

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко,
Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова**

**ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК
ТА КОСМЕТИЧНИХ ПРОДУКТІВ**

*Затверджено Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського,
як підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю
161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми
«Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Резензенти: Півоваров О. А., д-р техн. наук, проф.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Курмакова І. М. д-р техн. наук, проф.
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка

Відповідальний редактор Прокопенко В. А., д-р техн. наук, проф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 30.06.2020 року)

Електронне мережне навчальне видання

*Воробйова Вікторія Іванівна
Чигиринець Олена Едуардівна
Пилипенко Тетяна Миколаївна
Хрокало Людмила Анатоліївна
Єфімова Вероніка Гаріївна*

ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ТА КОСМЕТИЧНИХ ПРОДУКТІВ

Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові данні (1 файл: 3.6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 345 с.

Розглянуто фізико-хімічні та сенсорні методи аналізу харчових добавок, смакових сумішей, та косметичної продукції, що ґрунтуються на принципах регламенту належної виробничої практики, стандартів операційного контролю основних параметрів якості, системи ідентифікації небезпечних чинників. Висвітлено основні групи харчових добавок, їх класифікація, регламентація технічного аналізу.

Для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок».

©В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець,
Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова
© КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК	8
1.1. Гармонізація регламентів використання харчових добавок в Україні за міжнародними вимогами	10
1.2. Основні документи, які регламентують використання харчових добавок в Україні. Концептуальні положення «Кодексу Аліментаріус» та їх реалізація в національному законодавстві України	12
1.3. Основні принципи і методи технічного аналізу	24
1.3.1. Методи та види технічного аналізу	24
1.3.2. Відбір та підготовка проб до технічного аналізу	26
1.3.3. Підготовка проб до аналізу. Підсушування, подрібнення. Вилучення розчинних компонентів з твердих і пластичних матеріалів	32
1.4. Використання інструментальних методів під час оцінювання якості харчових добавок	38
1.4.1. Характеристика фізичних методів оцінювання якості	38
1.4.2. Характеристика хімічних методів аналізу	82
1.4.3. Фізико-хімічні методи аналізу	87
1.4.4. Електрохімічні методи дослідження	105
1.5. Використання органолептичних методів під час оцінювання якості харчової продукції	107
1.5.1. Основні відомості про органолептичну оцінку	108
1.5.2. Методи органолептичного оцінювання	112
1.5.3. Методи сенсорного аналізу	120
Питання до самоконтролю	122
2. АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО ПОЛІПШУЮТЬ ЗАБАРВЛЕННЯ, СМАК І АРОМАТ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	124
2.1. Харчові барвники: класифікація, властивості	124
2.1.1. Класифікація барвників за природнім походженням	131
2.1.2. Технічний аналіз барвників натуральних, синтетичних та фіксаторів кольору	149

2.1.2.1. Методи аналізу натуральних барвників	149
2.1.2.2. Аналіз основних показників якості синтетичних азобарвників	152
2.1.2.3. Аналіз основних показників якості триарилметанових барвників	161
2.1.2.4. Аналіз основних показників якості хінолінових барвників	165
2.1.2.5. Аналіз основних показників якості індигоїдних Барвників	166
2.1.2.6. Аналіз кольорокоректуючих матеріалів і аналіз їх якості	167
2.2. Ароматизатори та смакові добавки. Класифікація ароматизаторів	170
2.2.1. Аналіз основних показників якості ароматизаторів	177
2.3. Підсилювачі смаку та аромату	182
2.4. Підсолоджувачі	183
Питання до самоконтролю	189
3. АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ КОНСИСТЕНЦІЮ ПРОДУКТІВ, ЗМІНЮЮТЬ СТРУКТУРУ Й ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	190
3.1. Загусники і гелеутворювачі речовини	190
3.2. Стабілізатори	200
3.3. Емульгатори	212
Питання до самоконтролю	215
4. АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО СПРИЯЮТЬ ЗБІЛЬШЕННЮ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ТА ПОЛЕГШУЮТЬ ПЕРЕБІГ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	216
4.1. Аналіз показників якості консервантів	216
4.2. Аналіз показників якості антиоксидантів, ущільнювачів (рослинних тканин), отверджувачів, вологоутримувачів	226
Питання до самоконтролю	238
5. ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ	239
5.1. Технічний регламент	240
5.2. Аналіз якості виробів косметичних рідких	243

5.3. Парфумерні композиції і парфумерні рідини	247
5.4. Косметичні засоби піномийного призначення	249
5.4.1. Шампуні. Піни для ванн. Гелі для душу	249
5.4.2. Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. Бальзами косметичні. Ополіскувачі. Маски косметичні	253
5.5. Аналіз фізико-хімічних властивостей мила і вимоги до їх якості	258
5.6. Технічний аналіз косметичних кремів та виробів косметичних для макіяжу на жировосковій основі	263
5.7. Аналіз косметичних виробів для макіяжу порошкоподібних та компактних	266
Питання до самоконтролю	271
ЛАБОРАТОРНІ РАБОТИ	272
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ	272
АНАЛІЗ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ	279
АНАЛІЗ ЯКОСТІ КИСЛОТИ НІКОТИНОВОЇ	286
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ТІАМІНУ ХЛОРИДУ	290
АНАЛІЗ ЯКОСТІ СУБСТАНЦІЇ САХАРИНУ РОЗЧИННОГО	295
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ (Е 300)	301
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ХАРЧОВОГО АРОМАТИЗАТОРА	306
АНАЛІЗ ЯКОСТІ СИНТЕТИЧНОГО ХАРЧОВОГО БАРВНИКА	311
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЧЕРВОНОГО НАТУРАЛЬНОГО ХАРЧОВОГО БАРВНИКА	315
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЧЕРВОНОГО СИНТЕТИЧНОГО АЗОБАРВНИКА ПОНСО 4R	319
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТИТРОВАНОЇ КИСЛОТНОСТІ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ТА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	325
ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	331
АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАТРІЮ ГІДРОКАРБОНАТУ	333
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	337

ВСТУП

Економічне зростання будь-якої галузі промисловості неможливе без розвитку та вдосконалення контролю технологічних процесів. Особливо важливим є цей контроль у тих галузях, де постійно створюються нові продукти із заданими властивостями, а саме у виробництві харчових добавок, продуктів харчування та косметичних засобів. Через це економічні показники підприємств залежать від покращення якості готової продукції, яка, в свою чергу, залежить від якості сировини, напівфабрикатів та допоміжних матеріалів. Проведення технічного аналізу в процесі виробництва харчових добавок та косметичних засобів об'єднує систематичний і правильно виконаний контроль сировини, що дає можливість не допускати відхилень фізико-хімічних властивостей продукції, яка повинна відповідати вимогам технічної документації.

У технічному аналізі використовуються теоретичні закономірності хімічних, фізико-хімічних і фізичних методів визначення якісного і кількісного складу сировини та готового продукту, а також органолептичне оцінювання (сенсорного аналізу). Якість харчових продуктів та косметичних засобів зазвичай залежить не тільки від харчової цінності чи косметичного ефекту, але й від органолептичних властивостей, які суттєво впливають на споживчу здатність та дозволяють визначати як сприймається цей продукт та його якість споживачем. Найбільш повно можна судити про якість продукту, враховуючи їх фізичні властивості, які корелюють з хімічним складом та сенсорним профілем. В останні десятиріччя опубліковано підручники «Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы», «Пищевые добавки. Энциклопедия» (2012), «Применение пищевых добавок, практические применения» (2005), «Применение пищевых добавок в индустрии напитков» (2007). Безумовно, в них достатньо вдало викладено загальні відомості та рекомендації щодо застосування в харчовій або косметичній промисловості барвників, консервантів, підсолоджувачів,

антиокислювачів, емульгаторів, загусників, гелеутворювачів, смакоароматичних, технологічних і інших добавок. Наведено проблеми, пов'язані з аналізом деяких видів сировини, основних хімічних компонентів готової харчової і косметичної продукції, реологію, мікробіологічним контролем, оптимізацією продукту при введенні функціональних добавок до харчового або косметичного продукту. Однак не достатньо уваги приділено аналізу якості харчових добавок відповідно до їх технологічного призначення та класифікації «Кодексу Аліментаріус», щоб узагальнило та уніфікувало б аналіз якості харчових добавок для різних видів промисловості. Разом з тим, оскільки більшість видань є закордонними, в них не наведено нормативно-правова база та гармонізація регламентів використання харчових добавок в Україні з міжнародними вимогами, для косметично-парфумерної промисловості відповідності виробництва продукції принципам належної виробничої практики. Ці питання розглянуто у запропонованому підручнику.

Підручник «Технічний аналіз продуктів харчування та косметичних засобів» є основою методичного забезпечення дисципліни «Технічний аналіз харчових продуктів та косметичних засобів» під час вивчення її студентами, які навчаються за спеціальністю 161. Хімічні технології та інженерія, освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок».

1. ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Безпека продукції та сировини є однією з вирішальних складових економічної безпеки кожної держави й визначається спроможністю країни ефективно контролювати виробництво й ввезення безпечного та якісного продовольства на загальновизнаних у світі засадах. Ця сфера діяльності у суспільстві має надзвичайно важливі гуманітарний, соціальний, економічний і політичний аспекти. Більше того сучасні промислові підприємства не можуть досягти високих техніко-економічних показників без організації технічного контролю виробництва на всіх його стадіях. Технічний контроль виробництва включає в себе контроль якості продукції і перебігу технологічного процесу для запобігання браку і забезпечення встановленого стандартами і технічними умовами якості виробів, що випускаються. Для цього контрольними операціями на підприємствах є: перевірка якості сировини, що поступає на підприємство, а також напівфабрикатів; якість кінцевих продуктів, технологічних режимів виробничого процесу. Харчові продукти, достатньо складні за хімічним складом, мають певні властивості, які в сукупності визначають якість продукції. Існуючі сьогодні методи оцінювання якості продуктів часто суб'єктивні й потребують досконалості. Знання про фізичні властивості продуктів необхідні для проектування машин і апаратів, тому необхідно суворо дотримуватися методики вимірювання та досліджень цих властивостей.

Здебільшого можна судити про якість продукту (харчового, косметичного), враховуючи їх фізичні властивості, які корелюють з хімічним складом. При цьому характеристики сировини обумовлюють основні показники готових продуктів.

Технічний аналіз – сукупність хімічних, фізико-хімічних і фізичних методів випробувань, що застосовуються для визначення відповідності вихідної сировини, зокрема, і харчові добавки (ХД), матеріалів і готової продукції встановленим нормам, а також для стадійного контролю технологічного процесу виробництва.

Харчова добавка – речовина, яка зазвичай не вважається харчовим продуктом або його складником, але додається до харчового продукту з технологічною метою в процесі виробництва та у результаті стає невід’ємною частиною продукту (термін не включає речовини, додані до харчових продуктів для поліпшення їх поживних властивостей).

Харчовий продукт – речовина або продукт (неперероблений, частково перероблений або повністю перероблений), призначена для споживання людьми. До харчових продуктів належать напої (зокрема вода питна), жувальна гумка та будь-яка інша речовина, що спеціально внесена до харчового продукту під час виробництва, підготовки або оброблення. Якщо стандарти відсутні, то якість визначають тимчасовими технічними умовами, які затверджують на підприємстві. Технічні умови – документ, затверджений оператором ринку, де визначено технічні вимоги до харчових продуктів та/або процесів їх виробництва.

Особливу увагу технічному аналізу (ТА) приділяють у хімічній промисловості. Методи технічного аналізу повинні забезпечувати необхідну точність для подальшого технологічного процесу, давати відтворювані результати та бути продуктивними і не складними у виконанні. Відповідно до міжнародного стандарту ISO8402 якість товару – це сукупність властивостей і характеристик товару, продукції, які визначають ступінь здатності задовольнити встановлені передбачені потреби. Таким чином, технічний аналіз також направлено на оцінку відповідності сировини, матеріалів і готової продукції встановленим нормам, тобто визначення якості.

Сімейство стандартів ISO 9000, перерахованих нижче, було розроблено з метою надання допомоги організаціям усіх видів і розмірів під час впровадження та забезпечення функціонування ефективних систем менеджменту якості:

– ISO 9000 описує основні положення систем управління якістю та встановлює термінологію для систем управління якістю;

– ISO 9001 встановлює вимоги до систем менеджменту якості для тих випадків, коли організація повинна продемонструвати можливість виготовляти продукцію, яка задовольняє вимоги замовника та встановленим до неї обов'язковим вимогам, і спрямований на підвищення задоволеності споживачів;

– ISO 9004 містить рекомендації щодо підвищення результативності та ефективності системи управління якістю та призначений для поліпшення діяльності організації та підвищення задоволеності споживачів та інших зацікавлених сторін;

– ISO 19011 містить методичні вказівки щодо проведення аудиту (перевірки) систем менеджменту якості та охорони навколишнього середовища.

Цей комплекс стандартів системи менеджменту якості призначений для поліпшення взаєморозуміння в національній та міжнародній торгівлі.

1.1. Гармонізація регламентів використання харчових добавок в Україні за міжнародними вимогами

Процес інтеграції України до розвивається в напрямі гармонізації вітчизняного законодавства з міжнародним, адаптації національних стандартів безпечності харчової продукції до світових вимог. Слід зазначити, що основною розбіжністю у вітчизняному і європейському законодавстві є ставлення до таких категорій як якість і безпечність продукту. Безпека

харчової продукції та продовольчої сировини є однією з вирішальних складових економічної безпеки кожної держави й визначається спроможністю країни ефективно контролювати виробництво й ввезення безпечного та якісного продовольства на загальновизнаних у світі засадах. Ця сфера діяльності у суспільстві має надзвичайно важливі аспекти: гуманітарний, соціальний, економічний і політичний.

Основним документом, використання харчових добавок є Регламент Європейського парламенту та Ради (ЄС) № 1333/2008 від 16 грудня 2008 року, в якому зазначено, що вільний рух безпечних і здорових харчових продуктів є істотним аспектом внутрішнього ринку та значно сприяє здоров'ю та добробуту громадян і їх соціальним і економічним інтересам. Високий рівень захисту людського життя та здоров'я має забезпечуватись політикою Співтовариства.

Цей Регламент замінює попередні Директиви та Рішення стосовно харчових добавок, дозволених до використання в продуктах харчування, для забезпечення ефективного функціонування внутрішнього ринку, забезпечуючи високий рівень захисту здоров'я людини та високий рівень захисту споживачів, захищаючи інтереси споживачів, всебічними і налагодженими процедурами. Регламент узгоджує використання харчових добавок у харчових продуктах у Співтоваристві. Це включає використання харчових добавок у харчових продуктах, яке охоплюється Директивою Ради 89/398/ЄС від 3 травня 1989 року про наближення законів держав-членів, пов'язаних із продуктами харчування, призначеними для особливих дієтичних потреб, і використання певних харчових барвників для маркування м'яса та оздоблення і маркування яєць. Харчові добавки є речовинами, які звичайно не споживають як їжу, а додають до харчових продуктів з технологічною метою, описаних у цьому Регламенті, як, наприклад, консервування харчових продуктів. Усі харчові добавки мають охоплюватись Регламентом, і тому в світлі наукового прогресу та технологічного розвитку список функціональних класів має оновлюватись. Проте речовини не повинні

вважатись харчовими добавками, якщо їх використовують для надання аромату і/або смаку або для харчових цілей, як, наприклад, замітники солі, вітаміни та мінерали. Крім того, речовини, що вважаються харчовими продуктами і які можуть використовуватись для технологічних функцій, такі як натрій хлорид або шафран для забарвлення та харчові ферменти, також не мають підпадати під сферу застосування цього Регламенту. Проте препарати, отримані з харчових продуктів та інших матеріалів із натуральних джерел, призначені для технологічного впливу на готовий продукт, і які отримані селективним екстрагуванням складових (наприклад, пігментів), відносно поживних або ароматичних складових, вважаються добавками в розумінні цього Регламенту. І нарешті, харчові ферменти охоплюються Регламентом (ЄС) № 1332/2008 Європейського парламенту і Ради від 16 грудня 2008 року про харчові ферменти, що виключає застосування цього Регламенту. Речовини, які не споживають самі по собі як їжу, а використовують цілеспрямовано при обробці харчових продуктів, містяться у вигляді залишків у готовому продукті та не мають технологічного впливу на готовий продукт (технологічні добавки), не повинні охоплюватись цим Регламентом.

