** (поєднання смаку та аромату) високоякісної продукції. Процеси флевороутворення можуть бути ензиматичного (ферментативного) і неензиматичного характеру. До неферментативних відноситься **карбоніламінна реакція**, звана також **реакцією Майяра**, який вперше опублікував свої спостереження у Франції в 1912 р. Карбоніламінна реакція формує смакоароматичні властивості більшості продуктів рослинного і тваринного походження, які піддавалися термічній обробці або зберіганню. При взаємодії карбонільних груп вуглеводів з аміногрупами амінокислот, пептидів, білків або продуктів їх деструкції (амінів та аміаку) утворюються проміжні низькомолекулярні речовини, що відіграють велику роль в технологічних процесах, у розвитку позитивних чи негативних властивостей багатьох видів їжі. Існують описи близько 500 речовин, що утворюються в результаті карбоніламінної реакції і впливають на запах і смак продуктів. Гетероциклічні сполуки

беруть участь в ароматі кави, какао, хліба, продуктів, приготованих з картоплі, м'яса. Реакція Майяра найінтенсивніше протікає при значеннях температури 100–140 °C і рН 3–10. Кінцеві продукти реакції – меланоїдіни з молекулярною масою від 1000 до 5000 мають темне забарвлення і можуть зумовлювати небажане потемніння, наприклад, овочевих, фруктових і молочних консервів. Відомий коричневий пігмент (колер), що утворюється при карамелізації цукрів, є типовим прикладом меланоїдіноутворення. У зарубіжній і вітчизняній літературі велика увага приділяється значенню карбоніламіної реакції в технології харчових виробництв.

При бродінні цукрів, дозріванні солоної риби та інших **ферментативних процесах** утворюються смакові і ароматоутворюючі речовини, що є основними або побічними продуктами різних реакцій. Широко застосовувані в харчових виробництвах **молочнокислі бактерії** продукують молочну кислоту, яка бере участь у формуванні смаку кисломолочних продуктів (кисляку, кефіру, сметани, сиру та ін.), сирів, хліба і квашених овочів. **Спиртове бродіння** служить основою бродильних технологій. Продукт реакції – **етиловий спирт** – є смаковим і фізіологічно активним компонентом лікєро-горілчаних виробів, коньяків, вин і пива. Добре виражена пористість пшеничного хліба утворюється за рахунок бульбашок діоксиду вуглецю, які виділяються при **спиртовому бродінні** в тісті. **Пропіоновокисле бродіння** поряд з молочнокислим відіграє важливу роль при дозріванні сирів. В результаті маслянокислого бродіння виникає гіркий смак, який з'являється при псуванні молока, квашених овочів, консервів і сирів. **Оцтовокисле бродіння** викликає скисання вина, квасу і пива. Поряд з основними продуктами бродіння накопичується багато інших низькомолекулярних сполук, що впливають на смак і запах їжі. Наприклад, **діацетил** відноситься до найважливіших складових аромату сметани, кисловершкового масла, дієтичних кисломолочних продуктів.

Сенсорні властивості чорного байхового чаю формуються в результаті складних біохімічних процесів гідролітичного і окисного характеру, що протікають при ферментації зав'яленого і скрученого чайного листа. В результаті ферментації змін піддаються хлорофіл, дубильні речовини, вуглеводи і білки. Зникає зелене забарвлення, утворюються ароматичні сполуки і смакові компоненти.

Активний комплекс протеолітичних і ліполітичних ферментів м'язів та внутрішніх органів певних видів риби, що дозрівають при посолі (оселедцевих, лососевих, анчоусових і деяких інших), здійснює частковий гідроліз білків і ліпідів солоної риби. У результаті гідролізу накопичуються вільні жирні кислоти, гідрооксиди, альдегіди і кетони, вільні амінокислоти. Формування специфічного аромату дозрілої солоної та в'яленої риби, пресервів пояснюється в значній мірі утворенням амінокислотно-ліпідних комплексів, що доведено модельними дослідженнями. Частковий протеоліз білків сприяє руйнуванню структури тканин, створюючи умови для перерозподілу ліпідів. При цьому м'язова тканина риби набуває ніжної консистенції.

Гнильне псування білкових продуктів (м'ясних, рибних та ін) за участю ферментів мікрофлори супроводжується глибоким протеолізом і накопиченням різних речовин (індолу, скатолу, меркаптанів, сірководню, аміаку та ін.) з неприємним запахом і в ряді випадків токсичних. Окремі леткі речовини або групи сполук служать індикаторами якості, перш за все свіжості. Для того щоб судити про ступінь свіжості, в продуктах тваринного походження визначають масову частку аміаку і солей амонію, сірководню, летких жирних кислот.

При обробці та консервуванні продуктів прагнуть уникнути втрат ароматичних речовин і небажаних змін запаху. У зв'язку із тим, що леткі речовини є наймобільнішою частиною продукту, застосовують прийоми відділення та концентрування ароматоутворюючих речовин. На завершальній стадії технологічного процесу ці речовини вводять в харчовий продукт. Для ароматизації застосовують штучні речовини, щоб надати чи посилити натуральний запах. Дозування встановлюють з точки зору органолептики та гігієни. Розробка нових прийомів у харчовій технології повинна передбачати максимальне збереження природних смакових і ароматичних речовин.

5. Консистенція та інші показники, що сприймаються органами дотику

Дотикові, або **тактильні** (від лат. *tactilus* – дотиковий), відчуття дозволяють визначити консистенцію, структуру, температуру харчового продукту, ступінь подрібнення та деякі інші фізичні властивості.

Поняття «**консистенція**» використовують для характеристики властивостей харчового продукту, що сприймаються органами зору і дотику. Візуально визначають рідку, гранульовану, порошкоподібну, мазеподібну, сироподібну, тверду консистенцію.

Термінологія поняття консистенції є найширшою у порівнянні із термінологіями інших сенсорних властивостей харчових продуктів. Незважаючи на численні спроби, досі немає єдиного словника термінів, що характеризують консистенцію. Певні труднощі виникають при перекладі термінів іншими мовами. Навіть загальне поняття ознаки називають різними термінами: «консистенція», «текстура», «структура». Найчастіше термін «консистенція» означає характерну ознаку харчового продукту, що сприймається відчуттями, які виникають при порушенні механічних і дотикових рецепторів, як правило, в ротовій порожнині, а також при опорі, який чинить харчовий продукт при спробі його деформувати. Інші поширені загальні терміни «текстура» і «структура» характеризують макроструктуру харчового продукту і описуються спеціальними словами: тверда, м'яка, жорстка, ніжна, пластична, еластична, пружна, липка, тендітна, волокниста, шарувата, пориста та ін.

Вчені різних країн розробили класифікацію термінів, які характеризують консистенцію. Наприклад, класифікація А. С. Щесняк включає 137 термінів. Дегустатори напоїв найчастіше користуються словами рідкий, густий і в'язкий. Тому **відчуття в'язкості** визнано найважливішим дотикальним сприйняттям ротової порожнини. М'які тканини рота відчують контактний тиск і дуже повільний рух напою. Поняття категорії «**відчуття рота**» запропоновано ділити на дві групи:

-терміни, що характеризують відчуття, викликані суцільною рівною поверхнею: гладка, кремоподібна, шовковиста, бархатиста та ін.;

-терміни, що характеризують нерівну переривчасту поверхню: крута, зсіла; або наявність частинок: зерниста, піщаниста, порошкоподібна і т. д.

Поняття, що характеризують **карбонізацію**, описують переривчастий тиск, викликаний бульбашками діоксиду вуглецю. Слова пухирчастий і пінистий дають уявлення про слабку карбонізацію, що виявляється в пінистому шарі. Інші терміни вказують на елементи больових відчуттів, наприклад «щипаючий». Для оцінювання хімічного ефекту також застосовують опис відчуття подразнення (болю). У цій категорії переважає слово терпкий.

Відчуття в порожнині рота після випробування напою ділять на дві категорії. Перша стосується фізіологічних відчуттів рота і описується, наприклад, як виділення слини, висихання рота. Друга категорія позначає відчуття всього організму людини і включає психологічні поняття: освіжаючий, підбадьорливий, тонізуючий, стимулюючий та ін

При оцінці консистенції особливу увагу слід приділяти розмірам зразків та їх температурі, оскільки ці фактори суттєво впливають на кінцевий результат. Інтенсивність прояву оцінюваних ознак зазвичай характеризують напівкількісними термінами, наприклад мало, помірно, багато. При вирішенні точних завдань розробляють шкали з певним числом рівнів.

Консистенція продукту сприймається споживачем як складова флєвора. Гумоподібний біфштекс або піщанистий сир викличуть огиду, навіть якщо мають чудові апетитні колір, смак і аромат. Вчені прагнуть створити стандартну номенклатуру та класифікацію термінів, які могли б послужити містком між основними принципами реології та побутовою термінологією.

Параметри консистенції ділять на три групи: механічні, геометричні та інші.

Під **механічними** розуміють такі параметри, які характеризують реакцію продукту на зовнішній силовий вплив. Вони визначаються за допомогою тиску, що чиниться зубами, язиком і піднебінням при пережовуванні їжі. До механічних параметрів належать твердість, зчеплення частинок, в'язкість, еластичність і клейкість.

Геометричні параметри залежать від макроструктури продукту і поділяються на дві підгрупи. Перша включає параметри, які визначаються формою і розмірами частинок, і позначається термінами однорідний, порошкоподібний, крейдоподібний, борошністий, крупитчастий, піщанистий, спечений, розсипчастий. Друга підгрупа геометричних параметрів характеризується формою та орієнтацією складових текстури харчових продуктів і описується такими показниками: волокнистий, пористий, склоподібний, шаруватий і т. д.

Інші параметри часто залежать від наявності води або жирів і визначаються термінами сухий, вологий, мокрий, водянистий, маслянистий, жирний і т. д. Термінологія, що описує інші параметри, вказує не тільки на кількість води в продукті, а й на швидкість, з якою вона відокремлюється або вбирається. Що стосується жирів, то в цьому випадку враховуються мастильний ефект, що відчувається при пережовуванні, а також твердість жирів, труднощі очищення порожнини рота від огортаючого жирового шару, що пов'язане з їх складом і властивостями, наприклад температурою плавлення. Деякі терміни можуть мати комплексний характер.

Консистенція взаємопов'язана не тільки зі смаковими властивостями продукту, вона також впливає на засвоюваність, характеризує свіжість. Наприклад, присутність частинок оболонки зерна пшениці або жита в борошні грубого помелу погіршує смак і знижує засвоюваність хліба. Темніше борошно також нижче оцінюється споживачем. Згрубілі тканини коренеплідів (редиски, редьки, ріпи) погано засвоюються організмом людини. Про бездоганну свіжість охолодженого м'яса і риби судять зазвичай за запахом та еластичністю м'язової тканини.

Поліпшувачі консистенції харчових продуктів

Для того щоб надати харчовим продуктам бажану консистенцію, застосовують згущувачі, емульгатори, стабілізатори, піноутворювачі, розріджувачі та інші речовини. Механізм дії добавок полягає у зміні колоїдних систем продуктів. Багато з цих сполук природного походження і в натуральному вигляді містяться в їжі.

Загущувачі та желеутворюючі агенти. Загущувачі утворюють у воді розчини високої в'язкості. Желюючі речовини також переводять воду у зв'язану форму і утворюють гель. Желюючі речовини є макромолекулами, в яких рівномірно розподілені гідрофільні групи, що взаємодіють з водою із навколишнього середовища. Натуральні загущувачі є переважно рослинного походження, за винятком желатину. До них відносяться агар, рослинні пектини, камеді та слизі з насіння льону, вівса, айви, ріжкового дерева, ірландського моху (карраген або каррагінан) та ін. Напівсинтетичні загущувачі теж складаються з рослинної основи. Їх отримують спрямованим модифікуванням фізико-хімічних властивостей натуральних речовин – целюлози або крохмалю. До них відносяться метилцелюлоза, окситилцелюлоза, карбоксилметилцелюлоза, амілопектин та ін. Проміжне становище між натуральними і полісинтетичними загущувачами займають альгінат натрію і низькоестерифікований пектин. Синтетичні загущувачі застосовують у косметичному виробництві. До них відносяться водорозчинні полівінілові спирти або ефіри, поліакрілефіри та ін.

Агар і агароїд, одержувані з червоних морських водоростей анфельції і філофори, є сумішшю полісахаридів агарози і агаропектину. За желеутворюючою здатністю агар в 10 разів перевершує желатин. Агар застосовують при виробництві мармеладу, пастили та інших кондитерських виробів, морозива, пудингів, солодких страв у концентраціях до 20 г/кг і для освітлення соків. Агароїд також застосовується в харчових виробництвах, але за желеутворюючими властивостями у 2–3 рази поступається агару.

Фурцеларан виробляють із морської водорості фурцелярія, за хімічним складом він близький до агару і агароїду, але за желеутворюючою здатністю поступається їм, застосовується при виробництві мармеладу і желейних цукерок.

Пектини – це складні полісахариди, в яких фрагменти D-галактуранової кислоти з'єднані глікозидними зв'язками в гігантські ниткоподібні молекули. Карбоксильні групи в них частково етерифіковані метанолом. Розрізняють високо- і низькоетерифіковані пектини, які отримують методами кислотної і лужної екстракції або шляхом ферментативного розщеплення. Сировиною для пектинів служать буряковий жом, яблучні вичавки, кірки цитрусових. Високоетерифіковані пектини в дозуванні 1–5 г/кг застосовують для приготування мармеладу, желе, фруктових соків, морозива, майонезу, соусів тощо. **Желатин** отримують із кісток і шкіри тварин. За хімічним складом це лінійний поліпептид. Застосовується при виготовленні м'ясних і рибних харчових продуктів – холодців, заливних, зельців, консервованої шинки, рибних консервів в желе. У переробних галузях желатин використовують при виробництві фруктових желе, пудингів, морозива та інших виробів. При цьому на 1 кг продукції вводять зазвичай 10 – 60 г желатину.

Нативний крохмаль і фрагментарно гідролізовані модифіковані крохмалі застосовують як загущувачі. Крохмаль обробляють кислотами, лугами або ферментами, функціональні групи ацетилують, фосфорилують або частково окислюють. В якості харчових добавок санітарними правилами дозволені близько 20 видів модифікованих крохмалів. Окислені крохмалі утворюють клейстер зі зниженою в'язкістю і підвищеною прозорістю. Їх використовують для стабілізації структури морозива і при виготовленні кондитерських виробів (мармеладу, лукуму та ін.) Набухаючі крохмалі вводять при виробництві десертів, пудингів, соусів, кремів. Крохмалофосфати утворюють клейстер підвищеної прозорості і в'язкості, вони стійкі до дії підвищених та понижених температур і харчових кислот. Застосовують їх при виготовленні напоїв, заморожених напівфабрикатів і кулінарних виробів, майонезів, продуктів для дитячого харчування, приправ. Модифіковані крохмалі використовують в хлібопеченні та кондитерській промисловості, зокрема, для виробництва безбілкових продуктів.

Целюлозу і її похідні випускають під різними назвами. Ефіри целюлози – метилцелюлозу і етилцелюлозу застосовують при виробництві морозива, кондитерських виробів, соусів, желе, мусів, кремів, деяких дієтичних страв, значення їх ПДН не повинно перевищувати 30 мг/кг. Метилцелюлозу отримують при обробці лугами целюлози деревини або бавовни.

На основі морської водорості ламінарії, званої також **морською капустою**, отримують альгінат натрію, водний розчин якого має високу в'язкість та емульгуючі властивостями. Його застосовують як загущувач і стабілізатор при виробництві морозива, мармеладу, паст, кремів, майонезів, соусів, кетчупів, при освітленні вин і соків. Значення ПДН альгінату натрію не перевищує 50 мг/кг. Полісахарид альгінова кислота (від лат. *alga* – водорість) входить до складу бурих морських водоростей у вигляді солей натрію, магнію, кальцію. Альгінова кислота погано розчинна у холодній воді, але набухає в ній, пов'язуючи 200–300-кратну масу води, добре розчиняється у гарячій воді і розчинах лугів, при підкисленні утворює гелі. Альгинати натрію і кальцію добре розчиняються у воді з утворенням високов'язких розчинів.