1.2. Основні документи, які регламентують використання харчових добавок в Україні. Концептуальні положення «Кодексу Аліментаріус» та їх реалізація в національному законодавстві України

Основними документами, які регламентують використання харчових добавок в Україні є:

- Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів». Згідно зі статтею 30 цього Закону використання харчових добавок у виробництві харчових продуктів та у харчових продуктах, що знаходяться в обігу, дозволяється після їх реєстрації центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я. Харчові добавки заносяться до відповідного реєстру

за зверненням виробника та/або продавця (постачальника) або за рекомендацією Національної комісії України з Кодексу Аліментаріус на підставі затверджених головним державним санітарним лікарем України санітарно-епідеміологічних нормативів стосовно рівня включень таких харчових добавок у певних видах харчових продуктів та висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи. Харчова добавка дозволяється до використання в Україні за умов, якщо: існує в ній обґрунтована технологічна необхідність і ця мета не може бути досягнута іншими технологічно доступними засобами; харчова добавка не являє собою небезпеки для здоров'я споживача на пропонованому рівні використання, що може бути встановлено на підставі доступних наукових доказів; харчова добавка не вводить споживача в оману. Порядок реєстрації харчових добавок встановлюється центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.

- Закон України “Про ратифікацію Протоколу про вступ України до Світової організації торгівлі” від 10 квітня 2008 року 250-VI. Згідно з Конституцією України і Законом “Про міжнародні договори України” цей документ є частиною чинного національного законодавства України. Протоколом про вступ України до СОТ та Угодою про використання санітарних та фітосанітарних заходів визначено, що всі члени цієї організації базують свої санітарні та фітосанітарні заходи на міжнародних стандартах.

Основними документами міжнародного та європейського законодавства у сфері використання харчових добавок є:

- Загальний стандарт Кодексу на харчові добавки “CODEX GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES” Codex Stan 192-1995.

- Регламент ЄС № 1331/2008 Європейського Парламенту та Ради від 16 грудня 2008 року, що встановлює спільну дозвільну процедуру для харчових добавок, харчових ферментів та ароматизаторів.

Порівняльний аналіз української нормативної бази щодо вмісту харчових добавок у харчових продуктах ускладнений тим, що в Регламенті

ЄС № 1333/2008 і Codex Stan 192-1995 використовується система категорій харчових продуктів, які мають чіткі визначення. В українських нормативних документах вказано конкретні назви харчових продуктів, які не завжди можна ідентифікувати з категоріями харчових продуктів, визначених міжнародним законодавством. Система категорій харчових продуктів – це метод класифікації, який поширюється на всі харчові продукти. Коди категорій харчових продуктів не є їх юридичними визначеннями і не призначені для цілей нанесення торгівельних ярликів.

Система категорій харчових продуктів ґрунтується на таких принципах:

– ієрархічність, тобто коли добавка дозволяється для використання у загальній категорії, то вона дозволена до використання і в усіх її підкатегоріях, якщо не вказане інше. Подібним чином, коли добавка дозволяється для використання у певній підкатегорії, вона дозволена для використання і у подальших підкатегоріях або в окремих продуктах харчування, вказаних у підкатегорії;

– за основу беруться назви виробів або харчових продуктів, під якими ці продукти реалізуються, якщо не вказане інше;

– принцип переходу, тобто у системі категорій харчових продуктів не потрібно окремо вказувати складені продукти харчування (наприклад готові блюда, такі як піца, через те, що вони можуть містити у пропорційній кількості всі добавки, дозволені для використання в їхніх компонентах), за винятком випадків, коли в складному продукті харчування необхідна добавка, не дозволена для використання в будь-якому з його складових.

У Регламенті ЄС 1333/2008 вказані обмеження щодо продажу деяких харчових добавок кінцевим споживачам, а саме: продаж барвників E 123, E 127, E 160b, E 173 та E180 не може здійснюватися кінцевому споживачеві. Крім того, в цьому документі наведено перелік харчових барвників, які можуть використовуватись у формі лаків (E 100 куркумін, E 102 тартазин, E 104 хіноліновий жовтий, E 110 жовтий “сонячний захід”, E 120 кармін,

Е 122 азорубін, Е 123 амарант, Е 124 Понсо 4R, Е 127 еритрозин, Е 129 спеціальний червоний АС, Е 131 патентований синій V, Е 132 індигокармін, Е 133 діамантовий синій FCF, Е 141 мідні комплекси хлорофілів, Е 142 зелений S, Е 151 діамантовий чорний PN, Е 155 коричневий НТ, Е 163 антоціани, Е 180 літолрубін ВК). Ці положення Регламенту ЄС 1333/2008 можуть бути прийняті в українському документі.

У регламенті ЄС 1333/2008 зазначено переліки харчових продуктів, в яких не дозволяється присутність харчової добавки або барвника внаслідок принципу перенесення. Згідно з принципом перенесення наявність харчової добавки може бути дозволена у складі багато інгредієнтних харчових продуктів, якщо дозволена її присутність в одному з інгредієнтів цього харчового продукту, а також у його складі, якщо харчова добавка була перенесена в харчовий продукт в результаті додавання в нього харчової добавки, харчового ферменту або харчового ароматизатора і якщо вона не виконує технологічної функції в готовому харчовому продукті. В регламенті наведено перелік продуктів, що не підлягають забарвленню "СанПіН по застосуванню харчових добавок, та затверджених Наказом МОЗ України № 222 від 23.03.1996 р. Частина С Додатку 2 Регламенту ЄС 1333/2008 вводить поняття груп харчових добавок (табл. 1.1.). Прийняття цієї системи дає змогу полегшити користування таблицею, яка наводить сферу та умови використання харчових добавок(дивись додаток I, частина С).

Група I: Харчові добавки, дозволені "quantum satis".

Група II: Барвники, дозволені "quantum satis".

Група III: Барвники з комбінованим максимальним рівнем використання (максимальний рівень відноситься до кожного з них окремо або до їх комбінації).

Група IV: Поліюли.

Група V: Інші харчові добавки, які можуть нормуватись в комбінації між собою (Е 200-203: сорбати (SA); Е 210-213: бензоати (BA); Е 200-213: сорбати + бензоати (SA+BA), Е200-219: сорбати + бензоати +

парагідроксибензоати (SA+BA+PHB); E 200-203; 214-219: сорбати + парагідроксибензоати (SA+PHB); E 214-219: парагідроксибензоати (PHB); E 220-228: сульфіти; E 249-250: нітрити; E 251-252: нітрати; E 280-283: пропіонати; E 310-320: галлати; E 338-341, E 343 та E 450-452: фосфати; E 355-357: адипати; E 432-436: полісорбіти; E 473-474: сахарогліцериди; E 481-482: стеароїл-2-лактилати; E 491-495: ефіри сорбітану; E 520-523: алюміній сульфати; E 551-553: силікати; E 620-625: глутамати; E 626-263: рибонуклеотиди).

Таблиця 1.1 - Харчові продукти, в яких не допускається присутність добавки за принципом перенесення, викладеним у пункті (а) частини 1 статті 18 Регламенту (ЄС) № 1333/2008

1	Неперероблені харчові продукти, як зазначено в статті 3 Регламенту (ЄС) № 1333/2008
2	Мед, як зазначено в Директиві Ради 2001/110/ЄС
3	Неемульговані олії та жири тваринного або рослинного походження
4	Масло
5	Неароматизоване пастеризоване та стерилізоване (включаючи ультрависокотемпературну обробку) молоко та неароматизовані прості вершки (за винятком вершків зі зниженою жирністю)
6	Неароматизовані кисломолочні продукти без термічної обробки після ферментації
7	Неароматизована маслянка (за винятком стерилізованої маслянки)
8	Натуральна мінеральна вода, як зазначено в Директиві 2009/54/ЄС Європейського Парламенту та Ради, джерельна вода та будь-яка інша вода, розлита в пляшки або упакована
9	Кава (за винятком ароматизованої швидкорозчинної кави) та екстракти кави
10	Неароматизований листовий чай
11	Цукри, як зазначено в Директиві Ради 2001/111/ЄС
12	Сухі макаронні вироби, за винятком безглютенних або призначених для гіпопротеїнових дієт, відповідно до Директиви 2009/39/ЄС Європейського Парламенту та Ради

Україна може доповнити цей перелік своїми традиційними харчовими продуктами, в яких забороняється використання певних харчових добавок.

Додаток 5 Регламенту ЄС 1333/2008 відповідає стандартам Кодексу щодо маркування харчових продуктів, Технічного регламенту Митного союзу, а також вимогам українського Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів (Наказ № 487 від 28.10.2010 р. Державного Комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики). Цей додаток надає перелік харчових барвників, для яких маркування харчових продуктів повинно містити додаткову інформацію.

Виробництво харчових добавок у світі має тенденцію до безперервного кількісного і якісного зростання: в Азії на 10 ... 15 %, у США на 4,4 %, в країнах Європи – на 12 %. Вільний рух безпечних і здорових харчових продуктів є істотним аспектом внутрішнього ринку та значно сприяє здоров'ю та добробуту громадян і їх соціальним і економічним інтересам як в нашій країні так і за кордоном. Беручи до уваги високий рівень захисту людського життя та здоров'я в Україні має забезпечуватись політика Співтовариства з іншими державами. Тому з метою забезпечення ефективного функціонування внутрішнього ринку, забезпечуючи при цьому високий рівень захисту здоров'я людини та високий рівень захисту споживачів, включаючи захист інтересів споживачів, за допомогою всебічних і добре налагоджених процедур розроблено РЕГЛАМЕНТ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ ТА РАДИ (ЄС) № 1333/2008 від 16 грудня 2008 року про харчові добавки.

Цей Регламент узгоджує використання харчових добавок у харчових продуктах. Він включає використання харчових добавок у харчових продуктах, яке охоплюється Директивою Ради 89/398/ЄС від 3 травня 1989 року про наближення законів держав-членів, пов'язаних із продуктами харчування, призначеними для особливих дієтичних потреб, і використання певних харчових барвників для маркування м'яса та оздоблення і маркування яєць. Він також узгоджує використання харчових добавок у харчових добавках і харчових ферментах, таким чином гарантуючи їх безпеку та якість

і полегшуючи їх зберігання та використання. Це раніше на рівні Співтовариства не регулювалось.

Харчові добавки – це дозволені Міністерством охорони здоров'я України хімічні речовини та природні сполуки, які окремо не вживаються як харчові продукти або компоненти їжі і зазвичай не використовуються в якості типового інгредієнта харчових продуктів, незалежно від того, має воно харчову цінність чи ні, і навмисне додавання якого в харчові продукти для якої-небудь технологічної (у тому числі органолептичної) цілі при виробництві, переробці, обробці, упаковці, фасуванні, транспортуванні або зберіганні таких харчових продуктів призводить або в розумних межах ймовірності може призводити (прямо чи опосередковано) до того, що ця речовина або її побічні продукти стають компонентом таких харчових продуктів або як-небудь інакше впливають на їх характеристики. Цей термін не включає «контамінантів» («забруднюючих речовин») або речовин, що додаються в їжу для підтримки або поліпшення харчових якостей.

Харчові добавки мають відповідати ухваленим специфікаціям для точного визначення харчової добавки, де входить походження, та описувати прийнятні критерії чистоти. Ці речовини не вважаються харчовими добавками:

(1) моносахариди, дисахариди або олігосахариди та продукти харчування, які містять ці речовини, що використовуються заради їх підсолоджувальних властивостей;

(2) продукти харчування у висушеній або в концентрованій формі, що містять ароматизатори, включені при виробництві складених продуктів харчування, через їх ароматичні, смакові або поживні властивості разом із вторинним забарвлюючим ефектом;

(3) речовини, що використовуються в покривних або захисних матеріалах, які не є частиною продуктів харчування та не призначені для споживання разом із цими продуктами харчування;

(4) пектинмістятьчі продукти, отримані з висушених яблучних вичавків або кірки цитрусових, або айви, або з їх суміші шляхом дії розбавленої кислоти з подальшою частковою нейтралізацією солями натрію або калію (рідкий пектин);

(5) основи жувальних гумок;

(6) білий або жовтий декстрин, термічно оброблений або декстринований крохмаль, крохмаль, модифікований кислотною або лужною обробкою, знебарвлений крохмаль, фізично модифікований крохмаль і крохмаль, оброблений амілолітичними ферментами;

(7) амоній хлорид;

(8) плазма крові, їстівний желатин, гідролізати білка та їх солі, молочний білок і глютен;

(9) амінокислоти та їх солі, крім глютамінової кислоти, гліцину, цистеїну і цистину та їх солей, що не мають технологічного призначення;

(10) казеїнати та казеїн;

(11) інουλін;

(12) «технологічна добавка» означає будь-яку речовину, котра:

(13) не споживається як їжа сама по собі;

(14) цілеспрямовано використовується при обробці сировини, продуктів харчування або їх інгредієнтів для досягнення певних технологічних цілей при обробці або переробці;

(15) може мати результатом ненавмисну, але технічно неминучу присутність у кінцевому продукті залишків речовини або її похідних за умов, що вони не спричиняють ризику для здоров'я та не мають ніякого технологічного впливу на готовий продукт;

(16) «функціональний клас» означає одну з категорій, встановлених у Додатку I на основі технологічної функції харчової добавки в продуктах харчування;

(17) «неперероблений продукт харчування» означає продукт харчування, що не зазнав жодної обробки, що призвела би до значної зміни

початкового стану продукту харчування; для цієї цілі вважається, що наступні види обробки не призводять до значної зміни: розділення, відокремлення, роз'єднання, обвалювання м'яса, пропускання через м'ясорубку, зняття шкіри, зрізання кірки, очистка від шкірки, перемелювання, рубання, очищення, обрізка, глибоке заморожування, заморожування, охолодження, подрібнення, очищення від лушпиння, пакування або розпакування;

(18) «продукт харчування без додавання цукрів» означає продукт харчування без:

19) будь-яких моносахаридів або дисахаридів;

(20) будь-якого продукту з вмістом моносахаридів або дисахаридів, який використовується через його підсолоджуючі властивості;

(21) «низькокалорійні продукти харчування» означає продукти харчування з калорійністю, зниженою принаймні на 30% у порівнянні з початковим продуктом харчування або з подібним продуктом;

(22) «столові підсолоджувачі» означає препарати дозволених підсолоджувачів, які можуть містити інші харчові добавки та/або харчові інгредієнти та які призначені для продажу кінцевому споживачу як замінювачі цукрів;

(23) «quantum satis» означає, що максимальний числовий рівень не вказано, і речовини мають використовуватись відповідно до належної виробничої практики в обсязі, не більшому, ніж необхідно для досягнення поставленої мети та за умов, що споживача не введено в оману.

У таблиці 1.2 наведено класифікацію харчових добавок за індексом «Е» (Європа або edible – їстівний). З таблиці видно, що згідно з європейською кодифікацією до вжитку рекомендовано понад 1000 харчових добавок (індекси Е 700 і далі, Е 800 і далі, Е 1200 і далі, Е 1300 і далі є запасними). Кожній харчовій добавці присвоєно цифровий три- або чотиризначний номер. Вони використовуються в сполученні з назвами функціональних класів харчових добавок, що відображають групу за технологічними

функціями. У таблиці 1.2. наведено харчові добавки, рекомендовані до використання в Україні.

Таблиця 1.2 - Класифікація харчових добавок за індексом Е

Індекс Е	Назва класу харчових добавок	Індекс Е	Назва класу харчових добавок
Е 100 і далі	Барвники	Е 900 і далі	Протипінні речовини
Е 200 і далі	Консерванти	Е 1000 і далі	Газуючі агенти
Е 300 і далі	Антиоксиданти	Е 1100 і далі	Ферменти
Е 400 і далі	Стабілізатори	Е 1200 і далі	Запасні індекси
Е 500 і далі	Емульгатори	Е 1300 і далі	Запасні індекси
Е 600 і далі	Посилювачі смаку і аромату	Е 1400 і далі	Модифікований крохмаль
Е 700 і далі	Запасні індекси	Е 1500 і далі	Спирти
Е 800 і далі	Запасні індекси		

Численні харчові добавки мають комплексні технологічні функції, які проявляються залежно від особливостей харчової системи. Наприклад, добавка Е 339 (натрій фосфати) може проявляти властивості регулятора кислотності, емульгатора, стабілізатора, комплексоутворювання і водозатримувального агенту.

Комісія з Codex Alimentarius виділяє ряд функціональних класів харчових добавок і їх визначень:

1. Регулятор кислотності. Харчова добавка, яка контролює кислотність або лужність їжі.
2. Антизлежувач. Зменшує тенденцію часток їжі прилипати один до одного.
3. Піногасник. Харчова добавка, яка запобігає або зменшує піноутворення.
4. Антиоксидант. Харчова добавка, яка подовжує термін зберігання продуктів, захищаючи від псування, що викликається окисненням.
5. Відбілювач. Харчова добавка (не використовується для борошна), використовувана для обезбарвлення їжі. Відбілювачі не включають пігменти.