В якості харчових добавок дозволені також альгинати амонію і кальцію, а загущувач пропіленглікольальгінат володіє емульгуючими властивостями. Він випадає в осад у кислих розчинах і застосовується як стабілізатор морозива, концентратів апельсинового соку, як приправа до салатів. Масова частка альгінатів у харчових продуктах складає від 0,1 до 1 %. Альгинати застосовують також як плівкоутворювачі для м'ясних продуктів, сирів, фруктів. Харчові поверхнево-активні речовини – емульгатори і стабілізатори зменшують поверхневий натяг на межі розділу фаз. Емульгатори додають до харчових продуктів для отримання тонкодисперсних і стійких колоїдних систем. За їх допомогою створюють емульсії жиру у воді або води в жирі. Вони сприяють утворенню піни. Стабілізатори застосовують для підвищення стійкості гомогенної

системи або поліпшення ступеня гомогенізації сумішей. Їх поверхнева активність зазвичай менша у порівнянні із типовими емульгаторами.

Добрими емульгаторами є **лецитини** (суміші фосфатидів), які містяться в яєчному жовтку, рослинній олії та інших харчових продуктах. Лецитини отримують в основному при гідратації рослинних олій (соєві, рідше соняшникової) і застосовують у виробництві маргарину, шоколаду, хлібобулочних виробів, соусів, майонезів, жирових емульсій, а також деяких кондитерських виробів. Додатки становлять 1–5 г / кг. Природні лецитини, звані також фосфатидами (можуть бути отримані з рослинної сировини фізичними методами або за допомогою ферментів), є фосфатидними концентратами, в яких 56–60 % складають фосфоліпіди і близько 40 % – тригліцерини, токоферолі, пігменти та інші компоненти. ПДН лецитинів не перевищує 50 мг/кг (на додаток до щоденного прийому з їжею 1–5 г в раціоні дорослої людини).

Добрими емульгуючими властивостями володіють моно- і дигліцериди жирних кислот. Їх застосовують при виготовленні печива та кондитерських виробів, маргаринів і молочних напоїв. Широко відомий емульгатор Т1 є сумішшю моно- і дигліцеридів жирних кислот. Його використання підвищує пластичні властивості маргаринів (допускається не більше 2 г/кг харчового продукту), покращує якість хліба і уповільнює його черствіння (допускається до 0,18 % до маси борошна), ефективно в макаронному виробництві.

Велику групу дозволених добавок з емульгуючими, стабілізуючими і комплексоутворюючими властивостями становлять ефіри гліцерину, а також моно-і дигліцеридів, оцтової, молочної, лимонної, винної, янтарної і жирних кислот. Їх застосовують в кондитерській промисловості, хлібопеченні, при виробництві маргаринів, майонезів, морозива, напоїв, макаронних виробів та інших харчових продуктів. Жирні кислоти (олеїнова, пальмітинова, стеаринова) та їх солі (натрієві, калієві, кальцієві, магнієві або алюмінієві) використовують як емульгатори і стабілізатори в кількостях до 5 г/кг. Наприклад, олеїнову кислоту у вигляді дрібнодисперсної емульсії з водою застосовують при виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів.

Аліфатичні спирти жирного ряду, одержувані в результаті гідрування відповідних жирних кислот (зазвичай стеариловий і олеїловий спирти), застосовують безпосередньо або у вигляді складних ефірів винної (тартрата), бурштинової (сукцинат), лимонної (цитрати) кислот в якості стабілізаторів при виготовленні печива та інших харчових продуктів.

Сахарогліцериди мають властивості поверхнево-активних речовин, їхнє ПДН становить 10 мг/кг, вони добре засвоюються організмом людини. Ефіри полігліцерину, які застосовуються в хлібопекарській, кондитерській промисловості та при виробництві маргаинової продукції, мають значення ПДН 1–25 мг/кг. При виготовленні морозива, хлібобулочних і кондитерських виробів як емульгатори використовують складні ефіри жирних кислот, сахарози або сорбіту, значення їх ПДН не перевищує 25 мг/кг. Іноді використовують полімеризовані і окислені при нагріванні до температури 200 °С рослинні олії.

У харчових виробництвах в якості емульгаторів застосовують таніни, целюлозу і її похідні, холевую кислоту, солі та ефіри холіну та інші добавки.

Поверхнево-активні речовини застосовують як розріджувачі, наприклад, для зниження в'язкості шоколадних мас в цілях економії олії какао. Разрихлювачами служать соєві або соняшникові фосфатидні концентрати. Такими ж властивостями володіють ефіри моногліцеридів з лимонною кислотою, фосфогліцериди, моногліцериди свинячого сала, синтетичні жиросцукри, а також ряд інших речовин.

Піноутворювачі застосовують для виготовлення кондитерських виробів однорідної текстури – зефіру, пастили, збивних начинок в цукерках, халви. Піноутворювачами служать яєчні білки у свіжому, мороженому і сухому вигляді, альбумін крові (висушена розпилювальним

способом сироватка крові), сапоніни (рослинні глікозиди, що містяться в коренях мильнянки, цукрових буряках, наперстянці), піноутворювач з білків молока (висушений продукт кислотного, лужного або ферментативного гідролізу молочних білків). До дозволених піноутворювачів відноситься також тріетилцитрат.

Вологоутримуючі агенти. Конденсовані фосфати та поліфосфати покращують консистенцію м'ясних і рибних продуктів, плавлених сирів, кондитерських і хлібобулочних виробів. Наприклад, в ковбасах, консервованій шинці, морожених м'ясі та рибі фосфати підвищують вологопослаблюючу і вологоутримуючу здатність білків і покращують соковитість харчових продуктів. Найвідомішими вологоутримуючими агентами для м'ясних, рибних і молочних продуктів є поліфосфати і пірофосфати, в деяких виробництвах застосовують маніт, сорбіт і сорбітовий спирт. Серед фосфатів за гігієнічними вимогами надають перевагу триполіфосфату у зв'язку із його легким гідролізуванням (до 90 %) у порівнянні із іншими сполуками фосфату (30–50 %). У результаті часткового гідролізу утворюються ортофосфати, ідентичні до природних у м'ясних výroбах. Лімітуючим показником безпеки для здоров'я людини є стан функції нирок, в яких можуть спостерігатися ознаки кальцифікації у зв'язку із надмірним надходженням фосфатів, оскільки засвоєння фосфору нерозривно пов'язане з надходженням кальцію в організм. Для сирів, що містять досить багато кальцію, можна застосовувати фосфатів до 20 г/кг продукту, у варені ковбаси дозволяється додавати суміш фосфатів у перерахунку на фосфорний ангідрид не більше 4 мг/кг продукту. ПДН фосфатів для людини (у перерахунку на фосфор) становить до 70 мг/кг, включаючи природний вміст фосфорних сполук у харчових продуктах.

Харчові добавки, що впливають на консистенцію продуктів, у хімічному відношенні, як правило, інертні. Тому їх можливій токсичності надавали значно менше уваги у порівнянні із іншими добавками (колерантами, ароматизаторами, смаковими речовинами). Однак досить велике дозування емульгаторів, загущувачів, желеутворювачів та інших речовин даної групи може істотно впливати на фізіологічні процеси, які протікають в організмі людини. Певну небезпеку становлять можливі домішки і забруднення в цих добавках, що володіють токсичними властивостями, наприклад токсичні елементи. Органи державного санітарного нагляду суворо контролюють максимально допустимі залишки технічних допоміжних засобів (діоксиду сірки, консервантів, відбілювачів, розчинників) в загущувачах, емульгаторах та інших препаратах, що поліпшують консистенцію, враховують можливі забруднення миш'яком (особливо це стосується фосфатів), солями свинцю та іншими токсичними елементами.

Контрольні запитання

1. Які речовини обумовлюють солодкий смак харчових продуктів?
2. Як цукри відрізняються за ступенем солодкості?
3. Дайте характеристику речовинам, що надають харчовим продуктам кислий смак?
4. Які властивості харчовим продуктам надають алкалоїди і дубильні речовини?
5. Які барвні речовини відносяться до групи натуральних барвників?
6. Як по забарвленню мускульної тканини м'яса можна встановити ступінь його свіжості?
7. Чим зумовлене різноманітне забарвлення шкіри риб?
8. Які речовини природного походження зумовлюють аромат продовольчих товарів?
9. Які групи речовин формують консистенцію більшості харчових продуктів?
10. Яку роль у формуванні консистенції продуктів відіграють згущувачі, піноутворювачі, емульгатори, стабілізатори?

Лекція № 5

Сенсорний аналіз продукції харчових виробництв.

Методи сенсорного аналізу поділяють на три групи: дискримінантні, описові і найбільш прийнятні.

Дискримінантні (розпізнавальні) методи застосовують для визначення розходжень і напрямку змін окремих показників якості. До цієї групи належать методи парного і трикутного порівняння, дуо-тріо ранговий, за допомогою яких вивчають вплив сировини, рецептури, зміни технологічних параметрів, умов збереження на органолептичні показники якості.

Розпізнавальні методи широко використовуються під час перевірки сенсорних здібностей дегустаторів.

Описові (описові) методи дозволяють описати якість продукту (профільний метод) і визначити величини розходжень між зразками, застосовуючи прості і складні шкали.

Використання описових методів вимагає залучення до сенсорної оцінки добре підготовлених груп фахівців. В методології сенсорного аналізу описові методи є найбільш важливими. Тільки тоді, коли розроблена детальна характеристика продукту і описані властивості маркіровані за інтенсивністю їх проявлення, можна розпізнати дійсні відмінності (дрейф) продукту.

Зміни в продукті можуть відбуватися дуже повільно, майже непомітно у зв'язку з поступовою зміною складу і властивостей сировини, введенням харчових добавок.

У багатьох державах проблема визначення відмінностей (дрейфу) харчових продуктів являється предметом особливої уваги. Дрейф продукту може проявлятися, наприклад, у такій ситуації. Незначна модифікація рецептури або режимів технологічної обробки продукту не викликали помітних змін в якості нового продукту у порівнянні з класичним (першим) зразком. Наступні зміни технологічних параметрів або рецептури не внесли помітних змін у споживні властивості нового (третього) продукту у порівнянні з попереднім (другим) зразком. Але цей третій зразок може помітно відрізнятися по якості від класичного (першого) зразка і, як правило, у гірший бік. Щоб уникнути дрейфа продукту, необхідно ретельно вивчати його сенсорні властивості та інтенсивність проявлення споживних властивостей. Таке призначення органолептичного аналізу вимагає використання описових методів, які розробляються спеціально підготовленими групами спеціалістів, які пропонують описову термінологію для сенсорних характеристик продукту і нормують їх по інтенсивності.

Описові методи широко використовуються в профільному аналізі і баловій системі оцінки якості продуктів.

Використання описових методів вимагає залучення до сенсорної оцінки добре підготовлених груп фахівців. В методології сенсорного аналізу описові методи є найбільш важливими. Тільки тоді, коли розроблена детальна характеристика продукту і описані властивості маркіровані за інтенсивністю їх проявлення, можна розпізнати дійсні відмінності (дрейф) продукту.

Найбільш прийнятні методи використовують для з'ясування ставлення споживачів до якості продуктів.

Д. Тільгнер пропонує класифікувати органолептичні методи дослідження (табл. 1) відповідно до напрямів завдань, які вони вирішують у практичній і науково-дослідній роботі: виявлення якісних відмінностей; оцінка часткової і загальної якості; споживча оцінка якості; контроль якості.

Таблиця 1. Класифікація органолептичних методів згідно із завданням

Функції комісії	Виявлення якісних відмінностей	Оцінка часткової і загальної якості	Споживча оцінка	Контроль якості
Завдання	Виявлення якісних відмінностей	Визначення якості	Виявлення бажаності	Визначення відповідності стандартам
Використання отриманих результатів	Виключно досліднє	Для дослідних порівняльних цілей, конкурсів якості	Вивчення звичок споживачів	Відділи технічного та державного контролю
Функції комісії	Виявлення якісних відмінностей	Оцінка часткової і загальної якості	Споживча оцінка	Контроль якості
Спосіб вимірювання	Фізіологічний	Фізіологічний та психологічний	Психологічний	Фізіологічний
Кількість членів комісії	3–10	3–10	40 і більше	1–4
Підготовка оцінювачів	Постійне спеціальне навчання	Кваліфікована спеціалізація оцінювачів	Ненавчені	Постійні експерти
Перевірка чутливості	Перед кожною оцінкою	Щоразу при створенні комісії	Не перевіряється	Періодична перевірка сенсорних мінімумів
Використовувані методи	1. Парний 2. Двопарний 3. Трикутний	1. Порівняльний 2. Баловий 3. Послідовний 4. Розведення	1. Голосування 2. Анкетний 3. Парний 4. Трикутний 5. Дослідження попиту 6. Шкала бажаності	1. Баловий 2. Послідовний

Залежно від підготовки і кваліфікації дегустаторів сенсорні методи оцінки якості товарів можна поділити на **споживчі**, в основі яких лежить шкала *бажаності*, і **аналітичні**, в основі яких лежить шкала *інтенсивності імпульсу*.

Споживчі методи сенсорного аналізу

Методи споживчої оцінки частіше за все мають за мету перевірку реакції споживачів на

нові різновиди товарів, при виробництві яких змінилася загальноприйнята рецептура або деякі технологічні параметри. Для досягнення цієї мети створюються численні комісії, до складу яких входять звичайні споживачі нового товару. Склад комісій підбирається таким чином, щоб вони максимально відображали середній склад покупців даного товару. Чисельно такі комісії повинні складатися не менше ніж з 20 чоловік, а краще 30–40. При створенні дегустаційних комісій і залученні споживачів до їх роботи рекомендується додержуватися таких умов.

1. До роботи в комісіях слід залучати широке коло споживачів з того регіону, де буде реалізовуватися товар. При цьому варто знати думку саме тих людей, які будуть споживати даний товар. Наприклад, для оцінки товарів дитячого асортименту варто запрошувати дітей з батьками. Для оцінки якості діабетичних продуктів слід запрошувати людей, хворих на цукровий діабет. Ахлоридний хліб високо оцінять люди із захворюваннями серцево-судинної системи, але він може бути зовсім небажаний для здорових споживачів.

Результати споживчої оцінки будуть достовірнішими, якщо для сенсорної оцінки товарів однієї товарної групи залучатиметься постійний контингент оцінювачів.

2. Питання анкети, яка буде запропонована споживачам, повинні бути простими, щоб відповідь на них була короткою: «так», «ні», «не помічаю різниці». У деяких випадках споживач може вказати номер проби, якій він віддає перевагу. Для однієї порівняльної оцінки не варто давати більше ніж 2 проби.

У відповідях анкети не треба давати характеристику продукту. Це перевищує можливості та бажання середнього споживача. З другого боку, в кожній анкеті необхідно передбачити графу, в якій споживач міг би висловити свої зауваження, іноді дуже доречні, щодо виробництва товару, його упаковки, методів реалізації тощо.

Якщо анкета розроблена правильно і питання передбачають відповідь лише «так» і «ні», то результати анкетування придатні для статистичного аналізу, що дозволяє зробити цінні практичні висновки.

3. Проби продукту бажано оцінювати в тих умовах і в той час, коли вони звичайно вживаються. При цьому необхідно звернути увагу на три важливих моменти:

- не варто проводити оцінку товарів у несприятливих або штучних умовах, не слід подавати для оцінки продукти з додатковими приправами (соусами, прянощами тощо);
- при порівнянні двох проб, з яких одна має більш ніжну і гармонійну смаковитість, але недостатню інтенсивність смаку і запаху, проби треба подавати окремо, через певний проміжок часу;
- деякі продукти викликають приємне враження при одноразовому випробуванні і в невеликих кількостях, а при частому вживанні вони швидко викликають пересичення.

Досвід фахівців підприємств, що виробляють відповідну продукцію, має велике значення в процесі оцінки якості товарів нового асортименту. Тому в роботі дегустаційних комісій не виключається їхня участь, але формування цих комісій слід вести окремо: із споживачів-нефахівців і з фахівців-виробничників, які добре знають дану групу товарів і знайомі з методами її сенсорного тестування.

На результати сенсорного аналізу суттєво впливає порядок, у якому зразки товарів подаються на дегустацію. Зразок першого товару може помітно вплинути на оцінку того товару, що буде подаватися після нього: якщо перший зразок був низької якості, то оцінка наступного зразка може бути завищеною і навпаки.

Методика проведення споживчої оцінки повинна бути простою і доступною. Від учасників такої оцінки не вимагається спеціальних знань і навичок, високої чутливості й особливої гостроти відчуттів.

При споживчій оцінці якості досить часто користуються такими поняттями, як віддання переваги і бажаність.

Під відданням споживчої переваги розуміють таку ситуацію, коли споживач на підставі особистих знань, відчуттів, звичок та інтуїції обирає конкретний товар серед приблизно аналогічних, що пропонуються в процесі дегустації. Механізм споживчого вибору досить консервативний, оскільки базується на використанні того, що добре відомо. Значною мірою він орієнтований у минуле, а не в можливе майбутнє.

Під бажаністю слід розуміти силу відчуттів, що сприймаються споживачем при оцінці органолептичних показників товару, тобто його зовнішнього вигляду, кольору, консистенції, смаку тощо. Бажаність товару може бути пов'язана не тільки з його харчовою цінністю, а також з додатковим сервісом, який пропонує виробник товару, щоб привернути увагу споживачів (зміна маси фасовки, використання сучасних пакувальних матеріалів, додаткова підготовка товару для безпосереднього вживання, що може вивільнити час споживача, тощо).

При дослідженні віддання споживчої переваги і бажаності товару використовуються такі методи, як анкетний, парний, трикутний, баловий, метод бажаності, визначення конкурентоспроможності товару.

Анкетний метод визначення ставлення споживачів до товару частіше від інших використовується для оцінки якості товару, який виробниче підприємство бажає вивести на ринок. При досконалій організації його підготовки і проведення можна одержати цінну інформацію. При складанні анкети необхідно дотримуватися певних правил:

питання повинні формулюватися однозначно, щоб уникнути різного тлумачення, а значить і різних відповідей;

питання повинні бути простими, зрозумілими, не вимагати багато часу на складання відповіді;

термінологія, що використовується при постановці питань, повинна бути доступною для відповідної групи споживачів;

необхідно додержуватися логічної послідовності питань анкети, маючи на увазі, що найбільш важливі для прийняття рішення питання повинні бути на перших місцях.

При анкетному методі може бути використана шкала бажаності, яка дозволяє навіть не досить обізнаним в оцінці якості товарів споживачам давати достатньо об'єктивну оцінку. Краще за все застосовувати шкалу, яка має п'ять рівнів бажаності: дуже бажаний, бажаний, нейтральний, не дуже бажаний, дуже небажаний.

Анкета для споживчої оцінки товару

назва товару

Свою відповідь позначте хрестиком.

Таблиця 1. Ваша оцінка бажаності представленого зразка продукції:

Рівень бажаності	Помітка споживача
Дуже бажаний	
Бажаний	

Нейтральний	
Не дуже бажаний	
Дуже небажаний	

2. Ваш вік:

☐ до 20 років; ☐ 20–60 років; ☐ понад 60 років.

3. Ваша стать:

☐ жіноча; ☐ чоловіча.

4. Ваш соціальний стан:

☐ студент; ☐ робітник;
☐ службовець; ☐ пенсіонер.

Ця шкала дозволяє не тільки виявити ступінь бажаності або небажаності певних змін у товарі, але й провести статистичну обробку одержаних даних. Для цього достатньо присвоїти найвищому рівню бажаності (дуже бажаний) 5 балів, а найнижчому рівню (дуже небажаний) – 1 бал. При цьому можна визначити середню оцінку серед членів комісії, частку небажаних оцінок (у відсотках).

Якщо для оцінки якості подається кілька зразків товару, то на кожен зразок дається окрема анкета.

Парний метод визначення бажаності товару використовується для виявлення якісних відмінностей і бажаності нового або вдосконаленого товару. При використанні такого методу оцінки якості товару споживачам одноразово пропонують новий товар і товар, виготовлений за класичною рецептурою. Оцінка проводиться виключно на підставі особистого ставлення споживача до того товару, який він оцінює. Оцінюючи кожну пару зразків, споживач повинен сказати, якому зразку він віддає перевагу. Якщо для споживчої оцінки залучаються люди, які не мають досвіду проведення сенсорного аналізу, то бажано, щоб у такій роботі брали участь якомога більше людей. Це допоможе організаторам дегустації деякою мірою уникнути випадкових і неточних результатів, а прийняте рішення буде більш репрезентативним.

Наприклад, фабрика морозива вирішила дізнатися про ставлення споживачів до морозива з новими стабілізаторами. На дегустацію подаються 3 пари зразків (табл. 2). Зразок А – класичне вершкове морозиво з агароїдом, зразок Б – з пшеничним борошном, зразок В – з модифікованим крохмалем, зразок Г – з метилцелюлозою.

Таблиця 2. Дегустаційний лист споживчої оцінки

Шифри зразків продукту	Перевага віддається
А і Б	
А і В	
А і Г	

Перед початком дегустації фахівці звертають увагу споживачів-оцінювачів на мету, яка ставиться перед ними: «Консистенція якого зразка в кожній парі найбільш бажана?».

Використання цього методу дозволяє зробити статистичну обробку одержаних результатів на основі визначення критичного числа відношення (КЧВ).

У зв'язку з тим, що для споживчої оцінки залучалися особи, які не мають досвіду проведення сенсорного аналізу, то за теорією імовірності ми можемо отримати 50 % неправильних відповідей.

Критичне число відношення розраховується за формулою

$$\text{КЧВ} = (P_{\text{пв}} - 50) \times \sqrt{N} / 50,$$

де $P_{\text{пв}}$ – кількість правильних відповідей, %;

N – загальна кількість оцінювачів.

Якщо при розв'язанні цього рівняння одержимо величину 2,6 або більшу, то результати споживчої оцінки можна вважати статистично достовірними з імовірністю 99 %.

У прикладі в дегустації брали участь 48 учасників. Отримані дані наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Результати споживчої оцінки

Шифри зразків	Результати дослідження	Бажані оцінки, %
A і Б	40 A і 8 Б	83
A і В	26 A і 22 В	58
A і Г	4 A і 44 Г	91

Для першої і третьої пари зразків ми отримали статистично суттєвий результат: один із зразків має значну перевагу; в другій парі зразків споживачі не помітили суттєвої різниці, про що й говорять результати – фактичної переваги не одержав жоден із зразків.

Споживча бажаність являє собою важливий критерій оцінки якості товарів, але при цьому треба враховувати, що ставлення споживача до даного товару залежить від багатьох факторів, як суб'єктивних (звички, традиції), так і об'єктивних (причини економічного й соціального характеру, вплив реклами тощо).

Аналітичні методи сенсорного аналізу

Ці методи ґрунтуються на кількісній оцінці якості і дозволяють встановити кореляцію між окремими ознаками. Залежно від того, скільки визначень буде робити один дегустатор, вибирається кількісний склад дегустаційної комісії, але оптимальним варіантом вважається комісія з 5 чоловік.

Серед аналітичних методів можна виділити дві групи **якісних** і **кількісних** розпізнавальних тестів.

Якісні розпізнавальні методи дозволяють відповісти на питання: різниця між оцінюваними зразками існує за одним з показників якості чи за загальним враженням про якість даного товару. Але ці методи не дають відповіді на питання: яка фактична різниця між цими зразками. До цих

методів зараховують: методи парних і трикутних порівнянь; метод два з трьох або три з п'яти; ранговий метод.

Метод парного порівняння було розглянуто при характеристиці споживчих методів оцінки.

Метод трикутного порівняння відрізняється від парного тим, що дегустаторам пропонуються одночасно три зразки, два з яких однакові. При цьому методі оцінки на дегустатора випадає більше напруги, і тому за одну дегустацію він не повинен оцінювати більше п'яти потрібних комбінацій.

При *ранговому* методі дегустатору пропонуються випадково закодовані зразки товару, і він повинен розставити їх за ступенем наростання (або зниження) інтенсивності тієї ознаки, яка оцінюється. При цьому методі порівнюються тільки ті зразки, що представлені на дегустацію, тому дегустатору не потрібно орієнтуватися на нормативні документи або еталони. Метод простий, аналіз проводиться досить швидко. Але він, як і інші якісні методи, не дає уявлення про величину імпульсу. Цей метод рекомендують використовувати в тих випадках, коли з декількох досліджуваних однорідних товарів треба виділити зразки, що потребують подальшого більш детального дослідження.

Кількісні розпізнавальні методи дозволяють кількісно оцінити інтенсивність певної властивості. До цієї групи методів належить метод розведення і балова оцінка.

Метод розведення використовують для визначення інтенсивності смаку, запаху, кольору продукту величиною граничного розведення.

Сутність методу полягає в тому, що рідкий продукт розводять кілька разів до такої концентрації, при якій окремі органолептичні показники уже не відчуються. Показник (індекс) смаку, запаху, кольору виражається числом розведення або відсотковим вмістом початкової речовини в одержаному розчині. Наприклад, аромат вишні у вишневому соку зникає при розведенні 1:40. Цей метод широко використовується при створенні гармонійних композицій складних харчових есенцій. Крім того, цим методом можна перевіряти сенсорні можливості дегустаторів, зокрема визначати пороги їхнього відчуття і пізнання.

Метод балової оцінки. Органолептичні показники продуктів не можливо виразити в фізичних розмірних величинах. Характеристику смаку, запаху, консистенції та інших сенсорних показників наводять в описовому вигляді. Щоб перевести ці описові характеристики в кількісні, при експертній оцінці використовують безрозмірні шкали. Найпоширенішим видом кількісної оцінки якості сенсорних показників товарів є балова оцінка. Вона дозволяє встановити рівень часткової (за окремими показниками) або загальної (за комплексом показників) якості оцінюваної продукції і виразити його числовою величиною. При використанні науково обґрунтованої балової системи, при відповідній кваліфікації дегустаторів і додержанні всіх вимог застосування цього методу дозволяє одержати досить об'єктивні, надійні і вірогідні результати.

Сутність балової оцінки полягає в тому, що кожному органолептичному показнику конкретного товару присвоюється відповідна кількість балів. Поряд із загальною баловою оцінкою для кожного показника розробляється шкала знижок за недоліки, які можуть зустрічатися в даному продукті при оцінці його якості. У результаті кожен показник одержує певну кількість балів – різницю між максимальною баловою оцінкою і кількістю балів, яку необхідно зняти за встановлений у процесі дегустації недолік. На підставі цієї загальної суми балів встановлюється категорія якості (наприклад, для вин) або товарний сорт продукту (наприклад, для сичужних сирів, вершкового масла).

У практиці сенсорного аналізу в Україні зараз використовуються різні балові оцінки: 5-, 10-, 20-, 25- і 100-балові. Основою будь-якої балової системи повинна бути проста залежність між якістю органолептичного показника і відповідною їй оцінкою в балах.

Сучасним вимогам найповніше відповідає 5-балова шкала з урахуванням коефіцієнта значущості для окремих показників якості.

Процес розробки балової шкали складається з таких етапів:

- вибір номенклатури одиничних показників, які характеризують органолептичні властивості товару;
- розробка схем-таблиць з словесною характеристикою кожного показника по всім якісним рівням шкали;
- встановлення коефіцієнтів значущості кожного органолептичного показника якості;
- встановлення критеріїв для різних категорій якості продукції;
- попереднє обговорення розроблених елементів балової шкали;
- двох -, трьохкратна апробація розробленої шкали на декількох зразках продукції; цей етап включає оцінку в балах одиничних показників якості за допомогою відповідних органів відчуттів, потім розрахунок комплексних показників кожного зразка і на цій основі визначення його категорії якості.

Для того, щоб вибрати найкраще рішення, на кожному із етапів використовують експертні методи.

Перший етап – вибір номенклатури показників якості.

Номенклатура одиничних показників якості наведена у стандартах на відповідну продукцію, але при необхідності її можна розширити за рахунок введення додаткових показників, особливо при оцінці споживних властивостей товарів. Наприклад, інколи варто визначати окремо такі показники як «смак» і «запах» або «аромат», які у стандартах, частіше за все, приводяться як один показник – «смак і запах».

Другий етап – розробка схем-таблиць для характеристики рівнів якості.

Експерти розробляють детальну словесну характеристику рівнів якості одиничних показників, керуючись при цьому вимогами відповідної нормативної документації.

В таблиці 4 за даними Т.Г.Родіної та Г.А. Вукс наведена словесна характеристика одиничних органолептичних показників якості риби холодного копчення за п'ятибальною шкалою.

Таблиця 4. Характеристика органолептичних показників якості риби холодного копчення

Показники	Характеристика показників при оцінці				
	5 балів	4 бала	3 бала	2 бала	1 бал
Зовнішній вигляд	поверхня риби суха, чиста, черевце ціле, луска не збита, риба однорідна за розміром	поверхня риби суха, чиста, черевце ціле, луска частково збита	поверхня риби чиста, може бути трохи зволожена, з незначними білково-жировими напливами, є пориви шкіри	поверхня зволожена, з напливами білка та жиру, є розриви черева, через які видно нутрощі	цілісність риби значно порушена
Колір луски	золотистий, однорідний	від світло-золотистого до темно-золотистого	від солом'яно-жовтого до темно-коричневого, неоднорідний	світло-жовтий або сріблястий	не притаманна рибі
Консистенція	соковита, ніжна	трохи ущільнена	ущільнена або трохи ослаблена	слабка або суха	груба, жорстка або мазеподібна
Запах	дуже приємний, добре виражений	приємний, помірно виражений копчений	копченого продукту, без сторонніх та неприємних запахів	значно різкий, димний або слабо копчений з відтінком	неприємний, не притаманний копченій

	копчений		диму, окисленого жиру	ми окисленого жиру	рибі
Смак	дуже приємний, добре виражений копчений	приємний, помірно виражений копчений	копчений, без сторонніх присмаків	занадто різкий, димний або слабо копчений	неїстівний
Категорія якості	вища	перша	друга	харчова неповноцінна	технічний брак
Висновок	стандартна	стандартна	стандартна	нестандартна	нестандартна

Схеми-таблиці розробляють по кожному виду продукції або по групі однорідних товарів і використовуються дегустаторами, які керуються необхідною інформацією, що закладена в схемах-таблицях, при призначенні балових оцінок під час дегустаційного контролю якості продукції.

Третій етап – визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості. Ці коефіцієнти виражають часткову участь показника у формуванні якості продукції і використовуються при розрахунках узагальнених балових оцінок, тобто це кількісна характеристика вагомості кожного окремого показника.

Для визначення коефіцієнтів вагомості використовують експертні та аналітичні методи з груповим або індивідуальним опитуванням. Експерти можуть використовувати процедури ранжирування, оцінювання, парного і послідовного порівняння. При цьому необхідно виділити головні показники, що в найбільшій мірі відображають здатність продукції виконувати своє функціональне призначення. Наприклад, для харчових продуктів найбільш важливими є такі показники як смак, запах та консистенція. Як правило смакоароматичним показникам відводять від 40 до 60 % загальної кількості балів, консистенції – 20–25 %.