6. Наповнювач. Харчова добавка, яка входить великою частиною в їжу, не вносячи значний внесок в енергетичну цінність.
7. Агенти газування. Харчова добавка використовується для забезпечення карбонізації в харчуванні.
8. Носій. Добавка використовується для розчинення, розведення, диспергації щоб полегшити обробку харчової продукції при застосуванні або використанні харчової добавки або поживної речовини.
9. Барвник. Добавка, яка додає або відновлює колір.
10. Фіксатор кольору. Харчова добавка, яка стабілізує, зберігає або підсилює колір їжі.
11. Емульгатор. Харчова добавка, яка формує або підтримує однорідність емульсії з двох або більше фаз в їжі.
12. Емульгуючі солі. Харчова добавка, яка у виробництві оброблених харчових продуктів взаємодіє з білками з метою запобігання відділення жиру.
13. Зміцнювальні агенти. Харчові добавки, які надають або зберігають тканини фруктів і овочів щільними і свіжими, взаємодіють з драглеутворюючими речовинами.
14. Підсилювач смаку. Харчова добавка, яка посилює існуючі смак і/або запах їжі.
15. Засоби обробки борошна. Харчова добавка, яка додається в борошно або тісто для поліпшення якості випічки або кольору.
16. Спінювач. Харчова добавка, яка дозволяє формувати і підтримувати рівномірний розподіл газової фази в рідку або тверду їжу.
17. Гелеутворюючі речовини. Харчова добавка, яка текстурує продукт харчування шляхом утворення гелю.
18. Глазурувальні агенти. Харчова добавка, яка при нанесенні на зовнішню поверхню харчового продукту надає блискучого вигляду і забезпечує захисне покриття.
19. Зволожувач. Харчова добавка, яка зберігає їжу від висихання.

20. Вакуумне пакування продуктів в газовому середовищі.
Харчова добавка, яку вводять в контейнер до, під час або після заповнення їжею з метою захисту, наприклад, від окиснення або псування.
21. Консервант. Харчова добавка, яка подовжують термін зберігання їжі, захищаючи від псування, що викликається мікроорганізмами.
22. Пропілент. Харчова добавка (газ), яка видаляє їжу з контейнера.
23. Розпушувач. Харчова добавка або комбінації харчових добавок, які виділяють газ і тим самим збільшують об'єм тіста.
24. Речовина, що підсилює екскрецію. Харчова добавка, яка контролює наявність катіонів.
25. Стабілізатор. Харчова добавка, яка дозволяє підтримувати однорідну дисперсію двох або більше компонентів.
26. Підсолоджувач. Харчова добавка (крім цукру моно-або дисахаридів), яка надає солодкий смак їжі.
27. Загущувач (загусник). Харчова добавка, що збільшує в'язкість їжі.

Питання до самоконтролю

1. Дайте визначення поняттю «Харчова добавка», «Технологічна речовина».
2. На які основні групи ділять харчові добавки?
3. Що таке цифрова кодифікація харчових добавок і які цілі її введення?
4. Охарактеризуйте окремі групи харчових добавок?
5. Як визначають показники безпечних доз харчових добавок?
6. Технічне регулювання харчових добавок.
7. Підтвердження відповідності: декларування, сертифікація.
8. Що передбачають основні цілі введення харчових добавок?
9. Які основні технологічні класи харчових добавок?
10. Наведіть основні документи, які регламентують використання харчових добавок.

1.3. Основні принципи і методи технічного аналізу

1.3.1. Методи та види технічного аналізу

З позицій властивостей, що визначаються інструментальними методами, дослідження можна умовно розділити на фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні та фізіологічні. Основними методами в технічному аналізі є **хімічні методи**, що дозволяють проводити випробування з високою точністю. В основі хімічного аналізу лежать специфічні для досліджуваної речовини кількісні або якісні хімічні реакції з певними реагентами.

Фізичні методи. Засновані на вивченні структурно-механічних, оптичних та електричних властивостей, за допомогою яких можна визначити структуру, стан і концентрацію окремих компонентів продукту. Фізичні методи аналізу відрізняються великою продуктивністю і дозволяють всебічно охарактеризувати склад і властивості продуктів та їх безпеку. За допомогою фізичних методів визначають відносну щільність і питому масу, температуру плавлення і твердіння, показник заломлення світла, механічну стійкість і міцність, еластичність і пористість, наявність домішок та інші показники.

Фізико-хімічні. Методи застосовуються для кількісного визначення основних компонентів продуктів: вуглеводів, ліпідів, білків, мінеральних речовин, вітамінів. За допомогою *спектральних методів* визначають елементарний і молекулярний склад продуктів, у тому числі вміст мікро- і макроелементів, вітамінів А, К, В1, В. За допомогою *хроматографічних методів* визначають амінокислотний і жирно-кислотний склад продуктів, вміст летких органічних токсичних речовин – нітрозамінів, поліциклічних вуглеводів (поверхнево-активних речовин (ПАР)). За допомогою методу *ядерного магнітного резонансу (ЯМР)* можна визначати стан вільної та зв'язаної вологи в продуктах.

Біохімічні методи. Широко використовують при вивченні зміни якості продуктів при зберіганні або формування якості продуктів у процесі технологічної обробки. Наприклад, при регулюванні процесу зберігання плодів визначають інтенсивність їх дихання, при дозріванні м'яса і риби – глибину протікання процесів гідролізу і автолізу.

Мікробіологічні методи. Дозволяють визначати ступінь обсіменіння харчових продуктів мікроорганізмами, в тому числі золотистий стафілокок та ін.

Фізіологічні методи. Використовують при визначенні біологічної цінності та нешкідливості продуктів, ступеня засвоєння харчових речовин, їх реальної енергетичної здібності. У комплекс показників, що визначають харчову цінність харчових продуктів, входять органолептичні характеристики, які оцінюються за допомогою органів чуття: зору, нюху, смакових відчуттів і дотику.

Серйозна перевага органолептичних методів – можливість за короткий термін отримати уявлення про комплекс властивостей продукту, таких як зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенція та ін. Дані показники мають вирішальне значення при оцінці якості харчових продуктів.

Для кількісного вираження органолептичних властивостей продуктів застосовують систему *бальних оцінок*. Кожен бал відповідає певній умові якості, що характеризується словесним описом. Співставлення органолептичних показників кольору, запаху і консистенції з даними, отриманими за допомогою інструментальних методів визначення колірних характеристик, кількісних і якісних характеристик продукту, дозволяє виявити кореляційні залежності.

Арбітражні аналізи – являються контрольними аналізами. Проводяться вони третьою незацікавленою стороною при виникненні претензій споживача к постачальнику у результаті розбіжності результатів аналізу, що визначають якість продукції.

Експресні (швидкісні) – відрізняються швидкістю, їх проводять для внутрішньозаводського контролю і спостереження технологічних процесів.

1.3.2. Вибір та підготовка проб до технічного аналізу

При проведенні контролю якості сировини основним є технічний контроль, що означає перевірку відповідності продукції або технологічного процесу встановленим технічним вимогам.

У разі загального контролю перевіряють якість кожної одиниці продукції. Однак такий контроль вартісний, тому проводять вибіркового контролю, тобто контроль пробі з партії або потоку продукції.

При правильному проведенні вибіркового контролю результати вибіркової перевірки якості продуктів відносяться до всієї партії.

Партія – це певна кількість продукту одного найменування, способу обробки, сорту, виготовлену одним підприємством за зміну і оформлене одним документом, що засвідчує якість та безпечність продукції. У відповідності до нормативних документів від партії відбирають певну кількість із якої складають *вибірку*.

Вибірка – це певна кількість одиниць продукту, що відбирається за один прийом із однієї одиниці транспортної упаковки.

Якщо відбір проби відбувається від нештучної продукції (сипучої, рідкої або монолітної), то необхідно відбирати точкову пробу.

Точкова проба – це кількість продукту, відібраного з одного місця за один прийомі з партії продукту і необхідного для співставлення об'єднаної проби.

Об'єднана проба – сукупність окремих *вибірок* або *точкових* проб.

Технічний аналіз найчастіше починають з відбору та підготовки проби до аналізу. Для проведення аналізу беруть середню пробу, тобто невелику частину аналізованого об'єкта, середній склад і властивості якої повинні бути

ідентичні у всіх відношеннях середньому складу і властивостям досліджуваного об'єкта.

Середня проба – частина об'єднаної проби, що відібрана для лабораторних досліджень.

Порядок відбору проб для огляд або лабораторних досліджень встановлюється вимогами нормативно-технічної документації на кожен вид харчових продуктів. Відхилення від встановлених правил відбору проб для аналізу веде до отримання недостовірних результатів.

Розрізняють генеральну, лабораторну та аналізуючу пробу. Генеральна проба відбирається безпосередньо з об'єкта. Вона велика – 1 ... 50 кг, для деяких об'єктів (наприклад, мука) 0,5 ... 5 т. З генеральної проби шляхом скорочення відбирають лабораторну пробу (від 25 г до 1 кг).

Одну частину використовують для попередніх досліджень, іншу – зберігають для можливих арбітражних аналізів, третю – використовують безпосередньо для аналізу (проба що аналізується).

Самий точний аналіз неправильно взятої середньої проби створює невірне уявлення про склад і властивості аналізованого продукту. Тому взяття середньої проби є однією з найважливіших операцій при контролі якості сировини, матеріалів та готової продукції. Вирішальне значення має методика відбору середньої проби. Відбір проб проводять дуже ретельно. Технічні продукти, як правило не бувають однорідними. Тому відбір середньої проби і правильна її підготовка для аналізу мають виключно важливе значення.

При відборі проби необхідно враховувати:

- агрегатний стан об'єкту;
- неоднорідність матеріалу і розмір частинок, з яких починається неоднорідність;
- необхідна точність в залежності від задачі;
- можливість зміни об'єкта під час відбору проби.

Методи відбору проб для продуктів і матеріалів описується у стандартах і технічних умовах.

Відбір проб рідин. Середню пробу рідини беруть спеціальним пробовідбірником. Конструкція пробовідбірника залежить від типу рідини, що аналізується. Перед відбором проби необхідно впевнитись, що пробовідбірник чистий. Методи відбору проб і кількість проби, що відбирається, у кожному конкретному випадку визначається правилами ДСТУ і технічними умовами.

Відбір проби з невеликої тари. Часто приходиться проводити аналіз рідини, що знаходиться у сосудах невеликого об'єму (бідони і т.п.). У цьому випадку відбирають 10 ... 25 % загальної кількості місць, із кожного місця беруть однакову кількість рідини і змішують. Перед взяттям проби рідину у сосуді перемішують. Пробу відбирають за допомогою звуженої на кінці скляної трубки (діаметр 20 мм) або сифоном. Трубку повільно занурюють у рідину у вертикальному положенні, потім затиснувши її верхній отвір пальцем, виймають, проби виливають у приймач. Таким чином, проби відбирають з усіх тарних місць і змішують у приймачеві, з якого і беруть потім пробу для аналізу.

Для гомогенних рідин, які відрізняються однорідністю, спосіб відбору простий. Їх ретельно перемішують і беруть необхідний обсяг. Якщо не можна перемішати, беруть у різних точках. Використовують спеціальний пристрій – батометри (посудину об'ємом 1 ... 3 л з кришками, що закриваються зверху і знизу). Гетерогенні рідини відбирають за обсягом і за масою. Пробу гомогенізують або розшаровують. Гомогенізація досягається шляхом зміни температури, перемішування або вібрації. Для розшарування відбирають пробу з кожної фази пробовідбірником з великою кількістю вбираючих камер.

Відбір проб сипучої сировини. Сировина надходить на підприємство безтарним способом у залізничних вагонах, автомобільним транспортом, рідше водним транспортом (в баржах і танкерах). Вона може надходити на

виробництво також упакованою в мішки або ящики. Відбір проб часто необхідно проводити під час зберігання сировини на складах, а також у виробництві.

При механізованому вивантаженні сипучої сировини з вагонів або при одночасному розвантаженні декількох вагонів проби відбирають автоматичним пробовідбірником з потоку сипучої сировини або вручну перетином струменя сировини через рівні проміжки часу.

При ручному вивантаженні матеріалу з вагона спочатку вивантажують 1/4 частину матеріалу. З решти матеріалу відбирають елементарні проби конусним щупом. У вагоні вантажопідйомністю 16,5 ... 20 т пробу відбирають конусним щупом в п'яти точках: в чотирьох кутах вагону на відстані 50 ... 75 см від стінок і з середини вагона, у вагонах більшої вантажопідйомності – в одинадцяти точках.

Елементарні проби відбирають з кожної автомашини з сипучими продуктами конусним щупом в чотирьох кутах на відстані 50 см від бортів машини. У кожній з чотирьох точок проби відбирають з двох шарів: верхнього – на глибині 10 см від поверхні насипу і нижнього шару – у самого низу кузова автомашини (всього вісім проб).

При надходженні олійного насіння або інших сипучих продуктів у танкерах або баржах проби відбирають в ході їх розвантаження автоматичними пробовідбірниками або вручну шляхом перетину потоку продукту (по всьому перетину) через рівні проміжки часу (табл. 1.3).

Елементарні проби з розшитих мішків відбирають конусним щупом з верхнього, середнього і нижнього шарів. Кількість мішків, з яких повинні бути відібрані проби, залежить від кількості мішків у партії (табл. 1.4).

Відбір проби газів. Ступінь однорідності велика: неоднорідність на молекулярному рівні. Генеральна проба невелика. Пробу відбирають, вимірюючи об'єм за допомогою вакуумної мірної колби або бюретки з відповідною запірною рідиною, конденсують газ у пастках різного типу за низьких температур.

У замкнутій ємності (приклад: цех, кімната та ін.) пробу відбирають у різних точках в залежності від завдання, змішують або аналізують окремо.

У потоці газу використовують метод поздовжніх струменів і метод поперечних перерізів. Коли склад в потоці не змінюється, беруть у потоках.

Якщо склад часто змінюється в часі, то пробу усереднюють або аналізують окремо залежно від поставленого завдання.

Таблиця 1.3 - Розмір проби при відборі з танкерів і барж

Розмір продуктів	Маса партії, т	Проби, кг		
		Елементарна, кг	Генеральна, кг	Лабораторна, кг
Великий (пальмові ядра, горіхи та ін.)	До 500	1	До 200	6
Середній (ріпак, соя та ін.)	До 500	0,5	До 100	5
Малий (кунжут, гірчиця, ріпак та ін.)	До 500	0,5	До 100	2

Таблиця 1.4 - Відбір проб від партії сипучих продуктів

До 10 мішків..... Більше 10 (до 100 включно)..... Більше 10мішків.....	Із кожного другого мішка 5 мішків + 5 % від кількості мішків у партії 10 мішків + 5 % від кількості мішків в партії
---	---

Відбір проби твердих речовин. Оптимальна маса обумовлена неоднорідністю речовин, розміром частинок, вимогою до точності аналізу (табл. 1.5).

Наближена формула Річарда – Чеччота (1.1).

$$Q = K \times d^2, \quad (1.1)$$

де Q – маса проби (кг); d – найбільший діаметр частинок; K – емпіричний коефіцієнт від 0,02 до 1, що характеризує ступінь неоднорідності.

Таблиця 1.5 - Відбір проб від партії твердих продуктів

d (мм)	40 ... 50	25	10	5	3	2	1
Q (кг)	$3 \dots 50 \times$ (10^{-3})	10 ... 700	2 ... 100	0,5 ... 25	0,2 ... 10	0,1 ... 5	0,02 ... 1

Більш точна формула Бенедетті–Піхлера (1.2).

$$S_r = \sqrt{\left(\frac{1}{P_a}\right) \times \left(\frac{S_a}{s}\right) \times \left(\frac{1}{N}\right) \times \sqrt{\frac{1}{\omega}}} \quad , \quad (1.2)$$

де S_r – відносне стандартне відхилення, похибка; P_a – доля фази в об'ємі; S_a – густина об'єму і фази; ω – оптимальна маса проби; N – число частинок на 1 г матеріалу з діаметром d і густиною S .

1. *Відбір від цілого злитку, бруска (необхідно враховувати неоднорідність).* Враховуючи неоднорідність об'єкту його дроблять за умови, що речовини крихкі, або розпилюють через рівні проміжки.

2. *Відбір проби сипучих продуктів.* Відбір тим важчий, чим більш неоднорідний об'єкт, що аналізується. У пробі повинні бути представлені шматки різного розміру. Масу перемішують і пробу відбирають у різних частинах ємності і на різній глибині, використовуючи різні щупи – *пробовідбірники*. Після відбору генеральної проби проводять процес гомогенізації (подрібнення). Великі проби розбивають у машинах для подрібнення і млинах. Проби маленьких розмірів у ступках Абіха або Платнера. При подрібненні можливі втрати. Щоб уникнути цього, періодично просіюють частинки, а крупні розтирають окремо.