Згідно з існуючими методиками кваліметричної оцінки якості товарів сума коефіцієнтів вагомості може дорівнювати будь-якому постійному числу. Але в товаровознавчій практиці найбільш прийнятна сумарна оцінка коефіцієнтів вагомості – 20 або 1.

У першому випадку 5-ти балова шкала буде трансформуватися у 100-балову і комплексний показник якості продукції буде сприйматися у відсотках до оптимальної якості (еталону). Категорії якості продукції визначаються на основі градацій балів (відсотків), запропонованих експертами.

У другому випадку кожен показник якості буде наближатися (або віддалятися) до відмінної оцінки – 5 балів. Категорії якості, як і в попередньому випадку, визначаються на основі градацій балів, розроблених експертами. В цьому випадку загальна кількість балів комплексного показника буде залежати від кількості одиничних показників, що визначаються для даної продукції. Наприклад, якщо якість продукції визначається по 4 показникам, то комплексний показник буде мати максимальну балову оцінку 20 балів, якщо одиничних показників буде 6, то комплексний показник буде мати максимальну балову оцінку 30 балів.

Четвертий етап – градація категорій якості продукції і визначення граничних меж для різних категорій якості оцінюваної продукції. Наприклад, використовуючи схему-таблицю 8.4 балової оцінки якості копченої риби і суму коефіцієнтів значущості рівну 1, можна одержати такі граничні межі для категорій якості:

- до вищої категорії якості відноситься риба, комплексний показник якої має 22,1–25 балів;
- до першої категорії якості відноситься риба, комплексний показник якої має 22– 18 балів;
- до другої категорії якості відноситься риба, комплексний показник якої має 17,9–14 балів;
- до харчової неповноцінної відноситься риба, комплексний показник якої має 13,9–8,0

балів

- до технічного браку відноситься риба, комплексний показник якої має менше 8 балів.

П'ятий етап – апробація балової шкали.

Колектив із 5–7 експертів-дегустаторів, що витримали іспит на сенсорну чутливість, проводять оцінку одиничних показників якості декількох зразків продукції, використовуючи розроблену 5-ти балову шкалу та схему–таблицю.

Оцінюючи показники якості продукції, експерти співставляють їхні характеристики з базовими ознаками аналогів і словесним описанням властивостей у схемах–таблицях. Завдання експертів – визначити залежність кількісних оцінок одиничних показників від якісної їх характеристики.

Результати своїх оцінок проаналізованих зразків продукції експерти заносять у дегустаційні листи. Потім проводиться статистична обробка індивідуальних оцінок, розраховується комплексний показник і ступінь узгодженості експертних оцінок.

На основі одиничних і комплексних показників у відповідності з розробленими критеріями встановлюється рівень якості (категорія якості) продукції.

Сьомий етап – обговорення результатів і корегування балової шкали.

Методом групового опитування експертів узагальнюються думки експертів відносно якості розробленої шкали, її надійність і зручність в роботі. Думка кожного експерта повинна бути обґрунтована. На засіданні експертної групи обговорюються результати апробації балової шкали і голосуванням приймається висновок про її якість. Рішення приймається 2/3 голосів експертів, що приймали участь у обговоренні. При помітному розходженні думок експертів проводяться повторні тури опитування експертів.

У рамках Європейської організації з контролю якості (ЕОКЯ) ведуться наукові розробки уніфікованої балової системи оцінки органолептичних властивостей продукції. Широке впровадження в практику метода балової оцінки, заснованого на єдиних принципах, необхідно міжнародній торгівлі для обміну інформацією щодо якості продукції, яка буде однаково сприйматися у різних країнах. Європейські розробки використовують міжнародні тенденції в цій галузі, досвід балової системи оцінки якості продукції у розвинутих країнах світу.

Використання структурних шкал, заснованих на єдиних принципах, полегшує уніфікацію вимог до органолептичної оцінки в різних країнах, що особливо важливо в умовах відкритих внутрішніх і зовнішніх ринків. При цьому ЕОКЯ пропонує при розробці систем балової оцінки дотримуватися таких принципів:

- структура і система балового метода повинні бути доступними для розуміння, щоб оцінки балової шкали співставлялися з оцінками споживачів;
- при розробці описових характеристик необхідно враховувати оцінку продукції споживачами, по можливості уникати повторів. Показники якості при оцінці об'єднувати в групи, використовуючи експертні методи групового обговорення;
- розрахунок градацій шкали і коефіцієнтів значущості одиничних показників проводити з врахуванням думок споживачів;
- позитивні і негативні характеристики показників співставляти з відповідними точками на шкалі. Кожен бал шкали повинен мати чітку описову характеристику ознаки якості;
- сенсорну оцінку бажано доповнювати даними інших методів, наприклад, інструментальних. Але ці виміри не являються частиною метода балової оцінки. Бали органолептичної оцінки повинні мати такий вираз, щоб їх можна було використати для статистичної обробки.

Найбільш відповідальний момент при розробці методів балової оцінки продукції – вибір шкали. З врахуванням викладених принципів ЕОКЯ рекомендує розробляти шкали з симетричними інтервалами, де більшому значенню відповідає висока якість продукції, а меншому – низька.

В рамках ЕОКЯ Угорський Центр з проведення контролю якості і аналізу харчових продуктів розробив однорідну 5-балову шкалу органолептичної оцінки різних показників якості продукції. В таблиці 5 наведені загальні вимоги, які пред'являються при розробці описових

характеристик показників якості, що виражені в балах 5-бальної шкали.

Таблиця 5. Загальні вимоги щодо описових характеристик показників якості

Загальна характеристика показників	Бали
Відносно оцінюваної ознаки продукт має виражені позитивні властивості; загальне враження повністю гармонічне. Вади і недоліки не виявлені	5
Продукт має майже непомітні вади або недоліки, викликає майже повне задоволення	4
Позитивні характеристики продукту погіршені; продукт має помітні вади або недоліки, оцінка задоволення відповідає допустимому рівню	3
Продукт має суттєві недоліки і вади, не відповідає вимогам стандарту Оцінка задоволення знижена, але при певних умовах продукт може бути реалізований (наприклад, при пропорційному зниженні його вартості)	2
Продукт має значні вади і недоліки, тому не може використовуватися для харчових цілей. Разом з тим, продукт може бути використано для промислової переробки	1

Деякі існуючі балові системи мають такі недоліки:

- велика кількість інтервалів між найближчими оцінками і відсутність чіткої словесної характеристики кожного рівня якості (балова оцінка якості вина);

- мала зона позитивних оцінок і велика «мертва» зона оцінок, які фактично нічого не говорять про якість товару. Наприклад, при 10-баловій оцінці вино, що одержало загальну балову оцінку 7, вважається вином незадовільної якості, тобто в оцінці якості даного продукту беруть участь тільки 3 бали. У баловій оцінці якості сичужних сирів на смак і запах припадає 45 балів, а фактично в оцінюванні беруть участь тільки 13 балів.

Більшість науковців і практичних працівників, які опрацьовують проблеми сенсорного аналізу, вважають:

- будь-яка балова шкала повинна мати зростаючу послідовність балів, кожен з яких відповідає певній інтенсивності того чи іншого показника якості;

- кількість інтервалів між балами не повинна перевищувати кількості ступенів якості, які органолептично можна розрізнити;

- кількість балів шкали повинно бути обмежено (частіше за все пропонується 5-балова шкала);

- кожен бал і кожен рівень якості повинні мати чітку описову характеристику;

- для оцінки окремих показників якості одного продукту слід застосовувати шкалу з однаковою кількістю балів;

- термінологія, що використовується при такій оцінці, повинна бути конкретною, загальноприйнятою і узаконеною.

При використанні 5-бальної шкали для кожного показника можна встановити 5 рівнів якості:

- 5 балів – відмінна якість;
- 4 бали – добра якість;
- 3 бали – задовільна якість;
- 2 бали – незадовільна якість;
- 1 бал – дуже погана якість (технічний брак).

Така шкала зручна в роботі, її можуть використовувати навіть непрофесійні дегустатори. При введенні в цю шкалу градації через 0,5 бала вона перетворюється на 9-балову, тобто на досить детальну, така шкала може використовуватися експертами і науковими працівниками.

Науково обґрунтовані системи балової оцінки прості, зручні в роботі і дозволяють досить надійно диференціювати товари за рівнем їх якості.

Експертний метод визначення якості товарів

Механізм споживчого вибору достатньо консервативний, оскільки ґрунтується, як правило, на використанні тільки того, що вже добре себе зарекомендувало. Значною мірою він орієнтований у минуле, а не в можливе майбутнє.

В умовах ринкових відносин основою оцінки якості продукції повинна стати об'єктивна суспільна корисність продукції, що буде відображати її прогресивність і відповідність рисам нового побуту. Одним з методів, що може забезпечити саме таку оцінку якості продукції, може стати експертний метод.

Експертний метод оцінки якості продукції передбачає з'ясування думок експертів.

Експерт – це кваліфікований спеціаліст, який відповідає вимогам фахової і кваліметричної компетентності, діловитості та об'єктивності, а також зацікавлений в роботі експертної комісії.

Використання експертних методів доцільно за наявності однієї з двох умов:

- завдання не може бути виконане ніякими іншими способами;
- інші методи виконання завдання або менш точні, або більш трудомісткі.

Експертні методи разом з іншими або самостійно використовуються для:

- класифікації продукції;
- визначення номенклатури показників якості продукції;
- визначення коефіцієнтів вагомості окремих показників якості;
- вибору базових зразків продукції і знаходження значень окремих показників якості цих зразків;
- визначення органолептичних показників якості оцінюваної продукції;
- визначення комплексних показників якості продукції.

Залучення до роботи в експертних комісіях висококваліфікованих експертів дозволяє одержати точну і відтворювану оцінку якості товарів. Проведені експерименти підтверджують, що при правильній методиці експертної оцінки похибка результатів становить 5–10 % і її цілком можна зіставити з результатами лабораторних методів.

Для оцінки якості продукції експертним методом створюються експертні комісії. Порядок створення, мета і завдання такої комісії визначається наказом або розпорядженням керівника міністерства, відомства, об'єднання, фірми. Загальний алгоритм операцій для створення і роботи експертної комісії, що використовує методи групового опитування, наведено на рис. 1.



Рис. 1. Загальний алгоритм операцій щодо створення і роботи експертної комісії

Робота експертної комісії закінчується статистичною обробкою експертних оцінок, їх аналізом і прийняттям обґрунтованих висновків.

Основні переваги групової експертної оцінки полягають у можливості різнобічного аналізу проблем визначення окремих характеристик товарів. Взаємодія між експертами дозволяє збільшити обсяг сумарної інформації, якою володіє група експертів, у порівнянні з інформацією кожного члена групи. При груповій оцінці менша імовірність помилки кінцевого результату роботи. У більшості випадків групова оцінка більш надійна, ніж оцінка кожного експерта зокрема.

Робоча група готує і проводить експертну оцінку якості продукції. Її завданням є підготовка експертизи, допомога у проведенні оцінки якості, обробка, аналіз, узагальнення результатів і виявлення колективної думки експертів. Вона починає свою діяльність з добору експертів і формування експертної групи.

Експертна комісія складається з двох груп – робочої та експертної.

До складу робочої групи входять:

- **Організатор** (він же голова експертної комісії) здійснює методичне керівництво роботою на всіх етапах. Він повинен бути кваліфікованим спеціалістом з методології оцінки якості продукції, обізнаним з основами її виробництва, знати тенденції зміни показників якості продукції від різних чинників. Він створює робочу групу; складає програму роботи; бере участь в опитуванні експертів; аналізує результати кожної операції, а також і остаточні підсумки; формулює висновки та рекомендації.

- **Спеціаліст** – це висококваліфікований працівник фірми, в якій формується експертна комісія. Бажано, щоб він мав універсальні знання про продукцію (як її виробництво, так і особливості споживання). Завдання спеціаліста – аналіз інформації, одержаної від експертів, для коригування подальшої роботи фірми. Він разом з організатором формулює висновки і пропозиції.

- **Програміст.** Якщо експертна оцінка якості продукції або обробка її результатів відбувається з використанням комп'ютерної техніки, то основним завданням цього спеціаліста є розробка програми для проведення роботи і статистичного опрацювання одержаних результатів.

- **Технічні працівники** проводять опитування експертів; роз'яснюють положення анкети, які недостатньо чітко зрозуміли експерти; одержавши від експерта анкету, можуть уточнити результат, але свою думку щодо оцінки експерта висловлювати не повинні.

Формування експертної групи. Організатор і спеціаліст складають список експертів (враховується службове становище, термін і характер роботи, професія). До складу групи повинні увійти спеціалісти з різних напрямків виробництва і оцінки якості товару (проектування, технології виробництва, естетики, дослідження якості тощо).

Експертна група може формуватися з працівників однієї або декількох фірм, які випускають (реалізують) товари певної групи. При цьому необхідно враховувати тенденції і погляди на якість продукції, що панують у даній фірмі, службове становище (субординацію) експертів, створення і підтримання психологічного клімату в групі. Варто віддавати перевагу створенню експертної групи на базі однієї фірми із залученням до роботи декількох спеціалістів з інших фірм.

Результат роботи експертної комісії значною мірою залежить від кількості експертів та їхньої компетентності. Добір експертів – це надзвичайно важке завдання. Воно пов'язане з тим, що:

- необхідно враховувати індивідуальні здібності експертів, а надійної методики визначення цих здібностей немає;
- недостатньо вивчені психофізіологічні особливості людини, від яких значною мірою залежить робота експертів;
- існує суперечність між бажанням зменшити витрати на експертизу шляхом використання обмеженої кількості експертів для оцінки якості широкої номенклатури товарів і бажанням збільшити точність і надійність експертної оцінки.

По суті проблема компетентності експертів до цього часу ще не вирішена і чекає свого вирішення.

На думку Г.Г. Азгальдова і Е.П. Райхмана, компетентність експертів визначається 4 групами властивостей (рис. 2).

Професійна підготовка передбачає знання різних сторін проектування та виробництва продукції, вимог споживачів, умов і характеру використання (експлуатації).

Кваліметрична підготовка забезпечує чітке розуміння експертом принципів і методів оцінки якості продукції, знання методів визначення окремих показників якості та вміння користуватися ними в процесі практичної роботи (використання різних типів оцінних шкал, здатність розрізняти достатнє число градацій оцінюваної продукції тощо).



Рис. 2. Показники компетентності експертів

Зацікавленість експерта в роботі експертної комісії залежить від багатьох чинників: цілей експертизи, характеру висновків, індивідуальних особливостей експерта, зайнятості на основній роботі і можливості використання результатів експертної оцінки у власній практичній роботі.

Діловитість експерта включає, зокрема, рухомість і еластичність уваги (здатність швидко переключати увагу з одного показника на інший), зібраність, оперативність і обґрунтованість висновків, контактність (вміння працювати з людьми у конфліктних ситуаціях), мотивованість виставленої оцінки.

Об'єктивність експерта полягає в тому, що він робить свої висновки на підставі дійсного рівня якості оцінюваної продукції, а не керується іншими міркуваннями.

Методи оцінки компетентності експертів поділяються на п'ять груп: евристичні; статистичні; тестові; документальні; комбіновані.

Евристична (від грецьк. *heurisko* – відшукую, відкриваю) оцінка експерта базується на оцінці оточуючих людей або самооцінці. Існують такі види евристичних оцінок: самооцінка, взаємооцінка, оцінка робочої групи.

Самооцінка – це метод, при якому оцінку власній компетентності дає сам експерт. Встановлено, що достовірність середньої експертної оцінки тим вища, чим більше середнє значення самооцінки членів експертної групи. Проте слід мати на увазі, що результати самооцінки майже завжди занадто суб'єктивні, це недолік методу. Самооцінка залежить від психологічних особливостей експерта, ступеня задоволеності собою, розуміння змісту

оцінної шкали. Саме цими чинниками можна пояснити розходження результатів самооцінки і взаємооцінки.