Усереднення (перемішування і зменшення проби). Перемішування проводять механічно в ємностях, перекочуванням із сторони в сторону на різних площинах, перемішуванням методом конуса і кільця.

Зменшення проби – процес багатостадійний, що включає повторне перемішування. Проба зменшується до розрахованої величини.

1.3.3. Підготовка проб до аналізу. Підсушування, подрібнення. Вилучення розчинних компонентів з твердих і пластичних матеріалів

Підготовка проб до аналізу передбачає виконання ряду робіт, що забезпечують сприятливі умови для визначення хімічного складу, фізичного стану, кількісного складу речовин та їхніх сполук. Вона може включати: підсушування або висушування, подрібнення, поділ різних речовин на компоненти. Важливою вимогою, що пред'являються до робіт з підготовки проб до аналізу, є неприпустимість будь-яких змін речовин, які підлягають аналізу. Методи підготовки проб харчових продуктів до аналізу можна умовно розділити на методи розділення, виділення і концентрування компонентів, а методи аналізу – на методи виявлення компонентів і їх кількісного визначення.

Підготовка проби – важливий етап проведення хімічних аналізів. Підготовка ділиться на три стадії: 1) висушування; 2) розкладання; 3) усунення впливу компонентів, що заважають.

Підсушування (висушування). Підсушування (висушування) зазвичай передує процесу подрібнення вологих матеріалів. Метою цієї роботи є збільшення крихкості матеріалу, а також доведення вмісту вологи до такого оптимуму, при якому забезпечується найбільш швидке і повне вилучення розчинних в гідрофобних розчинниках речовин.

Якщо потрібно провести аналіз вологого матеріалу, вміст вологи в якому не регламентується у відповідній методиці, то його підсушують до рівноважного повітряно-сухого стану, тобто до стану, коли матеріал не втрачає і не поглинає воду при даній відносній вологості повітря. Підсушування матеріалу до повітряно-сухого стану виконують за кімнатної температури в тонкому шарі на аркуші фільтрувального паперу, якщо матеріал знежирений, або на аркуші віконного скла, якщо матеріал жирний. Матеріал витримують на повітрі протягом 24 год, періодично перемішуючи

шпателем. Якщо матеріал дуже вологий і підсушується в непоміченому стані, то час підсушування збільшується. Коли для виконання аналізу потрібно зневоднений матеріал або матеріал, висушений до певної вологості, то для його отримання використовують різні апарати.

Сушильні шафи. Сушка проводиться підігрітим повітрям конвективним способом, тобто теплота передається до матеріалу, що висушується нагрітим повітрям методом конвекції.

Контактні сушильні пристрої. У цих апаратах теплота до матеріалу, що висушується, передається від нагрітої поверхні при безпосередньому зіткненні матеріалу з нею. Такі апарати можуть робити як за атмосферного тиску, так і при розрідженні.

Сублімаційні сушильні пристрої. Сушка проводиться при розрідженні. Залишковий тиск становить 13 ... 133 Па (0,1 ... 1,0 мм рт. ст.) При цьому тиску процес сушіння протікає при мінусовій температурі, коли вода перебуває у твердому стані, тобто у вигляді льоду, і випаровування відбувається без плавлення льоду – процес сублімації.

Сушильні пристрої з нагріванням об'єкта інфрачервоними променями. У цих апаратах теплота, необхідна для випаровування вологи, підводиться до матеріалу, що висушують, термовипромінюванням. Потік теплоти не тільки падає на поверхню матеріалу, але і проникає в його капіляри. Крім того, промені поглинаються матеріалом і багаторазово відбиваються від стінок апарату. Це дозволяє передати одиниці поверхні матеріалу більше теплоти, ніж при конвективному або контактному сушінні, і скоротити час висушування матеріалу до декількох хвилин.

Сушильні апарати із застосуванням струмів високої частоти. Прогрівання матеріалу відбувається одночасно і рівномірно по всій товщині його шару, що значно прискорює процес сушіння в порівнянні з іншими способами. При виборі сушильних апаратів та умов сушіння необхідно враховувати властивості та особливості висушуваного матеріалу. Речовини, що легко окиснюються на повітрі, необхідно підсушувати за зниженої

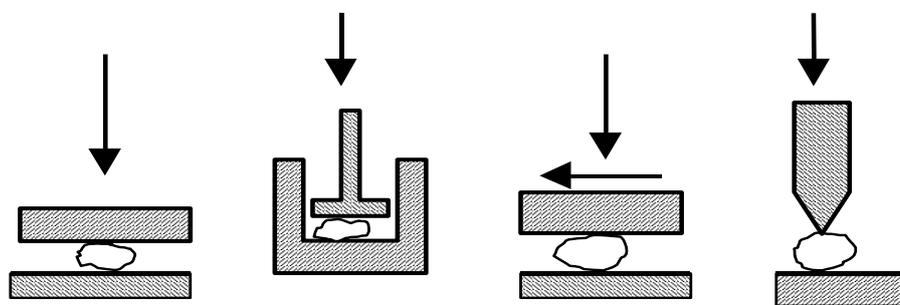
температури – у вакуум-сушарках, в сублимаційних сушарках або в сушарках в струмі азоту, карбон (IV) оксиду за температури не вище 60°C. Так, при сушінні матеріалів, що містять масло, може відбуватися досить інтенсивне окиснення масла.

За необхідності визначення в матеріалі цукрів, амінокислот і фракційного складу білкових речовин підсушування необхідно вести в м'яких температурних умовах для уникнення розвитку меланоїдинових реакції і денатурації білкових речовин.

Подрібнення. При виборі способу подрібнення необхідно забезпечити тонке подрібнення за найменшої зміни в подрібненому матеріалі речовин, що підлягають аналізу. Одним з факторів, що впливають на зміну аналізованих в подрібнювальному матеріалі речовин, є побічне виділення теплоти в процесі утворення нових поверхонь, яке може приводити до неприпустимого підвищення температури окремих частинок матеріалу. В окремих випадках в процесі подрібнення досліджуваного матеріалу небажано або навіть неприпустимо відділення рідкої фази.

Здатність матеріалу до подрібнення, може бути визначена як реакція матеріалу на механічні дії при подрібненні. Подрібненість матеріалу значною мірою визначається його твердістю і в'язкістю.

Залежно від умов докладання зусиль до матеріалу, який підлягає подрібненню, розрізняють такі способи подрібнення: роздавлювання, удар, стирання і розколювання (рис. 1.1).



Роздавлювання Удар Стирання Розколювання

Рис. 1.1. Схеми прикладання зусиль до частинок матеріалу при його подрібненні

Подрібнення шляхом роздавлювання і удару застосовують в основному до твердих матеріалів; шляхом роздавлювання і стирання – до в'язких, а шляхом розколювання – до крихких.

У більшості випадків процеси подрібнення здійснюються в апаратах або машинах, в яких поєднуються одночасно два або більше способів, наприклад стирання і удар, розчалування і стирання і т. п.

На практиці для подрібнення об'єктів дослідження використовують ряд спеціальних апаратів, пристосувань і машин, що працюють при об'єднанні різних способів докладання зусиль. За принципами дії ці пристрої можуть бути розбиті на наступні групи: ступки, дискові млини, фрезерувальні подрібнювачі, комбіновані млини, подрібнювачі в рідкому середовищі.

При виборі типу подрібнювального пристрою необхідно враховувати властивості та особливості подрібнювального матеріалу, а також призначення аналізу. При аналізі речовин, які можуть зазнавати зміни під впливом інтенсивних механічних і теплових впливів, необхідно застосовувати такі подрібнювачі, які не викликають сильного розігріву всієї маси матеріалу.

Необхідно мати на увазі, що при неправильному виборі подрібнювального пристрою може відбуватися досить інтенсивна зміна білкової фракції та інших лабільних компонентів, причому вплив теплового фактору в поєднанні з механічним впливом (внутрішнім тертям) є специфічним для білкових речовин з точки зору швидкості і напряму розвитку небажаних процесів.

Таким чином, для подрібнення олійного насіння та продуктів їх переробки в цілях визначення складу білкових речовин та інших лабільних сполук необхідно застосовувати подрібнювальні пристрої, що забезпечують тонке подрібнення при дуже короткочасних діях на матеріал. До числа таких подрібнювальних пристроїв слід віднести порцелянові, металеві та агатові ступки, а також комбіновані млини, які дозволяють отримати потрібну ступінь подрібнення матеріалу протягом 30 ... 40 с.

Для попереднього подрібнення кускових матеріалів доцільно застосовувати дискові млини, що відрізняються великою продуктивністю. Вони придатні для подрібнення крихких матеріалів з частинками великого розміру.

Роликові млини можна застосовувати для подрібнення олійної сировини для визначення в них вмісту жиру.

Фрезерні млини, поряд з комбінованими, придатні для подрібнення матеріалів, що складаються з компонентів різної структури (пластичних, твердих, волокнистих).

Подрібнювачі в рідкому середовищі застосовують у багатьох випадках аналітичної практики, в тому числі при визначенні активності ферментів в насінні, вмісту в них білків та ін.

Подрібнення відбувається у вертикальній посудині. У середині посудини розташований вертикальний вал, що обертається з частотою 4000 ... 8000 об/хв. Зазначений вал безпосередньо з'єднаний з електродвигуном. У нижній частині він забезпечений спеціальним ущільнювальним пристроєм для запобігання витікання рідини з посудини. На валу закріплені два ножі - ріжучий і перемішуючий. Посудина зверху закрита кришкою.

Вилучення розчинних компонентів з твердих і пластичних матеріалів. В залежності від призначення аналізу і властивостей об'єкта дослідження застосовують різні методи вилучення розчинних речовин. При виборі методу необхідно враховувати не тільки властивості речовини, що вилучається, але і каркасний матеріал, характер локалізації розчинного компонента, форми зв'язку його з матеріалом. Наприклад, гліцериди і супутні їм речовини в добре подрібненому насінні, макусі і шроту знаходяться в станах, різних за енергією зв'язку з гелевою частиною: в механічно утримуваному, в сорбційному, в стані хімічної пов'язаності водневими і більш міцними зв'язками.

Механічно і сорбційно утримувані ліпіди (вільні) можуть бути виділені з жиромісних об'єктів пресуванням (при досить високому їх вмісті) або

екстракцією розчинниками (при будь-якому вмісті). Пов'язані ліпіди можуть бути виділені з матеріалу лише спеціальними методами, вибраними залежно від міцності цих зв'язків. **Основними методами вилучення розчинних компонентів** з твердих і пластичних матеріалів є віджим, за допомогою розчинників та спеціальні прийоми добування розчинних компонентів.

Віджим. Фізична сутність процесу віджиму полягає у зближенні зовнішніх і внутрішніх поверхонь частинок матеріалу під дією зовнішніх механічних сил. В результаті із проміжків між поверхнями, що зближуються, відбувається вижимання ліпідів. Однак навіть при значному питомому тиску на поверхнях, що зближуються, все ж залишається деяка кількість гліцеридів і супутніх речовин, що сорбуються на поверхні частинок.

Слід пам'ятати, що зі збільшенням глибини добування ліпідів в них змінюється фракційний склад. Тому на підставі аналізу даних проб ліпідів не можна отримати правильне уявлення про дійсний вміст окремих груп ліпідів у вихідному матеріалі. Віджим можна здійснювати на гідравлічних або лабораторних шнекових пресах при питомому тиску від 10 до 200 МПа.

Вилучення розчинниками. Для вилучення деяких компонентів матеріалів, наприклад ліпідів з жировмісних об'єктів, можуть бути використані різні органічні розчинники: бензин, гексан, петролейний ефір, діетиловий ефір, ацетон, хлороформ та ін. Вибір розчинників залежить від властивостей видобутих компонентів і призначення аналізу. Так, наприклад, при вилученні ліпідів гідрофобні розчинники (петролейний ефір, гексан, бензин) витягують порівняно мало супутніх гліцеридів речовин, тобто інших груп ліпідів.

Хлоровані вуглеводи і діетиловий ефір витягують разом з гліцедами значно більше, ніж гідрофобні розчинники, вільних жирних кислот, фосфатидів, пігментів і т. п. Ацетон добре витягує гліцериди, вільні жирні кислоти і пігменти, але гірше всіх перерахованих розчинників – фосфатиди.

1.4. Використання інструментальних методів під час оцінювання якості харчових добавок

1.4.1. Характеристика фізичних методів оцінювання якості

Фізичні методи визначення якості харчових продуктів та косметичних засобів ґрунтуються на вивченні структурно-механічних, оптичних і електричних властивостей продукту. Ці властивості безпосередньо залежать від природи атомів і їх концентрації в речовині. Знаючи їх, можна визначити структури харчової продукції, стан і концентрацію речовин, що входять до її складу. Проте така класифікація умовна, іноді відсутня чітка межа між різними видами методів, один і той самий метод може одночасно належати до декількох видів.

До фізичних методів дослідження якості продукції відносяться спектральні, реологічні тощо.

Спектральні методи.

Під назвою спектральний аналіз ми розуміємо фізичний метод аналізу хімічного складу речовини, заснований на дослідженні спектрів випускання і поглинання атомів або молекул. Ці спектри визначаються властивостями електронних оболонок атомів і молекул, коливаннями атомних ядер в молекулах і обертанням молекул, а також впливом маси і структури атомних ядер на положення енергетичних рівнів; крім того, вони залежать від взаємодії атомів і молекул з навколишнім середовищем.

Різні типи спектрального аналізу слід розглядати з трьох точок зору.

1. За вирішуваними завданнями:

- *елементний*, коли встановлюється склад проби за елементами;
- *ізотопний*, коли встановлюється склад проби за ізотопами;
- *молекулярний*, коли встановлюється молекулярний склад проби;
- *структурний*, коли встановлюються всі або основні структурні складові молекулярної сполуки.

2. За методами, що застосовуються:

– *емісійний*, що використовує спектри випромінювання, головним чином атомів. Проте можливий емісійний аналіз і молекулярного складу. Особливим випадком емісійного аналізу є люмінесцентний аналіз.

– *абсорбційний*, що використовує спектри поглинання, головним чином молекул та їх структурних частин; можливий аналіз по спектрах поглинання атомів;

– *люмінесцентний*, що використовує спектри люмінесценції речовини, порушуваних головним чином ультрафіолетовим випромінюванням або катодними променями;

– *рентгенівський*, що використовує а) рентгенівські спектри атомів, що виходять при переходах внутрішніх електронів в атомах, б) дифракцію рентгенівських променів при проходженні їх через досліджуваний об'єкт для вивчення структури речовини;

– *радіоспектроскопічними*, що використовує спектри поглинання молекул в мікрохвильовій ділянці спектра з довжинами хвиль більше 1 мм.

Залежно від характеру взаємодії випробування з речовиною і способу його реєстрації розрізняють такі види аналізів:

- на основі емісійної спектроскопії;
- на основі абсорбційної спектроскопії.

У термінології спектроскопії існують такі фотометричні величини (табл. 1.6). У вітчизняній і закордонній термінології іноді замість терміну «оптична щільність» уживають термін «екстинція» (E), а замість терміну «коефіцієнт поглинання» термін «коефіцієнт екстинції».

Атомна спектроскопія – аналіз, заснований на реєстрації спектрів випускання попередньо збуджених атомів (атомно-емісійна спектроскопія) і спектрів поглинання атомів в основному стані (атомно-абсорбційна спектроскопія). Утворення енергії пов'язане з попереднім термічним або енергетичним порушенням атомів, коли електрони з основного рівня

переходять під час поглинання енергії на більш високий енергетичний рівень.

Таблиця 1.6 - Основні фотометричні величини

Термін	Символ
Оптична щільність	D
Пропущення	T
Коефіцієнт поглинання	K
Молярний коефіцієнт поглинання за довжини хвилі	ϵ_{λ}
Товщина поглинання шару (кювету), см	I
Довжина хвилі світла, нм	λ

Атомна спектроскопія широко використовується для якісного та кількісного аналізу елементного складу харчових продуктів. Методи атомної спектроскопії відрізняються високою вибірковістю, чутливістю, швидкістю.

Закономірності поглинання світла атомами речовини в полум'ї аналогічні закономірностям світопоглинання в фотометрії. Концентрацію речовин визначають за допомогою градуйованого графіка або стандартних зразків. Атомно-абсорбційний метод характеризується великою чутливістю, яка досягає $10^{-5} \dots 10^{-7} \%$ для більшості елементів у водних розчинах. Відносна помилка складає $1 \dots 4 \%$. Метод характеризується швидкістю і простотою виконання, малою витратою розчину, що аналізується.

Атомно-емісійний спектральний аналіз. Атомно-емісійний спектральний метод аналізу базується на вивченні атомних спектрів випромінювання. Атоми і йони всіх елементів можуть знаходитись у нормальному і збудженому стані. У нормальному стані атоми володіють мінімальною енергією і не випромінюють її. Під впливом зовнішніх чинників (температури) відбувається перехід електронів на більш високий енергетичний рівень. Джерелом збудження може бути полум'я, дуга або іскра. У збудженому стані електрони знаходяться близько 10^{-8} с і повертаються на нижчий рівень, випромінюючи квант енергії – (1.3).

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}, \quad (1.3)$$

де E_2 і E_1 – відповідно енергія верхнього і нижнього рівнів, еВ; ν – частота випромінювання, Гц; h – стала Планка ($6,624 \cdot 10^{-34}$ Дж·с або $4,1354 \cdot 10^{-15}$ еВ·с); λ – довжина хвилі випромінювання, нм; c – швидкість світла ($3 \cdot 10^{10}$ см/с).

Випромінювана енергія має різну частоту і довжину хвилі (1.4).

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{h \cdot c}{\Delta E} \quad (1.4)$$

Частота світлових коливань у герцах виражається дуже великим числом. Через це використовують величину, яку називають хвильовим числом (w) – (1.5).

$$w = \frac{1}{\lambda} (\text{см}^{-1}; \text{м}^{-1}) \quad (1.5)$$

Довжина хвилі випромінювання є важливою характеристикою спектру. При визначенні довжини хвилі невідомої спектральної лінії (λ_x) у спектрі порівняння вибирають дві різкі лінії з довжиною хвилі λ_1 та λ_2 так, щоб лінія, що аналізується, знаходилась між ними. Відстань між лініями вимірюють в міліметрах. Довжину хвилі невідомої лінії визначають за рівнянням (1.6).

$$\lambda_x = \lambda_1 + (\lambda_2 - \lambda_1) \frac{d_x}{d}, \quad (1.6)$$

де d – відстань між λ_1 і λ_2 , мм; d_x – відстань між λ_1 і λ_x , мм.

За допомогою атомно-емісійного спектрального аналізу можна визначити якісний і кількісний склад речовини.

Якісний спектральний аналіз базується на специфічності спектрів випромінювання елементів. Наявність у спектрі досліджуваної речовини характерних “останніх” ліній того чи іншого елемента є ознакою присутності цього елемента в зразку.

В основі кількісного спектрального аналізу лежить залежність інтенсивності спектральної лінії від концентрації елемента в зразку (1.7).

$$I = a \cdot c^b, \quad (1.7)$$

де I – інтенсивність спектральної лінії; c – концентрація елемента в зразку; a – стала, що об’єднує властивості лінії, залежить від швидкості

випаровування і дифузії елемента; ϵ – стала, яка характеризує чутливість визначення елемента.

При фотографічній реєстрації спектру речовини, яка аналізується, почорніння на фотопластинці, що визивається спектральною лінією, виражається рівнянням (1.8).

$$S = \lg \frac{I_o}{I}, \quad (1.8)$$

де S – щільність почорніння пластинки; I_o – інтенсивність світла, що пройшло крізь прозору частину пластинки; I – інтенсивність світла, яке пройшло крізь спектральну лінію.

Для визначення вмісту елемента в пробі, що аналізується, найчастіше використовують метод трьох еталонів для побудови градуйованого графіка. Цей метод заснований на тому, що на одній і тій ж фотопластинці фотографують спектри трьох еталонів з відомим вмістом елементів, що визначаються, і спектри досліджуваних зразків. Потім вимірюють почорніння вибраних ліній, будують градуйований графік в координатах $\Delta S - \lg C$, де ΔS – різниця в почорнінні спектральних ліній елемента, що визначається, та лінії порівняння.

Молекулярна абсорбційна спектроскопія досліджує поглинальну здатність речовини. Молекулярні спектри поглинання на відміну від атомних складаються з більш широких смуг, тому що являють собою суму різних типів переходів молекули з основного стану в збуджений.

Спектральний аналіз з високою точністю характеризує склад речовини, відрізняється високою вибірковістю, універсальністю, чутливістю. За його допомогою можна досліджувати практично будь-які речовини в різних агрегатних станах.

При цьому аналізовану пробу розташовують між джерелом електромагнітного випромінювання з визначеним діапазоном частот і спектрометром. Спектрометр вимірює інтенсивність світла, що пройшло

через пробу, порівняно з джерелом первісного випромінювання для заданої довжини хвилі. Залежно від використання зони спектру випромінювання зовнішнього джерела розрізняють такі види адсорбційної спектроскопії:

- УФ-спектроскопію (абсорбційний аналіз в ультрафіолетовій області з довжиною хвилі 185 ... 400 нм);
- спектроскопію у видимій зоні (довжиною хвилі 400 ... 760 нм);
- ІЧ-спектроскопію (абсорбційний аналіз в інфрачервоній зоні) при довжині хвилі 0,8 ... 15 мкм.

Не зважаючи на те, що механізм взаємодії випромінювання з речовиною в різних зонах відрізняється один від одного, у будь-якому випадку відбувається поглинання молекулами визначеної кількості енергії.

Поглинання енергії вільними атомами речовини супроводжується зміною енергетичного стану їхніх зовнішніх електронів. У молекул така взаємодія може стосуватися всіх трьох енергетичних станів: обертового, коливального, й електронного.

За характером вимірювання, яке реєструється, техніки вимірів і використаної апаратури в абсорбційному аналізі виокремлюють такі групи методів:

– **Спектрофотометричні** – в яких через досліджуваній і стандартний розчини пропускається монохроматичне випромінювання, а світопоглинання реєструється й вимірюється фотоелектрично.

– **Фотоелектрокалориметричні** – ґрунтуються на законах поглинання світла досліджуваною речовиною, однак цим методом визначаються концентрації тільки тих компонентів продукту, що мають вибіркоче поглинання у видимій зоні спектра, тобто мають фарбник.

– **Нефелометричні** – полягають у фотоелектричній реєстрації розсіювання випромінювання джерела під час проходження його через неоднорідну дисперсну систему.

– **Турбодинамічні** – в яких, на відміну від нефелометричних, реєструється не розсіювання, а поглинання зваженими частками випромінювання джерела після проходження його через дисперсну систему.

Найбільшого поширення набули *спектрофотометричні та фотоелектрокалориметричні* методи аналізу.

Фотометричні методи аналізу. Фотометричний метод аналізу ґрунтується на вибірковому поглинанні молекулами речовини, що аналізується, електромагнітних випромінювань різних областей спектру. Метод складається з двох етапів: 1. Проведення хімічної реакції, яка переводить досліджуваний компонент у забарвлену сполуку. Необхідно, щоб забарвлена сполука була міцною і мала постійний склад, а колір її був інтенсивним. Реакції повинні бути чутливими і вибірковими. 2. Вимірювання поглинання світла забарвленим розчином за допомогою приладів або візуально. Залежність між інтенсивністю забарвлення розчину і вмістом забарвленої сполуки у цьому розчині виражається законом Бугера-Ламберта-Бера (1.9).

$$A = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon \cdot l \cdot C, \quad (1.9)$$

де A – оптична густина забарвленого розчину; l – товщина поглинаючого шару забарвленого розчину, см; I_0 і I – відповідно інтенсивність світлового потоку, що падає на забарвлений розчин та що пройшов крізь нього; C – молярна концентрація розчину, моль/л; ε – молярний коефіцієнт поглинання, л/моль·см.

Як видно з рівняння (1.9), молярний коефіцієнт поглинання чисельно дорівнює оптичній густині одномолярного розчину при товщині поглинаючого шару 1 см. Молярний коефіцієнт поглинання не залежить від концентрації розчину, товщини поглинаючого шару і інтенсивності освітлення. Чим більше значення має молярний коефіцієнт поглинання, тим чутливішою є реакція.

Вміст речовини у розчині за результатами фотометричного аналізу можна розрахувати різними методами.

У відповідності до закону Бугера-Ламберта-Бера графік у координатах оптична густина – концентрація має бути лінійним і проходити через початок координат. Градуирований графік звичайно будують мінімум за трьома стандартними розчинами різної концентрації. Спочатку готують забарвлені розчини, потім їх фотометрують і будують графік $A = f(C)$. Далі вимірюють оптичну густина досліджуваного розчину і за допомогою градуированого графіка визначають концентрацію цього розчину. Метод універсальний і точний, але потребує більшого часу на виконання.

Використовуючи метод стандартів, концентрацію досліджуваного розчину розраховують за формулою (1.10).

$$C_x = \frac{C_{cm.} \cdot A_x}{A_{cm.}}, \quad (1.10)$$

де C_x і $C_{cm.}$ – відповідно концентрації досліджуваного і стандартного розчинів, моль/л; A_x і $A_{cm.}$ – відповідно оптична густина досліджуваного і стандартного розчинів.

Метод простий, швидкий, але менш точний.

За методом додатку готують два розчини, один – з аліквоти речовини, що визначається, другий – з аліквоти речовини, що визначається, та з додатком стандартного розчину відомої концентрації. Обидва розчини фотометрують за однакових умов. Концентрацію досліджуваного розчину знаходять за рівнянням (1.11).

$$C_x = \frac{C_{cm.} \cdot A_x}{A_{x+cm.} - A_x}, \quad (1.11)$$

де C_x і $C_{cm.}$ – відповідно концентрації досліджуваного розчину і розчину з додатком стандартного розчину, моль/л; A_x і $A_{x+cm.}$ – відповідно оптична густина досліджуваного розчину і розчину з додатком стандартного розчину.

Для фотометричних вимірів використовують дві великі групи приладів:
фотоколориметри і спектрофотометри.

У фотоколориметрії, яка базується на вимірюванні поглинання випромінювання з порівняно вузьким інтервалом довжин хвиль, виділених за допомогою світлофільтрів, цей закон може бути застосований лише з деяким наближенням в залежності від ступеня сталості величини D в певному інтервалі довжин хвиль. Фотоелектроколориметр – це оптичний прилад, у якому монохроматизація потоку випромінювання здійснюється за допомогою світлофільтрів.

На сьогодні спектрофотометрія є найбільш поширеним інструментальним методом аналізу. Крива залежності поглинання (від довжини хвилі або хвильового числа) називається спектром поглинання речовини і є її специфічною характеристикою.

Вимірювання проводять за допомогою спектрофотометрів, які дозволяють одержувати спектри на ділянці від 190 до 380 нм (ультрафіолетові), від 380 до 780 нм (видимі) та від 780 до 40000 нм (інфрачервоні). В перших двох випадках природа смуг поглинання пов'язана з електронними переходами в молекулах та іонах, що поглинають світло, (електронні спектри); на інфрачервоній ділянці – з коливальними переходами та зміною коливальних станів ядер, що входять у молекулу речовини (коливальні спектри).

Спектрофотометрія на ультрафіолетовій та видимій ділянках спектру.

Поглинання на УФ- та видимій ділянках спектру пояснюють наявністю в молекулі речовини певних груп – хромофорів, до яких можуть бути віднесені подвійні та потрійні зв'язки, ароматичні фрагменти, азо-, нітро- та інші групи. Деякі речовини для аналізу необхідно попередньо перевести в сполуку, яка поглинає випромінювання. Спектрофотометричні вимірювання на ультрафіолетовій та видимій ділянках спектру зазвичай проводять, хоча

об'єктами дослідження можуть бути також речовини у пароподібному, рідкому та твердому стані.

Як розчинники найчастіше використовують воду, спирти, хлороформ, нижчі вуглеводні, ефіри, розчини лугів або кислот, причому розчинники не повинні містити домішок, які поглинають на цій ділянці спектру. Вимірювання оптичної густини D на ультрафіолетовій та видимій ділянках спектру проводяться на фотоелектричних спектрофотометрах (рис. 1.2).

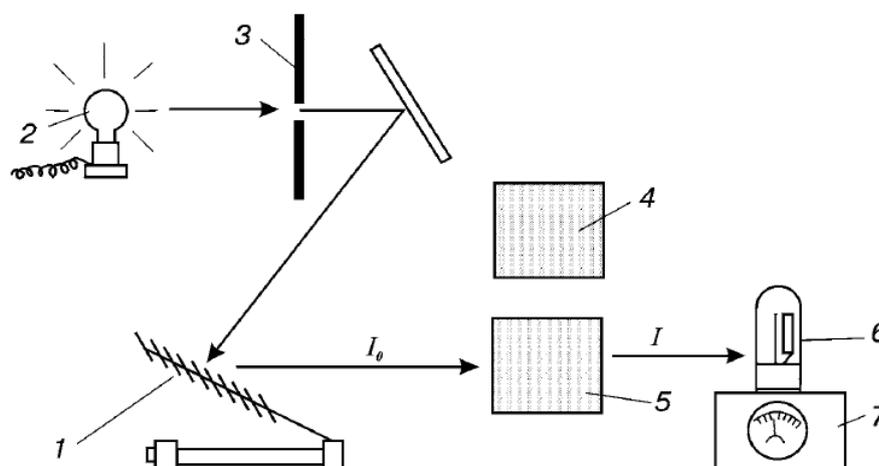


Рис. 1.2. Принципова схема спектрофотометра:

- 1 - джерело випромінювання; 2 - щілина; 3 - дифракційна решітка; 4 - контрольний розчин; 5 - розчин, що досліджується; 6 - фотоелектричний детектор; 7 - вимірювальний прилад

Існує дві основні модифікації цих приладів – двопроменеві, так звані “реєструючі” і однопроменеві – “нереєструючі” спектрофотометри. До однопроменевих належить, наприклад, спектрофотометр СФ-46. Основними частинами цих приладів є джерело випромінювання (газорозрядна воднева або дейтерієва лампа для ультрафіолетової ділянки (190 ... 350 нм), лампа нажарювання для видимої ділянки (320 ... 800) і до 1100 нм); монохроматор, диспергуюча кварцева призма або дифракційна решітка якого, за допомогою спеціального механізму з’єднана зі шкалою довжин хвиль; “щілина”, механізм якої дозволяє регулювати величину потоку світла; кюветне відділення, в якому знаходяться кювети з розчинником і речовинами, що досліджуються, та фотоелектричний пристрій, який приймає світловий потік,

за допомогою фотоелементів перетворює його на електричний струм, підсилює і вимірює силу струму.

Вимірювальна шкала спектрофотометру проградуєвана у відсотках пропускання T (тобто $\frac{I}{I_0} \cdot 100$) або у величинах оптичної густини D (тобто $\lg \frac{I_0}{I}$), а шкала довжин хвиль або хвильових чисел – нанометрах або в см^{-1} відповідно. У процесі вимірювання на шляху пучка випромінювання певної довжини хвилі, що виходить з монохроматора, по черзі встановлюють спочатку нульовий (контрольний) розчин (розчинник або розчин, який містить всі ті ж компоненти, за винятком речовини, що аналізується), для якого приймають, що $T = 100\%$, $D = 0$, а потім розчин, що досліджується.

Для зниження величини помилки концентрацію розчину та товщину його шару підбирають такими, щоб D на спектральній ділянці, що досліджується, знаходилася в межах від 0,2 до 0,7 В залежності від здатності речовини до поглинання це звичайно досягається при використанні 0,01 ... 0,00001% розчинів (кювети з шаром завтовшки 10 мм).

Для стандартизації спектрофотометрів вимірюють оптичну густину 0,006006% розчину калій біхромату в 0,005 моль/л сульфатній кислоті, який повинен мати відповідне значення при 235 (0,748), 257 (0,845), 313 (0,292) і 350 (0,640) нм. Показник поглинання відповідно до об'єднаного закону Бугера-Ламберта-Бера з використанням оптичної густини набуває вигляд χ розраховують за рівнянням (1.12), виходячи з вимірюної оптичної густини для розчинів з відомою концентрацією.

$$X = \frac{D}{c \cdot b} \quad (1.12)$$

Для кожної речовини це специфічна фізична константа, яка може бути використана для її ідентифікації. Якщо концентрація розчину виражена у молях на один літр (молярна), цю величину називають молярним показником поглинання і позначають літерою ϵ – це оптична густина 1 моль/л розчину

речовини при товщині шару 1 см. Якщо концентрація виражена у відсотках, таку величину називають питомим показником поглинання і позначають символом $E_{1\text{см}}^{1\%}$ – це оптична густина 1% розчину при товщині шару 1 см. Перехід від питомого показника поглинання до молярного здійснюють за формулою (1.13).

$$\varepsilon = E_{1\text{см}}^{1\%} \cdot \frac{M.м}{10}, \quad (1.13)$$

де $M.м.$ – молекулярна маса речовини.