З метою підвищення точності результатів самооцінки її проводять диференційовано. Показник самооцінки визначають як функцію двох коефіцієнтів: інформованості і знайомства з оцінюваною продукцією та аргументованості своєї оцінки. Т.Г. Родіна і Г.О. Вукс рекомендують визначати інформованість і знайомство експерта з оцінюваною продукцією за допомогою «Анкети самооцінки» (додаток А). В анкеті експерт зазначає регулярність знайомства з джерелами інформації, а також ступінь свого знайомства з оцінюваною продукцією. Самооцінка розраховується за формулою:

$$K_{\text{сам}} = B_{\text{екс}} I_{\text{екс}},$$

де $K_{\text{сам}}$ – коефіцієнт самооцінки експерта;

$B_{\text{екс}}$ – значущість показників інформованості і знайомства;

$I_{\text{екс}}$ – оцінка, яка залежить від ступеня інформованості і знайомства.

Приклад розрахунку $K_{\text{сам}}$ наведено у додатку Б.

Взаємооцінка – це евристична оцінка експерта, яка дається іншими експертами, вона повинна зменшити суб'єктивність самооцінки кожного експерта. Відомо, що існує тісний взаємозв'язок між компетентністю експерта і середньою оцінкою, яку він одержує від своїх колег. Сутність цього виду оцінки полягає в тому, що кожен член експертної групи дає оцінку всім іншим експертам, а потім розраховується середня оцінка кожного експерта.

Недоліки взаємооцінки:

- експерти можуть недостатньо знати один одного;
- на результати оцінки можуть впливати взаємні симпатії та антипатії;
- експерти, як правило, намагаються уникнути найвищих і найнижчих оцінок;
- різні експерти можуть неоднозначно сприймати поняття «компетентність експерта».

Для зменшення вказаних недоліків рекомендується:

- застосовувати взаємооцінку тільки в тих комісіях, де експерти добре знають один одного;
- проводити анонімне анкетування;
- пояснити, що результати анкетування будуть використані лише для коригування оцінок товару.

Оцінка експерта робочою групою – це евристична оцінка, яка повинна дати кількісну характеристику зацікавленості експерта в експертній оцінці і його уважності в процесі опитування. Оцінка дається фахівцями-аналітиками, які проводять опитування експертів після експертної оцінки продукції. При цьому вони оцінюють ставлення експертів до експертизи а також їхню активність при обговоренні результатів. Частіше за все для такої оцінки рекомендується використовувати 10-бальну оцінку.

Статистична оцінка – це оцінка, одержана після статистичної обробки думок експертів про об'єкт оцінки. Ці оцінки використовуються з метою зменшення помилок, які виникають при експертних оцінках. Необхідність статистичної обробки результатів експертизи обумовлена тим, що на відміну від вимірів, які проводяться за допомогою технічних засобів і базуються здебільшого на порівнянні невідомих величин з відомими, при експертних методах часто відома

величина відсутня. До того ж на точність експертних оцінок впливає багато чинників об'єктивного і суб'єктивного характеру, внаслідок чого виникають систематичні або випадкові помилки.

Систематична помилка – це помилка, що постійно повторюється в процесі даного визначення. Основною причиною її появи є недостатня або неправильна інформованість експертів. Зменшити її можна шляхом ознайомлення експертів з необхідною інформацією до початку роботи експертної комісії, а також обговорення, в процесі якого експерт одержує додаткову інформацію від фахівців-аналітиків або від інших експертів. Систематичну помилку можна визначити за величиною відхилення оцінки кожного експерта від середнього значення, одержаного в експертній комісії.

Випадкова помилка залежить від психофізіологічних особливостей експерта (зібраності, впевненості у власній правоті, уважності). Вона зменшується при багаторазовій роботі людини у складі експертних комісій.

Існують такі види статистичних оцінок: оцінка за відхиленням від середнього значення оцінки експертної групи; оцінка об'єктивності експерта.

Оцінка за відхиленням від середнього значення оцінки експертної комісії ґрунтується на припущенні, що дійсним значенням групової експертної оцінки є саме середня оцінка. Тому чим менше відхилення індивідуальної експертної оцінки від групової, тим вищою визнається компетентність експерта.

Оцінку за відхиленням від середнього значення оцінки експертної комісії можна виражати сукупністю абсолютних відхилень (Δ), які розраховуються як різниця між груповою середньою оцінкою (x) та індивідуальною оцінкою (x_i):

$$\Delta = x - x_i.$$

Оцінка об'єктивності експерта – це оцінка здатності експерта до неупередженої оцінки конкретних зразків товарів. Це дуже важлива характеристика компетентності експерта, яка суттєво впливає на точність результатів групової експертної оцінки.

Тестові оцінки дозволяють за допомогою тестування визначити психолого-фізіологічні особливості експертів. Їх використовують для оцінки об'єктивності, кваліметричної та професійної підготовленості експерта. Тестування дозволяє оцінити особисті риси експерта, чого не можна зробити іншими методами. Недоліком даного методу можна вважати неможливість порівняти дані, одержані методом тестування, з даними, одержаними за допомогою будь-яких об'єктивних методів.

При складанні тестів необхідно дотримуватися таких вимог:

- експерт повинен розуміти постановку тестового завдання і умови, яким відповідає його розв'язання;
- імовірність випадкового вгадування розв'язку завдання повинна бути близькою до нуля;
- тестове завдання повинно мати точну відповідь;
- необхідно обґрунтувати наближеність тестового завдання і реальних завдань, які розв'язує експерт при оцінці якості продукції.

Оцінка кваліметричної підготовки експерта – це оцінка теоретичних знань методів оцінки показників якості продукції та вміння їх використовувати. Ця оцінка може проводитися шляхом усного або письмового контролю знань з використанням тестів.

Трохи складніше перевірити такі знання, як вміння використовувати різні типи оцінних шкал; визначати суб'єктивні вірогідності; розпізнавати достатню кількість градацій показника

якості, який оцінюється.

Вміння використовувати різні типи шкал (порядку, відношень, інтервалів) дуже важливе, тому що досить часто експертні оцінки проводять методом рангового розташування певних властивостей товару (смак дуже солоний, солоний, невиразний, несолоний). Особи, які не володіють деякими видами шкал, не можуть брати участь в роботі експертних комісій. Наприклад, в оцінці якості продовольчих товарів не можуть брати участь особи, які не розпізнають смаки або мають високий поріг чутливості щодо основних смаків.

Вміння визначати суб'єктивні вірогідності – це здатність експертів оцінювати вірогідність настання певних подій. Особи, у яких таких здібностей немає, не можуть залучатися до експертиз, пов'язаних з прогнозуванням. Суб'єктивну вірогідність іноді називають суб'єктивною впевненістю.

Вміння розпізнавати достатню кількість градацій показника якості, який оцінюється, – це здатність експерта відчувати різницю в інтенсивності імпульсу, що викликає певне відчуття. Ця властивість обумовлена значною мірою чутливістю окремих органів чуття експерта. Основним показником, за допомогою якого можна виявити це вміння експерта, є мінімальний диференційний поріг відчуття. Така здібність експертів дуже впливає на точність індивідуальних і групових експертних оцінок.

Документальна оцінка – це оцінка експерта на підставі документів, що підтверджують його відповідність встановленим вимогам. Наприклад, компетентність експерта може бути підтверджена загальними відомостями, наведеними в *анкеті*: досвід – *копією трудової книжки*; професійна підготовка – *дипломом професійної освіти*; спеціальна підготовка – *атестатом* або *свідомством* встановленого зразка про спеціальну підготовку; підвищення кваліфікації – відповідним *свідомством*.

У необхідних випадках можуть бути представлені дані про науковий ступінь та наукові праці експерта, його участь в роботі різних конференцій, симпозіумів, нарад.

Документальні оцінки можуть бути лише доповненням до інших методів оцінки компетентності експертів і не відіграють самостійної ролі. Це обумовлено тим, що частина інформації, що є в документах, дублює інші оцінки. Крім того, документальна оцінка експерта не завжди корелює з його компетентністю. Так, кандидат в експерти може займати досить високе службове становище, але при цьому не мати індивідуальних здібностей до оцінки якості продукції (не володіти високою сенсорною чутливістю).

Комбінована оцінка передбачає використання різних методів оцінки компетентності експерта.

Розглянуті методи оцінки компетентності експертів мають свої переваги і недоліки. Їхнє сумісне використання дозволяє підсилити переваги та пом'якшити недоліки окремих методів.

Контрольні запитання

1. У чому сутність споживчих методів сенсорного аналізу?
2. Яких умов необхідно дотримуватися при створенні дегустаційної комісії для споживчої оцінки якості товарів?
3. Яких правил необхідно дотримуватися при складанні анкети для споживчої оцінки?
4. У чому сутність парного і трикутного методів дослідження?

5. У чому сутність аналітичних методів сенсорного аналізу?
6. Для яких цілей частіше за все використовують метод розведення?
7. У чому сутність балової оцінки якості товарів?
8. Яких вимог треба дотримуватися при розробці балової системи оцінки якості товарів?
9. З якою метою встановлюються коефіцієнти вагомості окремих показників?
10. Які недоліки мають окремі існуючі балові системи оцінки якості товарів?
11. У чому сутність експертного методу визначення якості продукції?
12. Назвіть основні етапи та операції експертного методу оцінки якості.
13. Які риси важливі при оцінці компетентності експертів?
14. Які існують методи визначення компетентності експертів?
15. Дайте характеристику евристичних методів оцінки компетентності експертів.
16. Дайте характеристику тестових методів оцінки компетентності експертів.
17. Дайте характеристику документальних методів оцінки компетентності експертів.

Лекція № 6

Контроль газових середовищ в харчових виробництвах. Огляд сенсорних пристроїв.

Протягом останніх років запропонована велика кількість методів контролю якості продуктів харчування, розроблені відповідні електронні прилади для здійснення такого контролю. Основною метою науково-технічних пошуків і розробок є знаходження найточніших та відносно недорогих пристроїв і методів контролю якості продуктів харчування.

Одним із надійніших способів оцінки якості харчових продуктів та ступеня їх свіжості є аналіз за допомогою **газових сенсорів**. Для реалізації такого об'єктивного контролю необхідно використовувати спеціальні електронні пристрої – сенсори, які містять у своїй конструкції чутливі до дії газів індикаторні речовини. Найвигіднішим є використання сенсорних речовин напівпровідникового типу, оскільки напівпровідники можуть легко змінювати свої електронні властивості (опір, ширину забороненої зони, оптичне поглинання чи випромінювання) під впливом зовнішніх чинників.

Розробленням газових сенсорів займається велика кількість наукових груп, як за кордоном, так і в нашій державі. На сьогоднішній день розроблені газові сенсори різних типів і конструкцій, їх дослідження та оптимізація активно продовжується. Цілеспрямоване вивчення принципів застосування напівпровідникових сенсорів для контролю якості харчових продуктів, зокрема, продуктів тваринництва та їх експертизи понад 20 років проводиться групою науковців Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З.

Їжицького та Львівського національного університету імені Івана Франка. Особлива увага приділяється розробці аналізаторів газів на основі органічних напівпровідників.

В даній лекції ми розглянемо питання розроблення та дослідження газових сенсорів, зокрема, органічних сенсорів на основі молекулярних кристалів та електропровідних полімерів. Сенсори контролю якості харчових продуктів, як і більшість сенсорів, складаються з трьох основних вузлів: вузла відбору проб, матриці чутливих елементів та вузла обробки і розпізнавання. Основною частиною таких пристроїв є матриця сенсорів (чутливих елементів), причому кожному сенсору такої матриці притаманна чутливість до якого-небудь одного газу. Для контролю якості харчових продуктів необхідно застосовувати сенсорні середовища, чутливі до конкретного типу газів, які виділяються при порушенні свіжості продуктів. Розглянемо основні види білкововмістних продуктів харчування і механізм виділення газів при їх зберіганні.

Хіміко-біологічні процеси, які супроводжують порушення якості продуктів харчування

Процеси руйнування білкової речовини внаслідок перебігу окислювально-відновних реакцій супроводжуються виділенням наступних газів: O_2 , CO_2 , H_2 , N_2 , NH_3 , SO_2 , H_2S . До того ж, в залежності від хімічного складу харчового продукту та терміну його зберігання буде змінюватись як склад газу, так і його концентрація.

Нами запропонований метод контролю ступеня свіжості м'ясних виробів шляхом визначення кількісного складу летких продуктів розпаду білкових та інших азотистих речовин (аміак, вуглекислий газ, сірководень, ацетон та інші), інтенсивність виділення та нагромадження яких у поверхневих шарах м'яса відповідає рівню розпаду білків, поліпептидів і вільних амінокислот. Розпад амінокислот, залежно від характеру гнильної мікрофлори і конкретних умов зовнішнього середовища, відбувається завдяки гідролітичному, окисно-відновлювальному дезамінуванню і декарбоксилюванню, при цьому в найбільшій кількості виділяється аміак і вуглекислий газ, а тому інформація про концентрацію цих газів (у вільному і зв'язаному вигляді) буде найточнішим і надійнішим критерієм на різних стадіях псування м'ясної сировини і продукції.

М'ясо, м'ясні і молочні продукти є джерелом повноцінних білків, які містять незамінні амінокислоти, необхідні для організму, і займають вагоме місце в забезпеченні людей продуктами харчування. Важливим є попередження виникнення отруєнь людей при вживанні продуктів харчування підозрілої свіжості або несвіжих. Під час зберігання харчових продуктів, особливо з порушенням температурного режиму та вологості, у них проникають мікроорганізми, плісеневі гриби, дріжджі, і тому спостерігаються різні види порушення свіжості, кисле бродіння, гниття, пліснявіння з виділенням газів CO_2 , H_2S , NH_3 та ін. Неякісне молоко має тягучу консистенцію, слизисті речовини (вміст молочнокислих та гнильних мікроорганізмів), а також запах аміаку, який утворюється під дією бактерій. При неналежному зберіганні сиру і масла прогресує розвиток бактерій, які утворюють сірководень та аміак.

Риба належить до видів сировини, яка швидко псується. Для тривалого зберігання рибу заморожують, для нетривалого – охолоджують до температури, близької до $0^{\circ}C$. При псуванні риби виявляється гнильний запах внаслідок виділення газів N_2 , NH_3 , NO_2 , H_2S .

Високу біологічну цінність має такий харчовий продукт як птишині яйця, проте термін їх зберігання досить обмежений. Порушення свіжості яєць завжди супроводжуються процесами хімічного розпаду, це призводить до виділення газів, особливо сірководню. Тому виникає необхідність створення недорогих пристроїв, які можуть ідентифікувати різні гази, що дозволить оцінювати ступінь свіжості продуктів харчування.

У табл. 1 наведено дані про **виділення газів при зберіганні продуктів харчування**. Як можна зауважити, основними газами в усіх випадках є аміак, сірководень, оксиди вуглецю і азоту. Отже, для створення сенсорних пристроїв контролю якості продуктів тваринництва необхідно

використовувати сенсорні матеріали, чутливі саме до цих газів, з відповідною конструкцією пристроїв, зручною для детектування газів та їх селективного аналізу.

Усі продукти харчування в залежності від походження можна умовно розділити на 3 групи: рослинного, тваринного походження та комбіновані (табл. 2). Основною речовиною продуктів харчування тваринного походження є **білки** – природні полімери, утворені з амінокислот, з'єднаних між собою пептидними зв'язками. Схематичне представлення молекули білка наведено на рис. 1.