Концентрацію розчинів методом спектрофотометрії можна встановити чотирма способами:

1. **За градувальним графіком.** Градувальний графік – це експериментально знайдена графічна залежність оптичної густини від концентрації. Такий графік використовують, коли для речовини, що визначається, поглинання пропорційне концентрації в межах 75 ... 125 % від кінцевої концентрації, яка використовується в кількісному визначенні.

2. **За показником поглинання.** Для визначення концентрації розчинів спектрофотометричним методом використовують закон Бугера-Ламберта-Бера в формі (1.14).

$$c = \frac{1}{\chi \cdot b} \cdot D \quad (1.14)$$

У ряді випадків навіть при використанні монохроматичного випромінювання можуть спостерігатися відхилення від закону Бугера-Ламберта-Бера, зумовлені процесами дисоціації, асоціації та комплексоутворення. Для перевірки підпорядкування поглинання світла закону Бугера-Ламберта-Бера готують ряд стандартних розчинів з відомою концентрацією, вимірюють їх оптичну густина та будують графік залежності оптичної густини від концентрації розчинів. Поглинання світла підпорядковується закону Бугера-Ламберта-Бера лише в межах концентрацій, де цей графік має вигляд прямої лінії. Показник поглинання χ в цьому випадку є величиною постійною.

У випадку застосування методу показника поглинання фіксують його числове значення. Методика полягає у вимірюванні оптичної густини розчину, що досліджується, при зазначеній довжині хвилі і діленні її на цей показник (з урахуванням наважки і розведення). Основною перевагою методу показника поглинання є те, що цей метод не потребує використання стандартів, тобто є прямим методом аналізу. Метод показника поглинання має найменшу випадкову похибку аналізу, але найбільшу похибку градування. Основний недолік – чутливість до класу приладу, тобто той факт, що різні спектрофотометри дають значні відхилення величини поглинання для одного й того ж стандартного зразка, а також до помилок в аналітичній довжині хвилі.

3. **Методом стандарту.** Метод стандарту полягає в паралельному вимірюванні оптичної густини розчину, що досліджується, і стандартного розчину з відомою концентрацією досліджуваної речовини, з яких потім розраховують концентрацію досліджуваної речовини в пробі (1.15).

$$X = \frac{D \cdot C_0}{D_0}, \quad (1.15)$$

де D і D_0 – оптичні густини досліджуваного та стандартного розчинів відповідно; C_0 – концентрація стандартного розчину.

Головна перевага методу – відсутність невідомої помилки градування; недолік – необхідність використання стандартів. На практиці, через відсутність стандартних зразків речовин, використовують робочі стандартні зразки речовин (РСЗ), тобто зразки речовин, які відповідають діючій нормативно-технічній документації. Метод стандарту має в 2 рази більшу спектрофотометричну дисперсію аналізу, ніж метод показника поглинання, але не має помилки градування.

4. **Методом зовнішнього стандарту** – це метод, в якому за стандарт використовують не сполуку, що досліджується, а іншу сполуку. Наприклад, для аналізу каротиноїдів як стандарт використовують розчин калій біхромату. Перевага методу – як стандарт використовують просту

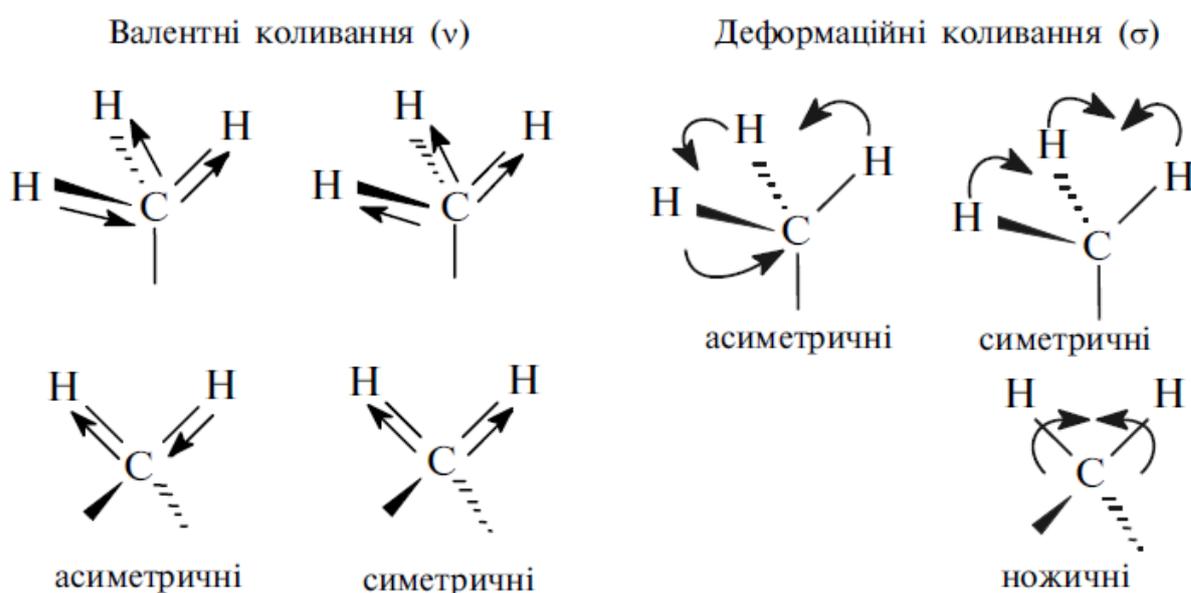
речовину, для якої легко отримати стандартний зразок. На додаток до недоліків і переваг методу стандарту, метод зовнішнього стандарту має додаткову похибку, пов'язану з невідповідністю спектрів поглинання речовини, що досліджується, і зовнішнього стандарту. Застосовується цей метод, в основному, для аналізу рослинних препаратів, особливо методом фотоелектроколориметрії. Для проведення кількісного визначення використовують смуги поглинання, які називають аналітичними. Ці смуги повинні відповідати таким вимогам:

- смуга повинна бути за можливості вільною від накладення смуг поглинання інших компонентів системи;
- обрана смуга повинна мати достатньо високий показник поглинання (χ) для індивідуальної сполуки.

Під час дослідження якості харчових продуктів та косметичних засобів *абсорбційний аналіз* застосовується, головним чином, для якісного і кількісного визначення їхніх складових компонентів, що характеризують харчову і біохімічну цінність (білки, жири, вуглеводи, вітамінів, кислот, пектинових речовин, фенольних сполук, мінеральних елементів), а також для оцінки глибини процесів, що протікають у них у процесі виробництва й збереження (ступеня денатурації білків, гідроліз і окиснення жирів, окиснення дубильних речовин тощо).

Спектрофотометрія на інфрачервоній ділянці спектра. Поглинання інфрачервоного випромінювання викликає в речовині, що аналізується, коливання зі зміною або довжини зв'язків, або кутів між зв'язками. Це означає, що залежно від частоти випромінювання, що поглинається, починає періодично розтягуватися певний зв'язок або змінюватися певний кут між зв'язками. Коливання, які полягають у зміні довжини зв'язку між атомами і не супроводжуються відхиленням від між'ядерної осі, називаються валентними; коливання, при яких атоми зміщуються з між'ядерної осі, називаються деформаційними.

Коливання, викликані поглинанням інфрачервоного випромінювання, супроводжуються змінами дипольного моменту молекули. Інтенсивність (тобто площа під «кривою») кожного поглинання залежить від різниці дипольних моментів молекули в основному і відповідному збудженому коливальному стані; чим більша ця різниця, тим інтенсивніше поглинання. ІЧ-спектри можуть бути одержані для речовин із різним агрегатним станом і використовуються для ідентифікації, кількісного аналізу, а також для дослідження будови молекул.



Головна перевага ІЧ-спектроскопії – високий ступінь об'єктивності при ідентифікації лікарських речовин, тому цей метод широко застосовується у фармакопях розвинених країн для ідентифікації не тільки субстанцій, але й в окремих випадках готових лікарських засобів. Дослідження проводять на одно- або двопробних інфрачервоних спектрометрах, обладнаних диспергуючими системами у вигляді призми і дифракційних решіток. Найчастіше використовують спектральну ділянку від 2,5 до 20 мкм ($4000 \dots 500 \text{ см}^{-1}$). Інфрачервоний спектр – це серія смуг поглинання, максимуми яких характеризуються хвильовим числом (ν) або довжиною хвилі (λ) та

інтенсивністю поглинання. Хвильове число вимірюється у зворотних сантиметрах (cm^{-1}) і визначається зі співвідношення (1.16).

$$\nu = \frac{10^4}{\lambda}, \quad (1.16)$$

де λ – довжина хвилі в мікрометрах (мкм).

Зразки для запису ІЧ-спектра готують з огляду на агрегатний стан речовини.

Тверді речовини.

а) Диски з KBr. Наважку твердої речовини (1 ... 3 мг) змішують зі спектроскопічно чистим калій бромідом (150 ... 200 мг), одержану суміш пресують під тиском ($7,5 \dots 10 \text{ т/см}^3$) протягом 2 ... 5 хв у вакуумі (2 ... 3 мм рт. ст.). Спектр одержаного зразка знімають відносно повітря або диска, що приготовлено з чистого калій броміду.

б) Пасти. Змішують 10 ... 20 мг твердої речовини з 1 ... 2 краплями імерсійної рідини (вазелинове масло, поліфторвуглеводні тощо). Одержану пасту вміщують між двома пластинками з натрій хлориду або калій броміду; вимірювання проводять відносно імерсійної рідини, вміщеної між такими ж пластинками.

Рідкі речовини.

Використовують тонкі плівки рідини, вміщеної між пластинками з натрій хлориду або калій броміду, або кювети з малою товщиною шару (0,01 ... 0,05 мм). Вимірювання проводять відносно чистих пластинок або порожніх кювет відповідно.

Розчини. 0,5 ... 1,5 %-ві розчини у відповідних органічних розчинниках уміщують у кювети з товщиною шару 0,1 ... 1 мм. Спектр розчину знімають відносно чистого розчинника. Найчастіше як розчинники використовують тетрахлорметан і хлороформ. Взаємодія зв'язків у межах функціональної групи характеризується суворою постійністю і лише незначною мірою залежить від природи вуглецевого кістяка, який несе цю функціональну групу. Тому можливо встановити відповідність між різними

функціональними групами і груповими частотами поглинання, що їм відповідають. Застосування інфрачервоних спектрів для дослідження будови речовин ґрунтується, таким чином, на визначенні наявності характеристичних смуг поглинання (смуги, пов'язані з коливаннями певних функціональних груп або зв'язків у молекулах) (див. рис. 1.3).

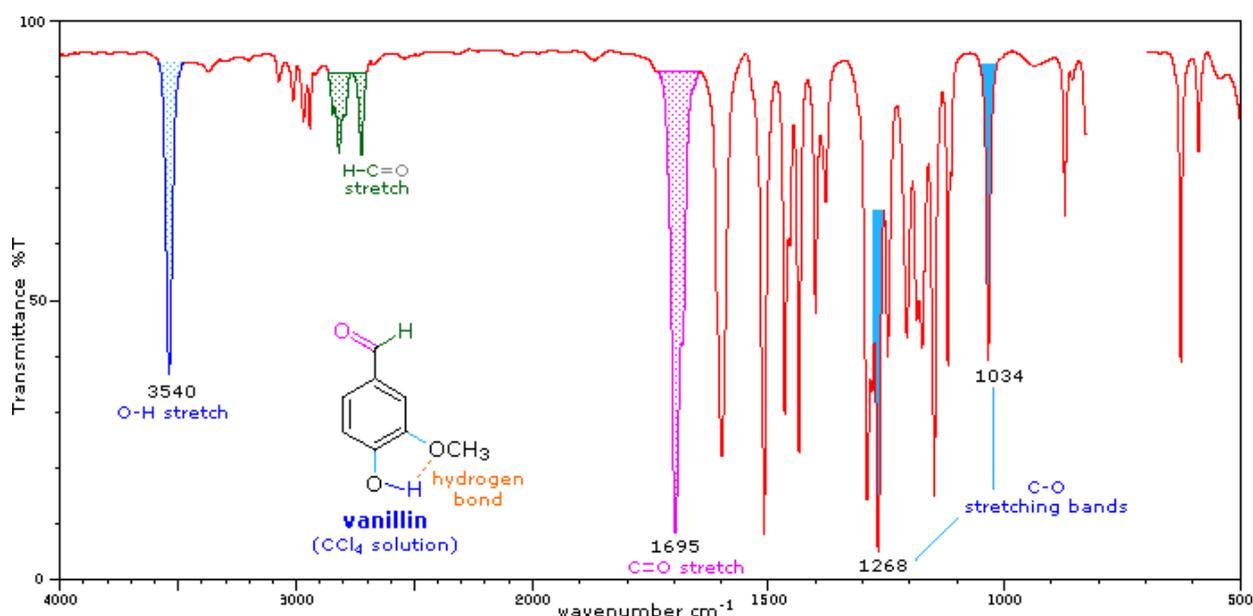


Рис. 1.3. ІЧ-спектр поглинання харчової добавки ваніліну в таблетках КВr

З метою ідентифікації одержаний ІЧ-спектр можна порівнювати зі стандартним спектром, наведеним у нормативно-технічній документації, або зі спектром речовини-стандарту, одержаним паралельно в тих же умовах. Порівняння зі спектром, наведеним у нормативно-технічній документації, підвищує об'єктивність висновку. Порівняння ІЧ-спектрів рекомендується починати з аналізу характеристичних смуг, які звичайно добре проявляються в спектрах і лише при їх співпаданні порівнюють низькочастотну ділянку. Набір смуг у інтервалі 1350 ... 400 см⁻¹ специфічний і називається ділянкою «відбитків пальців». Хоча віднесення окремих коливань у цій області здійснити важко, загальний вигляд спектра характерний для кожної окремої сполуки і може бути використаний для її ідентифікації. Повне співпадання смуг поглинання в ІЧ-спектрах свідчить про ідентичність речовин.

Поліморфні модифікації однієї й тієї ж речовини можуть давати дещо відмінні спектри. В цьому випадку для перевірки ідентичності порівнюють спектри їх розчинів або розчиняють обидві речовини в одному і тому ж розчиннику, випарюють розчинник і порівнюють спектри сухих залишків. Поряд із положенням істотною характеристикою речовин є інтенсивність смуг поглинання, яка може бути охарактеризована величиною показника поглинання (χ) або величиною інтегральної інтенсивності поглинання (A), що дорівнює площині, яка огинається кривою поглинання. Інтенсивність поглинання може бути використана для встановлення будови речовини і для її кількісного аналізу.

Реологічні методи аналізу.

Реологія – наука про плин і деформацію реальних тіл (технічна механіка реальних тіл або дисперсних систем). До функцій фізико-хімічної механіки, як науки про способи й закономірності формування структур дисперсних систем, входять встановлення механізмів утворення й руйнування структур у дисперсних і нативних системах залежно від сукупності фізико-хімічних, біохімічних, механічних та інших чинників, а також дослідження, обґрунтування й оптимізація шляхів одержання структур із заздалегідь заданими технологічними властивостями. Реологія вивчає деформацію у чітко визначених умовах. Ці умови можуть бути виражені в термінах швидкості деформації або величиною прикладеної напруги або деформації.

Реологічні методи аналізу дозволяють одержати інформацію про реологічні властивості харчових добавок, харчових систем, косметичної продукції. Як уже зазначалося, харчові продукти, харчові добавки, здебільшого, готові технологічні суміші – це дисперсні системи (суспензії, емульсії, пористі тіла, піни тощо). Реологічні властивості цих систем обумовлені, насамперед, їхньою структурою, тобто внутрішньою будовою і характером взаємодії складових їхніх фаз. Тому реологічні властивості

харчових продуктів та косметичної продукції часто називають структурно-механічними.

Фізико-механічні властивості харчової сировини, напівфабрикатів і косметичних продуктів досить різноманітні й залежать від багатьох чинників: температури, вологості, тривалості й інтенсивності механічного й теплового впливу, способу й терміну зберігання, умов транспортування тощо. У зв'язку з цим у літературі можна зустріти для одного й того самого продукту різні за величиною характеристики, що пов'язано з недотриманням умов досліджень, застосуванням різних методик визначення й приладів для них. Існують об'єктивні труднощі щодо дотримання умов проведення вимірів, тому у відомостях про реологічні характеристики продуктів необхідно вказувати, яким методом, з якими параметрами і на яких приладах отримані ті або інші дані. У реології й інженерній фізико-хімічній механіці широко використовують методи дослідження, які за підходом до узагальнень поділяються на:

- диференціальні;
- інтегральні;
- аналогій і моделей;
- аналізу розмірностей;
- експериментальні.

Ці методи, як правило, ґрунтуються на моделях, що розглядають матеріал як макроскопічну систему у вигляді суцільного середовища, що піддається деформації. Мірами рухливості часток такої системи є амплітуда й швидкість зсуву з безперервним розподілом основних фізичних властивостей і деформацій. Такий підхід дозволяє не розглядати складні молекулярні рухи в тілах, і для опису процесів використати апарат математичного аналізу, що застосовується до безперервних функцій. Кожний з перерахованих методів, за винятком експериментального, можна здійснювати теоретико-феноменологічними й експериментальними способами. У межах одного дослідження можливі комбінації методів.

Диференціальний метод використовують під час вивчення нескінченно малих відхилень величин від рівноважних, що дає можливість у феноменологічних дослідженнях скласти диференціальні рівняння; в експериментальних роботах вивчають зміну параметрів окремих елементів тіла в будь-якому процесі. Таким чином, диференціальний метод дозволяє визначити в теоретичних і експериментальних дослідженнях стан величин, змінних у часі й просторі (для будь-якого моменту часу й будь-якої точки простору).

Інтегральним методом вивчають скінченні величини. Він дає можливість визначити сумарний ефект зміни параметрів у системі під дією тих або інших чинників. Як правило, теоретичні розрахункові формули одержують у результаті інтегрування диференціальних рівнянь, емпіричні – у результаті сумарного врахування диференціальних змін у системі. Ті й інші рівняння дозволяють описати процес зміни параметрів від початкового до кінцевого стану.

Метод аналогій використовують досить широко в багатьох якісних і кількісних дослідженнях. Він дозволяє скласти рівняння для реальних об'єктів за аналогією з рівняннями для ідеальних. Грунтуючись на універсальності диференціальних рівнянь, можна вивчати складні явища за допомогою більш простих ідеальних (модельних) процесів.

У реології широко розповсюджений метод механічних моделей. Наприклад, для одержання наочної картини поведінки матеріалу під дією напруг кожному його властивості (пружність, пластичність та ін.) заміняють механічним елементом (пружиною, парою тертя ковзання тощо). У реології також широко використовують геометричне, математичне, фізичне й інше моделювання. Недолік методу аналогій полягає в тому, що ним важко користуватися під час дослідження складних внутрішніх взаємодій. Фізичне моделювання ефективне для одержання якісних і кількісних відповідностей натурним об'єктам.

Загально визнаною теорією експериментальних досліджень є теорія

подібності, що трактує умови подоби фізичних явищ і методи визначення цих умов, а в деяких випадках дозволяє розробити методику експерименту й визначити підхід до нього. Подібні явища повинні мати однакові й чисельно рівні критерії, серед яких отримані із граничних і початкових умов.

Метод аналізу розмірностей застосовують для складання критеріальних рівнянь під час обробки експериментальних даних. Розробляючи методику експерименту, визначивши залежні й незалежні змінні й функціональну залежність між критеріями, можна встановити необхідні межі зміни останніх.

Експериментальний метод обов'язковий за умов повних досліджень для одержання всіх розрахункових залежностей і формул. Тільки в результаті експерименту можна визначити границі використання диференціального або інтегрального рівняння, знайти для теоретичних або емпіричних рівнянь коефіцієнти, що характеризують специфічність дослідного об'єкту, перевірити теоретичні положення на практиці та встановити зв'язок теорії з практикою. Будь-які виміри, як би ретельно їх не проводили, не можуть дати двох абсолютно тотожних результатів. Завжди можливе накладення яких-небудь побічних явищ, у результаті чого виникають похибки. Відхилення вимірювальної величини від істинної становить абсолютну похибку.

Підрахунок похибки експерименту дозволяє встановити заздалегідь припустиму похибку обчислень. Основним завданням теорії похибок є розробка способів одержання й обробки результатів, за яких похибки будуть мінімальними, а величина, яку визначають, найбільш достовірна. Для попереднього рішення цього завдання оцінюють похибки й погрішності. Вимірюють низку величин, що складають розрахункову формулу, а також загальну похибку вимірювань за цією формулою. Випадкові помилки, що виникають під час вимірювання, можна значно зменшити за умов багаторазового повторення вимірювань (п'ять та більше разів). Аналіз опублікованих робіт показує, що їх автори не завжди дотримуються єдиної термінології, фізичного сенсу вимірюваних величин, що ускладнює розуміння і використання одержаних результатів. Тому вважаємо за

необхідне навести перелік основних термінів реології (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 - Терміни та їх фізичний сенс

Термін	Позначення	Визначення та фізичний сенс
1	2	3
Нормальне напруження ¹ (розтягу, стиснення), Па	Σ	Напруження, що діє по нормалі до поверхні матеріалу
Дотичне напруження ¹ (напруження зсуву), Па	T	Напруження, що діє по дотичній до поверхні матеріалу
Граничне напруження зсуву, Па	τ_0	Мінімальне дотичне напруження, яке необхідне для здійснення зсуву (зміщення шарів матеріалу один відносно одного в напрямку дії прикладеної сили). Напруження, що призводить до незворотної деформації
Абсолютна деформація розтягу або стиснення, м	Δl	Зміна розмірів матеріалу під час розтягування або стиснення, що відбувається під дією нормальних сил. Може бути позитивною або від'ємною
Абсолютна деформація зсуву, м	Δv	Зміна відстані між протилежними точками в сусідніх шарах тіла, що відбувається під час зміщення шарів під дією дотичних сил
Відносна деформація, ² відносні одиниці (в.о.)	ε або γ	Відносна деформація, що виникає в тілах під час прикладення напруги. Визначається відношенням абсолютної деформації до розміру матеріалу (до моменту прикладення навантаження)
Умовно-пружна деформація (пружна умовно-миттєва), в.о.	ε_0 або γ_0	Відносна деформація, яка виникає в неабсолютно твердих тілах та зникає після зняття напруження за дуже короткий проміжок часу
Високоеластична деформація, в.о.	ε_{ve} або γ_{ve}	Відносна деформація, яка виникає за умов напруження та зникає під час зняття напруження не миттєво, а за певний проміжок часу

1	2	3
Зворотна деформація, в.о.	$\epsilon_{зв}$ або $\gamma_{зв}$	Повністю зворотна відносна деформація. Є сумою умовно-миттєвої та високоеластичної деформації
Незворотна деформація в.о.	$\epsilon_{незв}$ або $\gamma_{незв}$	Незворотна відносна деформація, що виникає внаслідок розвитку пластичних деформацій матеріалу
Максимальна деформація, в.о.	$\epsilon_{м}$ або $\gamma_{м}$	Максимально досягнута відносна деформація під дією прикладеної сили
Залишкова деформація, в.о.	$\epsilon_{зал}$ або $\gamma_{зал}$	Відносна деформація, яка не зникає після зняття прикладеної напруги протягом нескінченно довгого проміжку часу
Період релаксації, с	Θ	Проміжок часу, за який деформація матеріалу після зняття напруження зменшується в e разів. Визначається відношенням в'язкості до модуля пружності
Ньютонівська в'язкість (динамічна в'язкість), Па·с	N	Коефіцієнт, що характеризує внутрішнє тертя, а саме зв'язок між силою, що діє на одиницю площини сусідніх шарів рідини, та градієнтом швидкості їх відносного руху. Динамічна в'язкість не залежить від швидкості зсуву тільки для ньютонівських рідин. Внутрішнє тертя в рідинах обумовлене силами зчеплення між молекулами та є переносом імпульсу між шарами
Ефективна в'язкість, Па·с	$\eta_{эф}$	Коефіцієнт в'язкості неньютонівських рідин. Залежить від швидкості зсуву
Кінематична в'язкість, м ² /с	N	Коефіцієнт, що визначається як відношення динамічної (ефективної) в'язкості до густини рідини
В'язкість структурованих систем або пластична в'язкість (шведівська), Па·с	η_0^*	Коефіцієнт, що характеризує властивість матеріалу структурованого стану текти без руйнування під дією постійного напруження
В'язкість пружної післядії, Па·с	$\eta_{пр}$	Коефіцієнт, що характеризує внутрішнє тертя з градієнтом швидкості, що відповідає області пружної деформації

1	2	3
Модуль миттєвої пружності, Па	$E_{\text{пр}}$ або $G_{\text{пр}}$	Здатність тіла чинити опір пропорційна його деформації
Модуль еластичності, Па	$E_{\text{ел}}$ або $G_{\text{ел}}$	Здатність тіла, що характеризує зникнення деформації з часом після зняття напруження
Швидкість зсуву, с^{-1}	$\dot{\gamma}$	Відносна швидкість шарів рідини на одиницю відстані між ними
Піддатливість, Па^{-1}	I	Здатність тіла до деформації під дією прикладеного напруження
Пружність, %	Пр	Здатність тіла повертатися до початкового стану після припинення дії напруження
Пластичність, %	Пл	Здатність тіла незворотна і без руйнування змінювати свою форму під дією великих напружень. Матеріал пластичний, якщо $\text{Пл} > 50\%$
Еластичність, %	Ел	Здатність тіла до значної післядії за умов постійного напруження. У тілі, деформованому в межах пружності, під час зняття напруження спостерігається повне зникнення деформації, яке відбувається не миттєво, а розвинуто в часі
<p>Примітки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Напруження, що діє по нормалі до поверхні матеріалу, прийнято позначати через σ, під час дії напруження по дотичній – τ. 2. Деформацію розтягу (стиску), що розвивається під час дії напруження по нормалі до поверхні матеріалу, прийнято позначати через ϵ, під час дії напруження по дотичній, деформацію зсуву – γ. 3. Модуль миттєвої пружності та еластичності під час дії напруження по нормалі до поверхні матеріалу прийнято позначати через E, під час дії напруження по дотичній – G. 		

Структурно-механічні властивості є проявом хімічного складу й умов утворення продуктів, а отже, можуть дати найбільш повне уявлення про зміну факторів, безпосередньо пов'язаних із якістю. Завдяки цьому реологічні методи можуть бути з успіхом використані для оцінки якості напівфабрикатів і готової продукції, оцінки ефективності технологічних процесів і устаткування, управління процесами для одержання продуктів із заданими властивостями.

«Текстура» і «Структура» – основні параметри, що контролюють згідно реологічних методів дослідження.

Текстура – фізична властивість продукту, яка сприймається органами слуху, зору і дотику і викликає у людини певні відчуття під час споживання (відкушування, розжовування, проковтування) – сенсорна оцінка.

Сприйняття текстури пов'язане зі структурою харчового продукту. Структура поділяється на чотири рівні, які засновані на візуальній оцінці, – хімічний рівень, рівень електронного мікроскопування, рівень простого мікроскопування та рівень сенсорної оцінки. Структура характеризує геометричне розташування окремих елементів, часток в об'ємі продукту.

Хімічний рівень.

Структура зв'язана з молекулами, з яких складається харчовий продукт, та їх взаємодією між собою.

Електронно-мікроскопічний рівень.

Даний рівень відноситься до скупчення молекул та їх з'єднання в агломерати.

Рівень простого мікроскопування.

Розглядає ті ж самі сполуки, що й електронно-мікроскопічний рівень, тільки в більшому масштабі.

Сенсорна оцінка.

Розглядає структурні особливості, що можуть бути сприйняті органами відчуття як типи ознак текстури.

На сьогодні існує значна кількість різних рівнів структури. Для порівняння приведемо ще одну класифікацію, яка базується на розмірних характеристиках структурних елементів та включає три рівні:

Молекулярна будова (~1 ... 100 нм) – на даному рівні досліджують взаємодію окремих молекул.

Мікроструктура (~10 нм ... 100 мм) – проводять дослідження дисперсності емульсій, суспензій та ін.

Макроструктура ($\sim > 100$ мм) – проводять дослідження кристалів цукру в помадних масах, зовнішнього вигляду та ін.

Усі ці ієрархічно визначені рівні структури визначають повні властивості харчових продуктів, які проявляються у формуванні органолептичних та структурно-механічних властивостей.

Органолептичні властивості визначають попит або відсутність попиту на харчовий або косметичний продукт. Для створення високоякісних продуктів необхідно цілеспрямовано впливати на їхні органолептичні властивості. Головним завданням, яке стоїть перед виробниками продуктів, – як точно й об'єктивно визначити текстурні характеристики. Описати текстуру однією величиною, отриманою за допомогою приладу, неможливо, тому для описання текстури використовують до 30 термінів (твердість, м'якість, ніжність, волокнистість і т.д.).

Консистенція і в'язкість відносяться до текстури і являють собою дві з безлічі можливих її відмінних ознак.

Аналізуючи текстуру, визначають кінестетичні ознаки продукту, пов'язані з м'язовими відчуттями.

Інструментальні вимірювальні методи для визначення окремих кінестетичних ознак можна поділити на три групи:

1 – методи точного вимірювання реологічних величин – коефіцієнт в'язкості, межа плинності, модуль пружності, міцність на розтягування та ін.;

2 – емпіричні методи, за яких продукти піддаються відтворюючій деформації або навантаженню за допомогою вимірювальних приладів, що не дозволяють точно визначити реологічні властивості. Результати вимірів являють собою параметри консистенції. Вони добре корелюють з ознаками текстури, отриманими при органолептичній оцінці;

3 – імітаційні методи, за яких харчові продукти в спеціальних вимірювальних приладах піддаються дослідженням, що імітують реальні навантаження під час споживання їжі, наприклад, за допомогою циклічних навантажень імітується процес розжовування проби. Мета такого аналізу

текстури – вимір параметрів, що відповідають ознакам текстури продукту, які отримано сенсорними методами.

Типові реологічні властивості: ньютонівська рідина, ньютонівська та неньютонівська в'язкість, в'язкопружність, реопексія, пластична в'язкість, зворотна та незворотна тиксотропія, пружність, твердість, висока текучість і міцність, крихкість.

Тиксотропність – здатність макроскопічної системи до самостійного відновлення структури після її руйнування.

Реопексивність – здатність макроскопічної системи до зміцнення структури з часом за умов механічної дії на тіло з постійною швидкістю деформації зсуву.

Твердість – загальна властивість негуківських тіл чинити опір проникненню іншого, більш твердого тіла внаслідок пружної та в'язкої деформації. Обумовлена протидією багатьох та різних за природою сил. Тому твердість не можна виразити як фізичну величину з однозначною розмірністю. Вона являє собою деякий параметр, що наводиться у відносних величинах, та залежить від методу вимірювання.

Твердість визначають шляхом занурення тіл різної геометричної форми: кулі (твердість за Бріннелем), конуса (твердість за Роквеллом), піраміди (твердість за Вікерсом). Коефіцієнт твердості розраховують за величиною сили занурення, залишкової деформації, площі кульового сегменту, глибину занурення тощо.

М'якість – властивість, обернена твердості.

Крихкість – властивість твердих тіл до руйнування без пластичної деформації. У негуківських тіл крихке руйнування настає тільки за високих швидкостей деформації або за низьких температур, коли дією в'язкості можна знехтувати.

Липкість – властивість граничного шару в'язких або пластичних матеріалів чинити опір розділенню поверхонь, що перебувають у контакті.

Ґрунтується на адгезії матеріалів на поверхні розділу й когезії компонентів самого матеріалу.

Таблиця 1.8 - Класифікація харчових продуктів за реологічними властивостями і текстурними ознаками (за Мачихінім)

Дисперсна система	Типові реологічні властивості	Типові текстурні ознаки
Чиста рідина	Ньютонівська рідина	Водянистий, рідкий
Чистий розплав	Ньютонівська рідина	Рідкий, густий
Істинний розчин	Ньютонівська в'язкість, можливі в'язкопружність, тиксотропія	Рідкий, густий
Колоїдний розчин	Ньютонівська та неньютонівська в'язкість, тиксотропія, в'язкопружність	Рідкий, густий, слизистий
Рідиноподібна	Ньютонівська та неньютонівська в'язкість, тиксотропія, реопексія в'язкопружність	Рідкий, густий, кремopodobний, тягучий, в'язкотекучий, клейкий
Пастоподібна	Неньютонівська в'язкість, тиксотропія, реопексія в'язкопружність	Клейкий, густий, слизистий, тягучий, кашоподібний, гумopodobний
Зв'язана м'яка	Пластична в'язкість, зворотна та незворотна тиксотропія, реопексія, в'язкість, в'язкопружність	М'який, той, що мається, слизький, кремopodobний, клейкий, пастоподібний, еластичний
Зв'язана напівтверда	Пружність, пластична в'язкість, в'язкопружність	М'який, міцний, гумopodobний, в'язкий
Міцна	Пружність, пластична в'язкість, в'язкопружність	М'який, міцний, крихкий, ламкий, в'язкий
Тверда	Пружність, твердість, висока текучість і міцність, крихкість	Міцний, твердий, крихкий, ламкий, склоподобний

Зовнішнє сухе тертя – опір відносному переміщенню двох поверхонь твердих тіл, що перебувають у контакті. Для початку ковзання необхідно прикласти навантаження, що перевищує силу тертя спокою.