Таблиця 8.1. Зміна фізико-хімічних показників при зберіганні продуктів харчування

Назва продукту	рН			Виділення газів при порушенні свіжості продукту
	Свіжого продукту	Підозрілої свіжості	Несвіжого продукту	
М'ясо	5,6–6,4	6,5–6,6	> 6,7	H ₂ , N ₂ , NH ₃ , H ₂ S
Ковбаси	5,0–6,6	6,8–7,0	> 7,1	H ₂ S, NH ₃ , CO ₂
Молоко-продукти	5,8–6,2	6,2–6,6	> 6,7	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ S
Риба	6,5–6,8	6,7–7,0	> 7,1	H ₂ S, N ₂ , NO ₂ , NH ₃
Яйця (білок) (жовток)	7,2–9,3 4,8–5,2	9,3–9,8	> 10	H ₂ S, CO ₂

Таблиця 8.2. Групи продуктів харчування

Рослинного походження	Тваринного походження	Комбіновані
Поживні речовини вуглеводневої природи (крохмаль, цукри)	Поживні речовини білкової природи (казеїн – білок молока, малеїн – білок м'язів)	Використання харчових продуктів як тваринного, так і рослинного походження

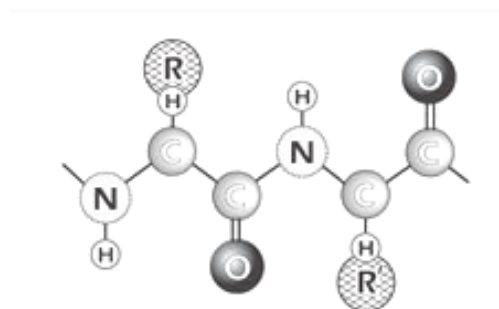


Рис.1. Схематичне представлення фрагменту молекули білка (протеїну) з пептидними зв'язками

Білок – це ланцюг амінокислот. Під час приготування їжі ланцюг амінокислот розривається, відбувається денатурація білка з утворенням низки кінцевих функціональних груп (рис. 8.2), які легше піддаються біохімічним перетворенням у процесах метаболізму.

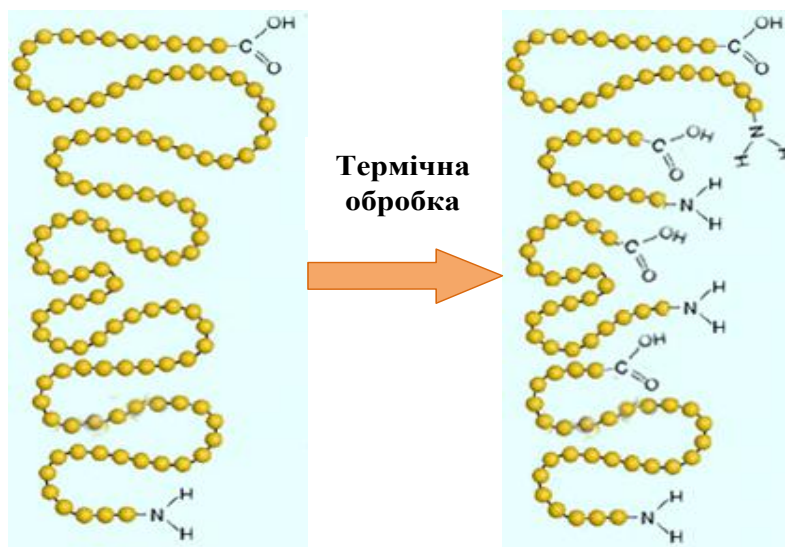
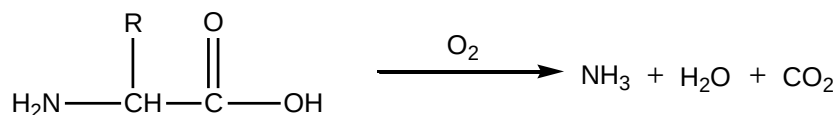


Рис.2. Схема перетворень молекули білка при термічній обробці

Процеси погіршення свіжості білкових продуктів харчування спричиняються повільним **окисненням амінокислот**. Цей процес протікає інтенсивно завдяки діяльності мікроорганізмів. Серед продуктів окиснення завжди присутній **аміак** (рис.3).



Поживне середовище

Кінцеві продукти окиснення

Рис.3. Схема перетворення фрагменту протеїну при окисненні

Як видно із табл. 3, до складу білків входить досить великий відсоток Нітрогену, отже продукт його метаболізму – аміак має бути присутній у великій кількості у продуктах розпаду білків. Тому сенсори якості продуктів тваринництва, які дозволяють контролювати їх свіжість у процесі переробки та зберігання білкових продуктів, переважно ґрунтуються на чутливих до дії аміаку речовинах.

Таблиця 3. Елементний склад білків

Хімічний елемент	Вміст, %
C	50–55
H	6,5–7,3
O	19–24
N	15–19
S	0,2–2,4

Щоб визначити наявність тих чи інших газів в оточуючому середовищі за допомогою чутливих сенсорних плівок, необхідною є наявність певної взаємодії молекул газу з поверхнею сенсорної речовини, яка перебуває у більшості випадків у твердотільному стані і на яку розповсюджуються закономірності фізико-хімічних процесів на межі тверде тіло – газ.

Фізико-хімічні процеси взаємодії газів із поверхнею твердого тіла

На межі поділу фаз тверде тіло – газ мають місце **сорбційні процеси**, різновидами яких є **адсорбція** (збільшення концентрації газу у приповерхневому шарі) та **абсорбція** (об'ємне поглинання газу). Якщо адсорбція зумовлена силами Ван-дер-Ваальса або електростатичного притягання, то вона відноситься до **фізичної адсорбції**. Коли ж адсорбована молекула зв'язана із адсорбентом силами обмінної взаємодії (ковалентні, іонні зв'язки), то говорять про **хімічну адсорбцію**. Під час хімічної адсорбції здійснюється перенесення електронів між адсорбентом та адсорбатом, тоді як за фізичної адсорбції такого перенесення немає. При **хемосорбції** має місце утворення зв'язку між частинкою з газової фази та адсорбційним центром поверхні. При адсорбції зменшується поверхнева вільна енергія.

Найчастіше хемосорбція є активованим процесом. Це означає, що для того, щоб відбулася хімічна реакція, на поверхні має бути витрачена певна енергія – енергія активації, яка потім при адсорбції виділяється разом з енергією, рівною енергії зв'язку. У випадку неактивованої адсорбції хімічна реакція відбувається швидко, так що рівновага між адсорбентом та газовою фазою встановлюється практично миттєво. Причому, чим нижча температура, тим швидше встановлюється рівновага. При активованій адсорбції рівновага встановлюється повільно і тим швидше, чим вища температура. Процес **десорбції**, на відміну від адсорбції, завжди є активованим процесом.

Адсорбційна здатність поверхні виражається кількістю молекул газу, що утримуються одиницею поверхні за даної температури і тиску. Вона залежить від природи та стану самої поверхні, тобто від кількості центрів, на яких відбувається адсорбція (адсорбційних центрів). Адсорбційними центрами є поверхневі стани – система дискретних або неперервно розподілених енергетичних рівнів. На поверхні кристалу виникнення поверхневих станів пов'язане з дефектами в кристалічній ґратці.

Одним із найголовніших завдань при дослідженні газових сенсорів є вивчення **чутливості до певного газу**. Це вивчення базується на висуванні гіпотези про зміну провідності плівки при адсорбції даного типу газу, впливу домішок на цю зміну та наступному експериментальному підтвердженні даної гіпотези. Атом, наближаючись до поверхні, створює за певних умов локальний рівень для вільного електрона ґратки або дірки (відповідно, акцепторний або донорний рівень зонної діаграми). Таким чином, локалізація вільного електрона на рівні, створеному частинкою з газової фази, означає хімічну адсорбцію атома. У випадку ж слабого зв'язку локальний рівень адсорбованої частинки залишається незайнятим.

Оптичні газові сенсори

Сенсори газу, які ґрунтуються на оптичних методах, мають, як правило, простішу конструкцію та вищу чутливість, селективність, стабільність і більший термін служби у порівнянні із пристроями інших типів. Час відгуку оптичних газових сенсорів відносно короткий, що дозволяє здійснювати оперативне виявлення газів в режимі реального часу.

Оптичний сенсор газу містить три основні частини: джерело світла, газову камеру та детектор світла (рис. 4). Існує ряд оптичних методів виявлення газів, що включають недисперсійну інфрачервону (ІЧ) спектрофотометрію, спектроскопію із використанням лазерного діода, фотоакустичну спектроскопію та ін. Проте їх застосування в сенсорах газу суттєво обмежене через необхідність мініатюризації та відносно високу вартість.

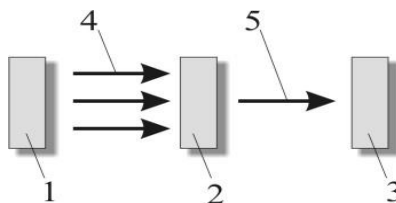


Рис. 4. Схема типового оптичного сенсора газу: 1 – джерело світла; 2 – газова камера; 3 – детектор світла; 4 – вхідний світловий сигнал; 5 – вихідний сигнал

Широко використовуються газові оптичні сенсори на основі ІЧ джерел, оскільки, кожен газ має свою власну смугу поглинання в ІЧ області спектру на певній довжині хвилі.

Оптичні сенсори працюють найчастіше на принципі реєстрації зміни оптичного поглинання світла під дією певного газу, вони не потребують зовнішнього електричного сигналу, а їх оптичний відгук можна передавати за допомогою волоконно-оптичних систем (ВОС).

Сучасні сенсорні пристрої розпізнавання запахів

Універсальними сучасними пристроями для контролю якості харчових продуктів, зокрема, їхньої свіжості, є сенсорні системи розпізнавання запахів, які називаються «електронний ніс». Вони призначені для контролю якості різноманітних харчових продуктів (вин, сирів, м'яса, риби і т. п.). Завдяки розвитку елементної бази і методів розпізнавання, ці сенсори найближчим часом знайдуть широке застосування у харчовій промисловості.

«Електронний ніс» вже зараз знаходить широке застосування в системах контролю якості харчових продуктів і ліків, екологічного моніторингу, контролю якості повітря в промислових і житлових приміщеннях, у системах безпеки і військових системах. За допомогою «електронного носа» контролюють якість кави, свіжість м'ясних і рибних харчових продуктів тощо. Вдосконалення мікроелементної бази сприяє розширенню сфери застосування автоматизованих ідентифікаторів запахів, дозволяє понизити вартість і підвищити чутливість таких пристроїв. Одними із прикладів розробок «електронного носа» є система з можливістю формування хімічних зображень для багатокомпонентних систем з використанням масивів MultiSensor, а також аналізатора газових сумішей «Електронний ніс» ГАЗ-2, дія якого ґрунтується на зміні частоти кварцового резонатора. Раніше вже була показана можливість оцінки якості м'яса за допомогою так званого «електронного носа», а саме, сенсорної системи розпізнавання частинок газу з використанням метало-окисно-напівпровідникових польових транзисторів. Однак, описані датчики визначають вміст тільки вуглекислого газу при поглинанні ІЧ випромінювання, а тому не можуть дати повної інформації про ступінь свіжості м'ясної продукції.

Відомі електронні сенсори на базі інтегральної мікросхеми із матрицею полімерних плівкових сенсорних елементів, нанесених на кремнієві пластини мікроваг. Якщо полімерний шар поглинає молекули газу, то його маса збільшується і знижується резонансна частота консолі мікроваги. Зміна резонансної частоти пропорційна концентрації газу. Сенсор ємності змінює величину діелектричної постійної при поглинанні молекул газу. Мікросхема може одночасно ідентифікувати і вимірювати концентрацію декількох типів газів: пропану, октану, толуолу і трихлорметану.

Сенсор на основі **кварцевої мікроваги** складається з резонуючого диска діаметром декілька міліметрів і металевих електродів. Диск має полімерне покриття, яке може поглинати молекули одоранту, що, у свою чергу, призводить до збільшення резонансної частоти. Зменшення частоти обернено пропорційне до маси поглинутої пахучої речовини. Резонансна частота сенсора знаходиться в межах від 10 до 30 МГц. Сенсори на основі такого принципу відрізняються надвисокою чутливістю, яка досягає одного пікограма. У перерахунку на метан мінімальна концентрація, яка може бути зафіксована сенсором на основі кварцевої мікроваги, складає 1,4 мм.рт.ст. Окрім високої чутливості, такі сенсори мають хорошу лінійність.

Клас **п'єзоелектричних пристроїв** представлений сенсорами на основі кварцевих мікроваг і сенсорами на основі поверхневих акустичних хвиль (ПАХ). Сенсори на основі ПАХ працюють наступним чином. Сигнал змінного струму прикладається до вхідного перетворювача і формує акустичну хвилю вздовж п'єзоелектричної підкладки. Коли хвиля досягає вихідного перетворювача, в ньому відновлюється сигнал змінного тиску з деяким зсувом за фазою по відношенню до вхідного. Зсув залежить від маси мембрани, що є полімерним шаром, який поглинає молекули газу. Діапазон частот, на яких працює сенсор на основі ПАХ, складає сотні мегагерц. Незважаючи на те, що робоча частота сенсорів на основі ПАХ на порядок вища за робочу частоту сенсорів на основі кварцевих мікроваг, їх чутливість приблизно однакова, оскільки сенсори на основі ПАХ мають гірше співвідношення сигнал–шум. Виробництво п'єзоелектричних сенсорів вимагає достатньо складної технології, тому їх вартість вища вартості плівкових сенсорів з підігрівом.

Відомий також універсальний газовий сенсор для одночасного детектування різних газів, принцип роботи якого полягає в тому, що на одному кристалі розміщені різні чутливі елементи для детектування різних газів. До кожного чутливого елемента підведені металеві контакти, що дає можливість аналізувати кожен газ окремо (вмикаючи один із елементів). В якості підігрівача пропонується використовувати елементи Пельтьє, оскільки технологію їх виготовлення можна сумістити із технологією виготовлення газових сенсорів. Запропонований газовий сенсор призначений для детектування газів, що виділяються з м'яса і м'ясних виробів у процесі їх зберігання.

Перевагами таких сенсорів є відносна дешевизна, простота виготовлення, надійність, можливість масового виготовлення та ін. Недоліками даних пристроїв є необхідність підігріву, високе енергоспоживання. На даному етапі доцільно продовжувати подальші дослідження вже існуючих матеріалів та пошуки нових.

Аналіз світової науково-технічної літератури з проблеми створення сенсорних пристроїв для контролю якості харчових продуктів свідчить про важливість вирішення цього питання для безпеки життєдіяльності людини, збереження навколишнього середовища, покращення рівня життя людей. Серед таких сенсорів найчутливішими до газів, що виділяються з харчових продуктів, є оксидні (на основі ZnO , SnO_2 , TiO_2) та чутливі елементи на основі органічних напівпровідників, зокрема, спряжених полімерів та молекулярних кристалів. На відміну від оксидних сенсорів, органічні напівпровідники не потребують високих робочих температур, а їх плівки можуть бути отримані простими хімічними методами.

Сенсорні середовища на основі спряжених полімерних систем

Ключовим моментом у розробці будь-яких сенсорів є вибір **чутливого елемента** (речовини) і системи реєстрації та обробки сигналу. Останніми роками зріс інтерес до використання в газових сенсорах чутливих до дії різних газів полімерних плівок у зв'язку із їх кращою технологічністю, простотою синтезу і використання, нижчою собівартістю, а в ряді випадків і кращими експлуатаційними параметрами. Особливого значення набувають полімерні матеріали завдяки безпечності і низькій собівартості, що дозволяє використовувати їх для потреб малого бізнесу і побутових цілей (холодильники, склади, мініцеlexи з виробництва харчових продуктів). Важливо, щоб інформаційний сигнал такого сенсора міг би сприйматись людиною візуально (наприклад, за зміною кольору). У цьому плані перспективними є сенсори на основі спряжених полімерів із власною електронною провідністю, які поєднують у собі оптичні і електричні властивості напівпровідників із гнучкістю, термопластичністю і легкістю полімерів.

Спряжені полімери – це хімічно активні сполуки, і їхні оптичні властивості змінюються в залежності не тільки від окисно-відновного стану, а під впливом хімічних речовин. Взаємодія хімічних речовин з полімером відбувається за участю водневих, донорно-акцепторних чи інших видів хімічної взаємодії, причому така взаємодія може перебігати оборотно. Зміна оптичних

спектрів, яка при цьому відбувається, придатна для виготовлення оптичних сенсорів різноманітного призначення. Оптичне поглинання сенсорних плівок спряжених полімерів під дією газів можна розглянути на прикладі поведінки плівок поліаніліну (ПАН) в газовому середовищі аміаку. Відома чутливість оптичного сигналу **спряжених полімерів**, у тому числі ПАН та його похідних, до дії полярних газів (аміаку, діоксиду азоту, фосфіну) та випарів органічних розчинників – ацетону, спирту, бензолу та інших.

1. Особливості оптичного поглинання плівок поліаніліну при дії аміаку

Серед широкого класу **газових сенсорів аміаку**, таких як напівпровідникові, хімічні, електрохімічні, резистивні та інші, найперспективнішими видаються оптичні сенсори, а серед газочутливих матеріалів для них широко використовуються полімерні плівки на основі електропровідного спряженого поліаміноарену – **поліаніліну**. Серед відомих методів отримання плівок ПАН, таких як термічне напилення, електрохімічне осадження, осадження з розчинів полімерів та інших, для отримання відтворюваних газочутливих шарів особливо зручним є спосіб електрохімічного осадження, оскільки він дозволяє ефективно керувати властивостями плівок за рахунок технологічних параметрів. У наших дослідженнях формування плівок ПАН та його похідних проводили при кімнатній температурі у скляній електрохімічній комірці, де робочим електродом слугували скляні пластинки ($10 \times 20 \times 2$ мм) з прозорим провідним покриттям (SnO_2 або ІТО), протиелектродом була платинова сітка. Плівки ПАН осаджували із 0,1 М розчину аніліну або іншого мономеру у 0,5 М розчині сульфатної кислоти при густинах струму $0,05\text{--}0,20 \text{ мА} \cdot \text{см}^{-2}$ протягом часу 2–10 хв. Такий спосіб нанесення дозволив нам в широких межах варіювати складом, топологією, товщиною та іншими параметрами синтезованих шарів і ефективно їх оптимізувати, а також досягнути високої стабільності і відтворюваності для різних партій синтезу. Відновлення газочутливості сенсорних плівок досягалось шляхом їх короткочасової експозиції у водному розчині 0,5 М сульфатної кислоти, промиванням дистильованою водою та висушуванні у струмені сухого повітря протягом 3–5 хв. Простота способу дозволяє прогнозувати його майбутнє практичне використання для створення реверсивних газочутливих елементів.

Спектри оптичного поглинання плівок ПАН отримували за допомогою модифікованого двопроменевого оптичного спектрометра Spesord M400 при наступних параметрах вимірювання: спектральний діапазон – 200...900 нм, ширина щілини – 1 нм, час інтегрування – 1 с, крок сканування – 1 нм, швидкість записування – 10 нм/с. Для вимірювання оптичних спектрів сенсорних плівок в атмосфері аміаку була використана герметична кварцова камера об'ємом 50 см^3 , куди подавався необхідний об'єм газу (аміаку). Всі вимірювання проводили за температури $293 \pm 1 \text{ К}$. Аналіз результатів здійснювали з використанням стандартної кореляційної програми, при якій у всьому діапазоні вимірювання відносна похибка не перевищувала 1,5 %.

У процесі електрохімічного осадження сенсорних плівок ПАН з розчинів мономеру у протонних кислотах відбувається низка фізико-хімічних процесів, пов'язаних із перенесенням електрона на межі електрод–розчин, окисненням мономера з формуванням катіон-радикалів аніліну, хіноїдна ізомеризація й окисне сполучення котрих приводять до утворення спряжених полімерних ланцюгів та формування електропровідного полімерного шару. Утворення полімера є бімолекулярною реакцією, ускладненою гетерогенними умовами росту ланцюга, коли продукт реакції, утворений в приелектродному шарі, не розчиняється у реакційному середовищі і утворює плівку на поверхні електроду. Висока електронна провідність ПАН дозволяє синтезувати на електроді плівку практично будь-якої товщини. Утворений полімерний шар має яскраво-зелене забарвлення, властиве кислотно-легованій формі ПАН – солі емеральдину, морфологія поверхні якої показана на рис. 5. Дослідження отриманих плівок за допомогою атомно-силової мікроскопії (АСМ) і статистичний аналіз отриманих зображень дали змогу встановити, що структура поліаніліну у тонкому шарі є глобулярною, а розмір глобул не перевищує 100 нм. Глобули рівномірно упаковані в поверхневому шарі, який має розвинену поверхню, що сприяє адсорбційній здатності полімера.

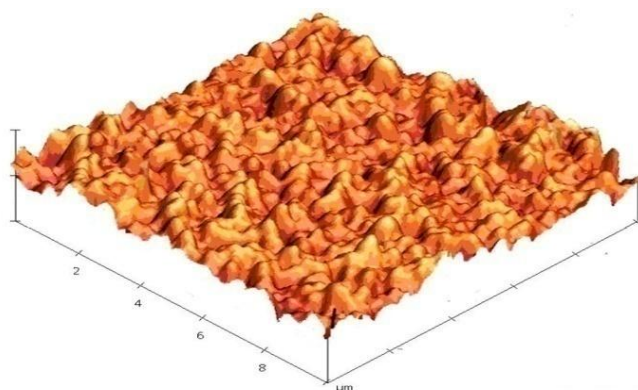


Рис. 5. АСМ зображення поверхні плівки ПАН, отриманої на SnO_2 електроді електроосадженням з 0,1 М розчину аніліну у 0,5 М розчині сульфатної кислоти. Товщина плівки 300 нм

Отримані плівки ПАН різних товщин (від 0,3 до 2,2 мкм), характеризуються наявністю смуг оптичного поглинання у видимій області спектру (450...700 нм) і характерного поглинання у ближній ІЧ області (700...900 нм). Залежність інтенсивності поглинання від енергії переходів наведена на рис. 6.

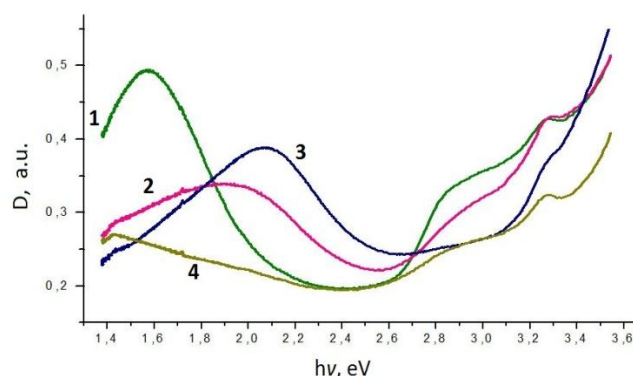


Рис. 6. Спектральні залежності інтенсивності оптичного поглинання плівок поліаніліну до (1) і після контакту з аміаком протягом 1 хв. (2), 5 хв. (3) та після обробки розчином кислоти (4), $P_{\text{NH}_3} = 6,2 \text{ Па}$

Особливістю цих плівок є наявність в їхніх спектрах смуги поглинання з максимумом при 1,7 еВ (рис. 6, крива 1), яка є сумою різних електронних переходів, як в бензохіноїдному ланцюзі, так і в поляронній та біполяронній зоні. Крім того, в спектрах спостерігаються смуги при $E = 2,91$ і $3,28$ еВ, характерні для ПАН і пов'язані, відповідно, з поглинання катіон-радикалами в імінохіноїдних структурах поліаміноарену та π - π^* переходом у спряженій ароматичній системі.

При контакті з аміаком виникає нова смуга з максимумом близько 2,07 еВ і одночасно зменшується інтенсивність смуг при 1,57 і 2,91 еВ. Наявність **ізобестичної точки** (довжини хвилі, при якій оптичне поглинання не змінюється під дією газу) біля 2,71 еВ свідчить, що смуга при $\lambda = 2,07$ еВ виникає внаслідок взаємодії аміаку з протонованими атомами нітрогену, заряд яких делокалізований по ланцюгу спряження і компенсований аніонними допантами, з утворенням нового нестабільного комплексу. При взаємодії з розчином кислоти цей комплекс руйнується, про що свідчить зникнення вказаної смуги та поява поглинання при 1,57 еВ.

Кінетика змін оптичного поглинання плівок ПАН під впливом аміаку засвідчує, що основні зміни оптичних властивостей відбуваються вже в перші секунди дії газу.

Підсумовуючи, можна констатувати, що під дією аміаку в оптичних спектрах поліаніліну відбувається поява нової смуги поглинання з максимумом при 2,07 еВ і одночасне зменшення інтенсивності смуг при 1,57 і 2,91 еВ. Зростання нової смуги поглинання відбувається в основному за рахунок зменшення поглинання центрів з енергією 1,57 еВ, що підтверджується наявністю ізобестичної точки при 2,71 еВ. Враховуючи сказане, показана можливість підвищення чутливості сенсорів аміаку на основі ПАН при вимірюванні змін оптичного поглинання при 570 нм відносно поглинання при 800 нм. Окрім цього, одночасна пряма і обернена зміна поглинання на різних довжинах хвиль підвищує достовірність результатів і селективність газочутливості плівок, а наявність ізобестичних точок в околі 1,9 та 2,7 еВ гарантує селективність плівок ПАН, оскільки вони можуть бути реперними точками відсутності чутливості до аміаку. Реверсивність змін оптичного поглинання і можливість його відновлення дозволяє створювати газочутливі плівки для багаторазового використання.

2. Інтенсифікація процесів відновлення газочутливих плівок

Як було зазначено, часткове відновлення властивостей плівок ПАН, зокрема, оптичного поглинання після дії аміаку, досягається шляхом їх короткочасної (5–20 с) експозиції у водному розчині 0,5 М сульфатної кислоти, промиванням дистильованою водою та висушуванням у струмені сухого повітря протягом 3 – 5 хв., а також шляхом їх нагрівання.

Процеси відновлення початкових оптичних властивостей плівок ПАН з метою їх багаторазового використання в газових сенсорах повинні, окрім ефективної регенерації плівок, забезпечувати їх максимальну практичну придатність і технологічність. З цієї точки зору описане вище відновлення властивостей плівок ПАН шляхом експозиції в розчині сульфатної кислоти не є оптимальним, оскільки потребує додаткових операцій, матеріалів і витрат.

Нами запропоновано проводити процес відновлення оптичних властивостей газочутливих плівок ПАН без використання додаткових матеріалів та з мінімальними витратами. Основними чинниками регенерації плівок при цьому є процеси нагрівання та продування повітрям. Відновлення властивостей плівок ПАН здійснювали шляхом продування повітрям за допомогою стандартного вентилятора з потужністю 75 Вт в температурному діапазоні 20...130 °С. Простота способу дозволяє прогнозувати його майбутнє практичне використання для створення реверсивних чутливих елементів для газових сенсорів.

Дослідження показали, що процес відновлення покращується із збільшенням температури. Очевидно, при нагріванні плівок ПАН, які попередньо адсорбували аміак, інтенсифікується десорбція газу із руйнуванням нестабільних донорно-акцепторних комплексів аміаку з поліаніліном. Для визначення оптимальної температури регенерації досліджуваних плівок, вивчено залежність реверсивних змін їхнього оптичного поглинання від температури процесу відновлення на довжині хвилі 600 нм, тобто в тій області спектру, де спостерігалися максимальні зміни поглинання (рис. 7).

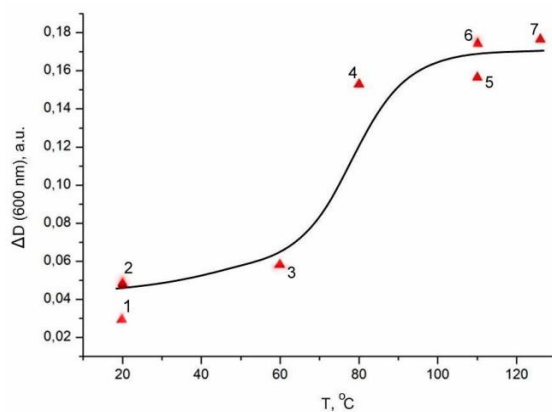


Рис. 7. Зміна оптичного поглинання плівок ПАН на довжині хвилі 600 нм через 10 хв. після попереднього витримання в присутності аміаку ($P_{NH_3} = 6,2$ Па, 5 хв.) для різних умов відновлення: 1 – на повітрі без продування при 20 °С, після 10 хв. продування повітрям при температурі 20 °С (2), 60 °С (3), 80 °С (4), 110 °С (5,6), 126 °С (7)

Продування повітрям суттєво інтенсифікує вказані процеси відновлення, про що свідчить порівняння точок 1 і 2. З рис. 7. також видно, що в області температур 70...80 °С відбувається значне стрибкоподібне посилення процесів регенерації плівок ПАН, а при подальшому зростанні температури ці зміни відносно стабілізуються, про що свідчить псевдостационарна ділянка кривої при $T > 80$ °С. Така залежність дозволяє стверджувати, що оптимальне значення температури для відновлення чутливих елементів оптичних газових сенсорів на основі плівок ПАН становить 80 °С, оскільки при подальшому зростанні температури зміни не перевищують декількох відсотків.

Вказаний спосіб регенерації газочутливих сенсорних елементів зручний для практичного використання, оскільки для продування поверхні плівки використовується та ж система, що і для нагнітання газу при аналізі, тільки вже в умовах відносно чистого атмосферного повітря. А для низькотемпературного нагріву зручно використати прозоре провідне покриття SnO₂, яке слугувало робочим електродом в процесі синтезу газочутливих плівок ПАН. Ескіз такого чутливого елемента газового сенсора зображений на рис. 8.

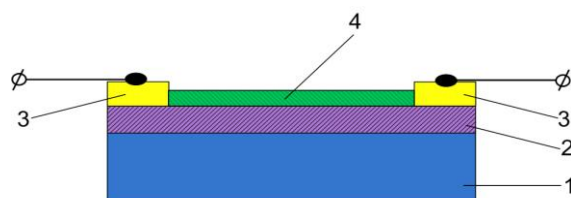


Рис.8. Чутливий елемент оптичного газового сенсора: 1 – скляна підкладка, 2 – шар SnO₂, 3 – металеві електроди, 4 – шар ПАН

Для можливості нагрівання, по краях провідного прозорого шару SnO₂ (рис. 8, 2) наносять вузькі смужки (1...2 мм) низькоомних металевих контактів (рис. 8, 3), наприклад, із почергово напилених шарів Cr–Cu–Ni, які забезпечують рівномірне по всій поверхні SnO₂ проходження струму нагрівання. Таким чином, не виймаючи чутливий елемент із вимірювальної комірки сенсора можна проводити відновлення фізичних властивостей газочутливих плівок ПАН, забезпечуючи при цьому багатократну реверсивність. Наші дослідження показали, що кратність ефективного відновлення складає не менше 10² циклів.

Таким чином, продування повітрям поверхні плівок ПАН суттєво інтенсифікує процеси відновлення їх оптичних властивостей, а нагрівання чутливого елемента газового сенсора на основі плівок ПАН з одночасним продуванням повітрям зумовлює їх ефективну регенерацію і забезпечує багатократну реверсивність роботи сенсора.

3. Сенсори візуального контролю газових середовищ

Для реєстрації сенсорного відгуку застосовуються методи обробки сигналу, що складаються з оптичних та електронних систем. Такі системи часто бувають складними і дорогавартісними, що частково гальмує широке застосування оптичних сенсорів. Для експрес-контролю свіжості харчової продукції в умовах її зберігання і переробки (склади, гуртівні, холодильники) необхідно створити чутливі системи, зміни в яких можна би було визначити візуально, наприклад, за зміною кольору, без застосування пристроїв реєстрації оптичного сигналу.

Для виготовлення чутливого елемента візуального сенсора контролю свіжості харчових продуктів нами застосовано метод електрохімічної полімеризації розчинів аміноаренів на поверхні скла, вкритого електропровідним шаром SnO_2 (поверхневий опір 40 Ом/см^2) при густині струму $0,1 \text{ мА/см}^2$ протягом 15 хв. Конструкція запропонованого індикатора показана на рис. 9.

При контакті плівки поліаміноарену з аміаком відбувається різка зміна не тільки оптичного поглинання, але й кольору плівки. У початковий момент плівка має інтенсивний зелений колір і зберігає його впродовж усього терміну зберігання при умові свіжості харчового продукту.

При порушенні термінів зберігання або підозрілій свіжості продуктів, візуально спостерігається зміна забарвлення індикатора з зеленого на синє, як показано в табл. 4. При цьому встановлено, що візуальний сенсор реагує на початкові моменти порушення свіжості, поріг його чутливості становить $0,01 \text{ кПа}$. Зміна кольору сенсора є наслідком впливу газу на електронну структуру спряженого полімеру і, відповідно, оптичного поглинання.

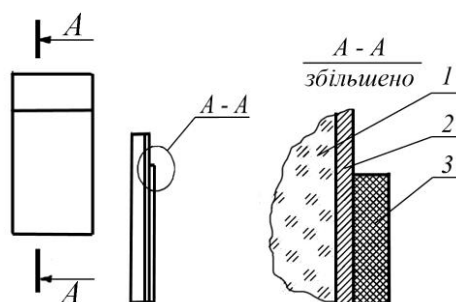


Рис. 9. Конструкція кольорового індикатора свіжості харчових продуктів: 1 – прозора підкладка, 2 – електропровідний шар, 3 – плівка чутливої речовини

Таблиця 4. Візуальні кольорові зміни сенсора для контролю свіжості продуктів

Чутливий шар полімера	Парціальний тиск аміаку, кПа		
	0	0,01 – 0,10	> 0,1
Поліанілін (ПАН)	Зелений	Темно-синій	Світло-синій
Поліанізидин (ПоА)	Зелено-синій	Фіолетовий	Бордовий
Політолуїдин (ПоТІ)	Зелений	Синьо-зелений	Світло-синій
Якість продукту	Свіжий	Несвіжий	Зіпсований

Рівень депротонування полімерного ланцюга стає пропорційним парціальному тиску аміаку, адсорбованому полімерною плівкою, що супроводжується загальним зменшенням оптичного поглинання. Відновлення властивостей індикатора здійснюють шляхом його промивання у водному розчині сульфатної кислоти та воді, що займає 10–20 секунд, або продуванням теплим повітрям. При цьому колір плівки відновлюється до яскраво-зеленого, і такий індикатор придатний до повторного використання. Використання плівок на основі похідних ПАН дає змогу значно розширити набір кольорів такого індикатора. Приклади візуальних змін для різних індикаторних речовин наведені у табл. 4.

Нами встановлено, що за наявності навіть малих кількостей аміаку (1 Па), який утворюється при порушенні свіжості протеїновмісних продуктів, колір індикатора різко

змінюється – з яскраво-зеленого на синій (у випадку ПАН і ПоПІ) та з зелено-синього до фіолетового у випадку ПоА. Якщо свіжість продукту погіршується, виділення аміаку інтенсифікується і плівка набуває блідо-синього (ПАН, ПоПІ) або бордового кольору (ПоА).

Перевагами запропонованого індикатора є велика контрастність зміни кольору, безпечність для людини, легке відновлення властивостей і багаторазове використання. Водночас, для контролю свіжості запакованих продуктів в умовах масового споживання (супермаркети), важливо мати можливість отримати гнучку індикаторну плівку безпосередньо на упаковці або під упаковкою товару, вартість якої незначно впливала би на кінцеву ціну та унеможлиблювала б фальсифікацію показників свіжості.

Контрольні запитання

1. Які хіміко-біологічні процеси супроводжують порушення свіжості та якості продуктів харчування?
2. Які гази виділяються при погіршенні свіжості та якості харчових продуктів?
3. Як змінюється білок в процесі зберігання та оброблення продуктів харчування?
4. Охарактеризуйте фізико-хімічні процеси взаємодії газів із поверхнею твердого тіла.
5. Які переваги і перспективи газових сенсорів при контролі якості харчових продуктів?
6. Охарактеризуйте основні параметри газових сенсорів.
7. Особливості та переваги оптичних газових сенсорів.
8. Перспективи газової сенсорики у розпізнаванні запахів.
9. Особливості оптичного поглинання плівок поліаніліну при дії аміаку.
10. Опишіть способи вдосконалення газових сенсорів на основі плівок поліаміноаренів.
11. Охарактеризуйте сенсори візуального контролю газових середовищ.

Додаток. Макет оптичного експрес-індикатора для виявлення різних газів

На кафедрі загальнотехнічних дисциплін виготовлено діючий **макет газового експрес-індикатора**, призначений для виявлення різних газів та газових сумішей в навколишньому середовищі чи досліджуваній зоні повітря або робочої атмосфери, зображеного на рисунку 1.



Рис 1. Макет оптичного експрес-індикатора для виявлення різних газів

Робота індикатора базується на зміні оптичних властивостей газочутливої полімерної плівки під дією шуканого газу чи газової суміші. Пристрій працює на принципі вимірювання оптичного пропускання чутливої плівки, прозорість якої змінюється залежно від концентрації шуканого газу в повітрі. Матеріал і технологія виготовлення чутливого елементу підбирається в залежності від складу аналіту (шуканого газу).

Проведення індикації. Вмикають індикатор за допомогою тумблера Т (рис. 2, табл. 1), при цьому постійна електрична напруга 9 В від елемента живлення (акумулятора А) подається на вентилятор В, світлодіод S1, фотодіод ФД, підсилювач Д1 та компаратори D2 – D4 (див. принципову електричну схему на рис. 2). За допомогою змінного резистора R4 виставляють нулевий рівень індикації, тобто поріг відкривання компараторів D2 – D4 і при цьому загоряється зелений світлодіод S2.

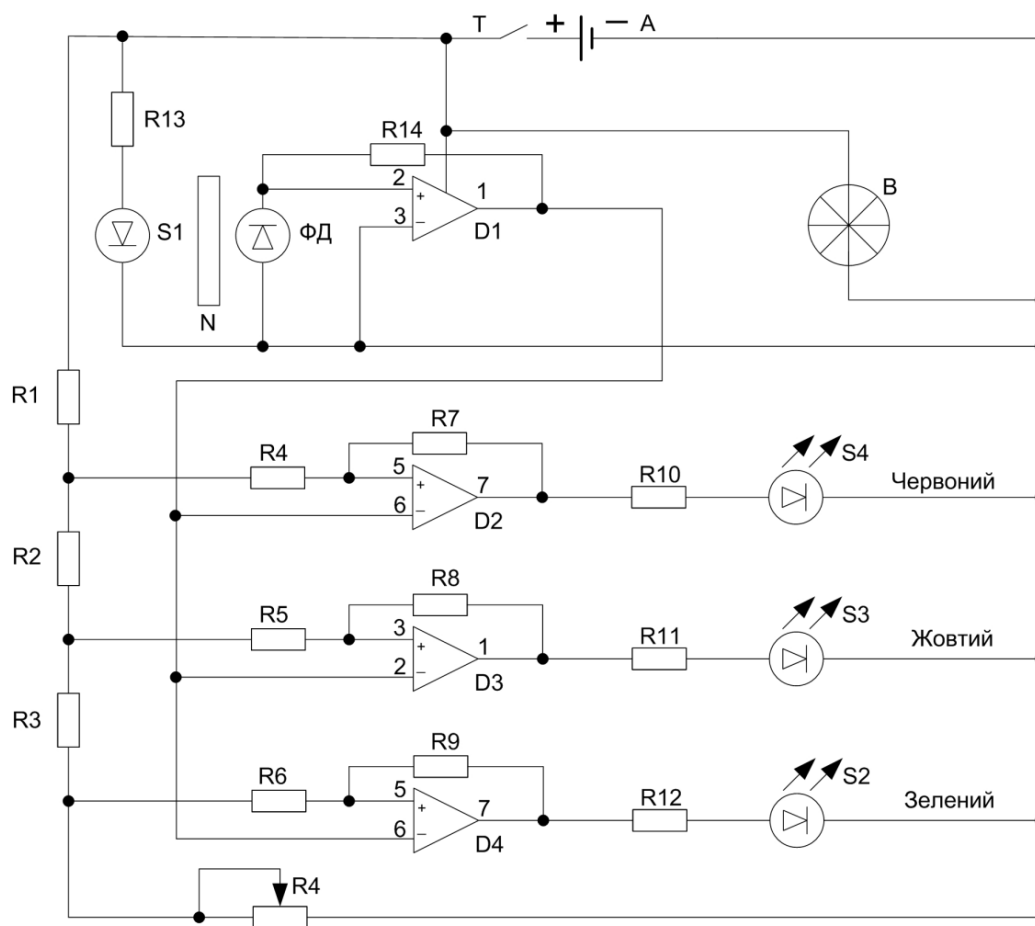


Рис. 2. Принципова електрична схема газового експрес-індикатора

Увімкнений індикатор поміщають в досліджувану зону, після чого вентилятор В втягує молекули наявних в цій атмосфері газів і вони контактують з поверхнею індикаторної плівки N. При наявності в досліджуваній атмосфері шуканого газу на який налаштований прилад, чутлива до цього газу органічна полімерна плівка змінює своє оптичне поглинання, що фіксується оптоелектронною парою світлодіод – фотодіод.

Для вимірювання оптичного пропускання газочутливої плівки використовуються випромінювальний світлодіод S1 і приймальний фотодіод ФД, які розташовані один навпроти одного. Між ними поміщають індикаторну плівку N, чутливу до присутності шуканого газу (наприклад аміаку) в повітрі.

Сигнал з фотодіода підсилюється підсилювачем D1. Підсилений сигнал поступає на входи трьох компараторів D2, D3, D4. Опорні напруги компараторів виділяються на подільниках R1, R2, R3 і різняться за величиною. В результаті зростання сигналу на фотодіод, що зумовлено зміною оптичного пропускання газочутливої плівки, по чергові відкриваються компаратори і загоряються індикаторні світлодіоди S3 та S4. Таким чином в наслідок зміни параметрів фотоприймача змінюється струм живлення сигнальних кольорових світлодіодів і прилад **зеленим кольором** інформує про відсутність шуканого газу (або його рівень, нижчий за поріг чутливості приладу), **жовтим кольором** інформує про наявність шуканого газу, а **жовтим і червоним** – про його підвищений вміст.

Основні характеристики експрес-індикатора (широкий інтервал експлуатаційних параметрів забезпечуються підбором матеріалів і технологій):

Чутливість – 30...70 мА/Па (або 0,05...0,2 В/Па, чи (1...2 % Т)/Па для $\lambda = 490...610$; 780...900 нм).

Поріг чутливості – 0,1...1 Па.

Межа чутливості – 50...100 Па.

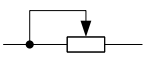
Швидкодія – 0,1...5 с.

Час релаксації – 3...20 с.

Кількість циклів спрацювання $> 10^3$.

Споживна потужність – 1...2 Вт.

Таблиця 1. Специфікація принципової схеми газового експрес-індикатора

№ п\п	Назва елемента схеми	Позначення на схемі	Марка елемента схеми
1	2	3	4
1.	Елемент живлення (акумулятор постійного струму) 9 В	A 	6LF22 9V Alkaline MN 1604
2.	Вимикач (тумблер)	T 	MT-1
3.	Вентилятор 12 В, 0,9 Вт	B 	CPU Cooler DC 12V, 0,9 W
4.	Компаратори (підсилювачі)	D1-D4 	LM 358
5.	Інфрачервоний світлодіод	S1 	АЛ107А
6.	Зелений, жовтий і червоний світлодіоди	S2-S4 	АЛ307А,Б,С
7.	Фотодіод	ФД 	ФД 611
8.	Змінний резистор 47 КОм	R4 	СПЗ-4 47 К

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
9.	Постійні резистори 10 КОм	R1, R4, R5, R6 —□—	МЛТ-0,25 10 К
10.	Постійні резистори 100 Ом	R2, R3, R10, R11, R12 —□—	МЛТ-0,25 100
11.	Постійні резистори 100 КОм	R7, R8, R9, R14 —□—	МЛТ-0,25 100 К
12.	Постійний резистор 2,2 КОм	R13 —□—	МЛТ-0,25 2,2 К

Електронна схема індикатора дозволяє задавати значення порогу його чутливості (перехід від зеленого сигналу індикатора до жовтого) та порогу підвищеного вмісту індикаторного газу (загорання додатково до жовтого ще і червоного сигнального світлодіоду) в широких межах, в залежності від потреб (вимог) контролю.

Необхідна чутливість, селективність, швидкодія та інші параметри індикатора забезпечуються підбором матеріалу і технології виготовлення газочутливого елементу. Реверсивність індикатора (відновлення властивостей чутливого елемента) забезпечується короткочасовим (3...20 с в залежності від концентрації газу) продуванням тим же вентилятором, який втягує шуканий газ.

Рекомендована література

Базова

1. Ткаченко О. Б., Каменева Н. В., Тітлова О. О. та ін. Основи сенсорного аналізу харчових продуктів : навч. посіб. Одеса : Гельветика, 2020. 304 с.
2. Гладкий Ф. Ф. та ін. Сенсорний аналіз харчових продуктів : підручник. Харків : Технологічний центр, 2018. 131 с.
3. Б. Ціж, О. Аксіментьєва, Р. Голяка, М. Чохань. Газові сенсори для аналізу харчових продуктів : монографія. Львів : СПОЛОМ, 2021. 236 с.
4. Б. Ціж, О. Аксіментьєва, М. Чохань. Сенсорний аналіз харчових продуктів: навч. посіб. Львів : Піраміда, 2019, 221 с.
5. О. Аксіментьєва, Б. Ціж, М. Чохань. Сенсори контролю газових середовищ у харчовій промисловості та довікллі : монографія. Львів : Піраміда, 2018, 282 с.
6. Чохань М. І. Основи сенсорного аналізу : лабор. практи. Львів: ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького, 2014, 34 с.

Допоміжна

1. Сенсорний аналіз харчових продуктів [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. Упоряд. О. В. Олабоді. Київ : Нац. ун-т харч. технол., 2020. 106 с.
2. Патент №26256, Україна, МПК7 G01N 33/02; G11B 11/00. Індикатор свіжості продуктів тваринництва. Чохань М.І., Ціж Б.Р., Аксіментьєва О.І., Польовий Д.О.; заявл. 10.05.2007;

опубл. 10.09.2007р., Бюл. № 14.

3. Tsizh B. R., Horbenko Yu. Yu., M. Dzeryn, Aksimentyeva O. I. Combined polymer sensitive elements for gas sensors. *Molec. Cryst. & Liq. Cryst.* 2021. Vol. 716, № 1. P. 112-122.
4. Чохань М. І. Основи сенсорного аналізу. Тестові завдання. Львів: ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького, 2014. 42 с.

10. Інформаційні ресурси

1. Львівська національна наукова бібліотека України імені В. Стефаника. URL: <http://www.lsl.lviv.ua>
2. Наукова бібліотека Національного університету «Львівська політехніка».
3. Вісник Національного університету «Львівська політехніка».
4. http://ibhb.chnu.edu.ua/uploads/images/analytchem/Syllabusy/Vybirkovi_HT/new/VB_14%20Сенсорний%20аналіз.pdf
5. http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/32109/1/Sensory_analysis.pdf