Консистенція – ступінь густини (твердості) продукту. Залежно від консистенції продукти по-різному деформуються під дією певних видів напруження та швидкості. Результати вимірів, як правило, дають у відносних одиницях, характерних для приладів (консистометрів), що мають спрощену конструкцію. Відтворюваність показників консистенції гарантовано тільки в тому випадку, якщо всі умови вимірів постійні, особливо форма зразка і його розміри, вид навантаження та його швидкість. Для вибору відповідного методу дослідження класифікують харчові продукти за текстурними ознаками. Структури дисперсних систем у стані термодинамічної рівноваги за Ребіндером поділяються на дві групи:

1 – *коагуляційні структури*, в яких взаємодія між елементами відбувається через тонкий шар дисперсійного середовища і обумовлена силами Ван-дер-Ваальса. Ці структури можуть виявляти властивості неньютонівських рідин (тиксотропію, реопексію, в'язкопружність і пластичність). Вони сильно змінюються за умов нагрівання, введення ПАР, зміни кислотності та інших впливів;

2 – *конденсаційно-кристалізаційні структури*, що виникають під час зчеплення однотипних елементів на межі фаз. Такі структури мають відносно високу міцність, пружність і крихкість. Після руйнування вони не відновлюються.

За характером зовнішнього впливу на продукт структурно-механічні властивості поділяють на зсувні, компресійні та поверхневі.

Зсувні властивості характеризують подовження обсягу продукту під час впливу на нього зрушень, дотичних напружень (в'язкість, період релаксації, модуль пружності, зрушення, межі протікання зрушення, міцності структури тощо).

Компресійні властивості характеризують поведінку обсягу продукту під час впливу на нього нормальних напруг у замкнутій формі: щільність, коефіцієнт бічного тиску, коефіцієнт Пуасона, модулі пружності, модулі пружності, стискання, розтягання тощо. Компресійні властивості, особливо

щільність, також поряд із використанням під час розрахунків процесів, машин і апаратів, використовуються при оцінці якості готової продукції.

Поверхневі властивості характеризують поведінку поверхні продукту на межі розділу з поверхнею конструкційного матеріалу за нормального відриву або зрушення: адгезія, коефіцієнт зовнішнього тертя. До реологічних методів, що дозволяють оцінити зміну зсувних характеристик продуктів, належать віскозиметрія, консистометрія, пенометрія тощо.

Віскозиметрія є один із найбільш доступних і простих методів. Вона використовується для вимірювання в'язкості рідких продуктів, сиропів, пастоподібних харчових мас.

В'язкість є найважливішою реологічною властивістю, що характеризує стан більшості харчових продуктів у процесі їхнього виробництва, транспортування і збереження. В'язкість є найбільш чутливою реологічною характеристикою і тому несе в собі значну інформацію про стан продукту. На величину в'язкості впливають температура, концентрація речовин, ступінь дисперсності, вміст жиру, кістки в системі й інші фактори.

Залежно від характеру досліджуваного продукту принцип методу, устрій приладу і техніка вимірювання в'язкості можуть істотно різнитися. Так, для оцінки якості харчових продуктів із порівняно невеликою в'язкістю використовуються капілярні та кулькові віскозиметри. Визначення в'язкості при користуванні цими приладами передбачає визначення часу перетікання через капіляр певного обсягу досліджуваної та стандартної рідини в міру часу проходження кулькою певного відрізка шляху в досліджуваній та стандартній рідинах відповідно.

За допомогою капілярних та кулькових віскозиметрів визначають в'язкість топлених тваринних жирів і олій, масло какао, м'ясо кісткових бульйонів, соків, патоки, цукрово-патокових сиропів, кондитерських жирів та інших продуктів.

Для виміру зсувних характеристик харчових продуктів із помірною і великою в'язкістю найчастіше використовується ротаційні віскозиметри. Ротаційні віскозиметри застосовуються для контролю за технологічними процесами і якістю готових продуктів (за реологічними характеристиками) у хлібопекарській, кондитерській, консервній цукровій, крохмало-патоковій, м'ясній, молочній та інших галузях харчової промисловості.

Пружнов'язкі властивості в галузі малих деформацій вимірюються приладами, що називають зсуво- та пластомірами. Такі прилади використовуються для визначення структурно-механічних властивостей крохмального клейстеру, цукеркових мас, томато-продуктів, маргарину і м'ясних фаршів.

Зсувові характеристики можуть бути також визначені методом *пенетрації* або зондування. Принципи цих методів реалізовані в різних моделях пенетрометрів і консістометрів. Такі прилади використовуються для дослідження консистенції м'яса, ковбасних виробів, сиру та подібних йому продуктів.

З компресійних характеристик для контролю якості найчастіше використовують щільність, пружність, консистенції, з поверхневих – адгезію.

Густина, як і в'язкість є найважливішою характеристикою продукту і тому широко використовується для оцінювання якості продукту. Вона дуже тісно пов'язана з хімічним складом, температурою, концентрацією тощо. Оскільки абсолютну щільність виміряти важко, визначають відносну щільність – відношення маси продукту до маси води в тому самому обсязі за однієї і тієї самої температури. За густиною контролюють якість молока, молочних продуктів, лікєро-горілчаних виробів, вина, соків, сиропів, олій, тваринних жирів тощо.

Визначення густини. Густиною називають масу одиниці об'єму речовини за певної температури, наприклад 20 °С, і розраховують за (1.17):

$$\rho_{20} = \frac{m}{V}, \quad (1.17)$$

де m – маса речовини;

V – об'єм речовини.

Густина виражають у кілограмах на кубічний метр ($\text{кг}/\text{м}^3$) або у грамах на кубічний сантиметр ($\text{г}/\text{см}^3$) ($\text{кг}\cdot\text{м}^{-3} = 10^{-3} \text{г}\cdot\text{см}^{-3}$).

Відносна густина d_{20}^{20} – це відношення маси певного об'єму речовини до маси такого ж об'єму води, зважених за температури $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Відносна густина d_4^{20} – це відношення маси певного об'єму речовини, зваженої за температури $20\text{ }^\circ\text{C}$ до маси такого ж об'єму води за температури $4\text{ }^\circ\text{C}$.

Для сипучих і дрібних за розміром продуктів використовується об'ємна (насипна) щільність.

Визначення в'язкості. Віскозиметри використовуються для контролю якості вихідної сировини, напівфабрикатів і готового продукту, а також для контролю технологічного процесу. Необхідна умова під час проведення досліджень – підтримання в робочому зазорі ламінарного руху продукту, а також температури.

Визначення насипної щільності. Насипна щільність порошків або будь-яких сипучих матеріалів — співвідношення маси не ущільненого зразка до його об'єму, включаючи внесок міжчасткового вільного об'єму. Здатність порошків до збільшення об'єму залежить від приготування, обробки, зберігання, а також від поводження з пробєю. Насипну густина порошків визначають або вимірюванням об'єму певної маси проби порошку, просіяного крізь сито в градуйований циліндр, або вимірюванням маси певного об'єму порошку, що пройшов через прилад.

Густина після усадки – збільшена насипна густина, яка досягається механічним струшуванням зразка порошку в резервуарі. Насипну густина після усадки одержують механічним струшуванням градуйованого мірного циліндра або посудини, що містить зразок порошку. Після визначення

початкового об'єму або маси порошку, в мірному циліндрі або посудині проводять механічне струшування до отримання стійкого об'єму або маси.

Визначення ступеня подрібненості, об'ємної маси сипучих продуктів, температури краплеутворення та краплепадіння.

До фізичних методів аналізу можна віднести визначення ступеня подрібненості. Основною характеристикою процесу є ступінь подрібнення i , що дорівнює відношенню середніх розмірів кусків матеріалу до ($d_{\text{п}}$) і після ($d_{\text{к}}$) подрібнення: $i = d_{\text{п}}/d_{\text{к}}$. Визначальними лінійними розмірами кусків кулеподібної форми є діаметри $d_{\text{п}}$, $d_{\text{к}}$, а для частинок неправильної форми може бути їхня середня геометрична величина. Практично вона визначається розміром отворів сит, крізь які просівають весь матеріал до i після подрібнення. Використовують також поняття **об'ємний ступінь подрібнення**: $i = d_{\text{п}}/d_{\text{к}}$.

Подрібнення умовно поділяють на класи залежно від розмірів початкового і подрібненого матеріалу. Відповідно змінюється і ступінь подрібнення. При грубому дробленні $i = 2 \dots 6$, середньому — $i = 5 \dots 10$; при тонкому подрібненні $i > 100$.

Визначення об'ємної маси сипучих продуктів. Проба досліджуваного продукту просіюється через сито (кількість отворів у ситі на 1см^2 встановлюється у технічних умовах для окремого виду і сорту продукції), що розміщується на відстані 10 см від верхнього краю фарфорового тигля № 4, маса і об'єм якої визначені попередньо.

Після заповнення тиглю надлишок продукту знімають ножом по рівню верхнього краю тиглю і зважують із точністю до 0,0002 г.

$$X = \frac{a - b}{v}, \quad (1.18)$$

де x – об'ємна маса продукту; a – маса тигля з продуктом; b – маса пустого тиглю; v – об'єм тиглю.

Визначення температури краплеутворення та краплепадіння.

Визначення проводять за допомогою прибору Уббелоде (рис. 1.4).

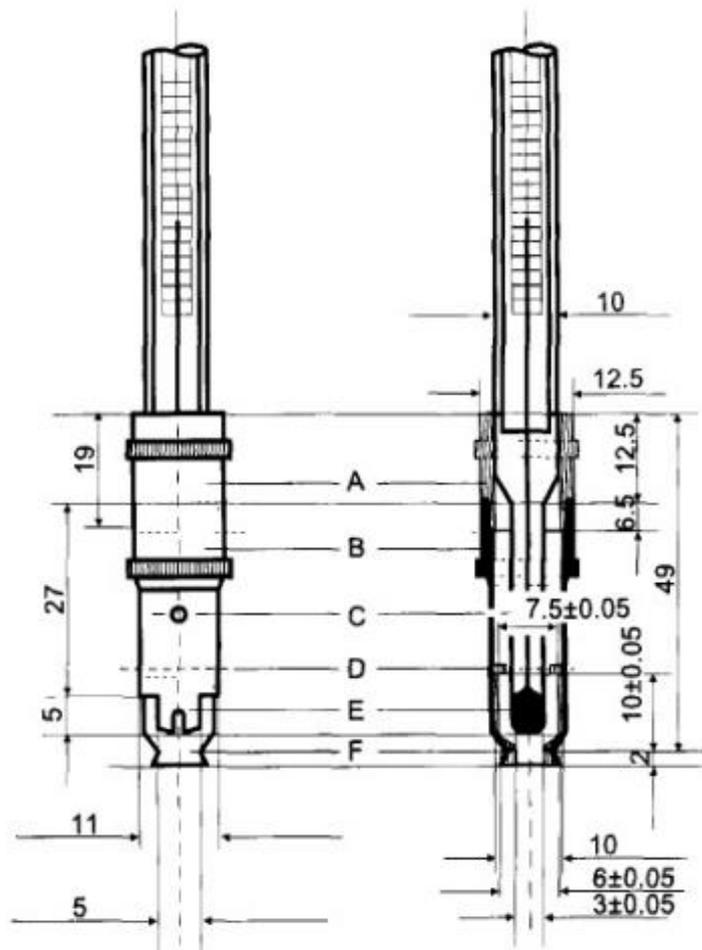


Рис. 1.4. Прилад для визначення температури краплепадіння. А, В – металеві гільзи, з'єднані за допомогою нарізки; С – отвір у стінці гільзи В; D – фіксатори; E – ущільнювачі; F – металева чашечка

Температурою каплеутворення називають температуру, за якої розм'якшена маса починає виступати із отвору прибору. Температурою краплепадіння називають температуру, при якій із отвору прибору падає перша капля досліджуваного продукту. Для продуктів, що мають у своєму складі жирові компоненти, першочергово видаляють жирову основу (без додавання парафіну) і температуру краплепадіння визначають з видаленою жировою основою, промитою, профільтрованою і висушеною за температури 80 °С. Пристрій складається із термометру, ртутний шарик якого занурений у скляну чашку з отвором у днищі. Чашечка приєднана до термометру за

допомогою металевої гільзи. Термометр з чашечкою розміщують у пробірці так, щоб між чашечкою і пробіркою залишалась відстань.

Пробірку в свою чергу укріплюють у ємності із гліцерином для рівномірного нагріву. Перед визначенням скляну чашечку виймають із гільзи, ставлять на скло та розмішають досліджувану речовину. Заповнену чашечку вставляють в металеву гільзу прибору, що є оправою для термометру. При цьому шарик термометру вижимає із отвору чашечки деяку кількість досліджуваного продукту, що знімається ножем, після чого масу охолоджують до 20 °С. Температура, за якої буде спостерігатись каплеутворення чи падіння першої каплі називається температурою розм'якшення чи каплеутворення та каплепадіння.

За допомогою фізичних методів визначають також такі показники якості **як вміст вологи, сухих речовин, зольність, температура плавлення і затвердіння, концентрація водневих іонів, наявність домішок тощо.**

Визначення температури плавлення. Температура плавлення є важливою фізичною константою органічних речовин. В технічному аналізі визначення температури плавлення дозволяє підтвердити тотожність досліджуваної лікарської речовини.

Одночасно одержують інформацію і про ступінь чистоти речовини, що аналізується. Наявність в ній домішок, як правило, знижує температуру плавлення.

У залежності від фізичних властивостей органічної речовини визначення температури плавлення проводять різними методами.

Капілярний метод. Температура плавлення, визначена капілярним методом, це температура, за якої остання тверда частка ущільненого стовпчика речовини в капілярній трубці переходить в рідку фазу.

На практиці для визначення температури плавлення частіше користуються іншим приладом, який складається з (рис.1.5):

1) круглодонної колби з термостійкого скла ємністю 100 ... 150 мл з довгою шийкою;

- 2) пробірки з термостійкого скла, вставленої в колбу так, щоб не сягала дна колби на 1 см;
- 3) капілярної трубки з безлужного скла діаметром від 0,9 до 1,1 мм;
- 4) ртутного термометра з ціною поділки 0,5 °С;
- 5) джерела нагріву (газовий пальник, електричний обігрівач).

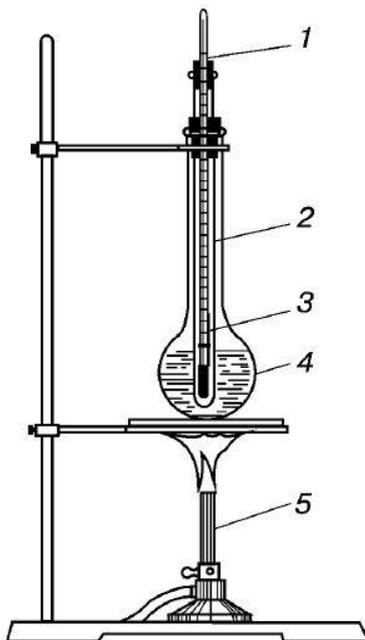


Рис. 1.5. Прилад для визначення температури плавлення
1 - ртутний термометр; 2 - пробірки з термостійкого скла;
3 - капілярна трубка; 4 - круглодонна колба; 5 - джерело нагріву

Колбу на 3/4 об'єму кулі заповнюють відповідною рідиною, наприклад, дистильованою водою (для речовин з температурою плавлення до 80 °С), вазеліновим або силіконовим маслом, концентрованою сульфатною кислотою (для речовин з температурою плавлення від 80 до 260 °С), розчином 3 частин калію сульфату в 7 частинах концентрованої сульфатної кислоти (для речовин з температурою плавлення понад 260 °С).

Тонко подрібнену в порошок речовину висушують у вакуумі над безводним силікагелем протягом 24 годин. Достатню кількість речовини вміщують в запаяну з одного кінця капілярну трубку (далі – капіляр) до одержання ущільненого стовпчика висотою від 4 до 6 мм. Нагрівають обігрівач до температури, яка приблизно на 10 °С нижча від гаданої температури плавлення і потім продовжують нагрівання зі швидкістю

близько 1 °С за хвилину. Коли температура досягне значення на 5 °С нижчого гаданої температури плавлення капіляр вміщують в прилад.

Прикріплюють капіляр до термометра гумовим кільцем або тоньким дротом так, щоб його запаяний кінець був на рівні центра кульки термометра. Відзначають температуру, при якій остання тверда частка перейде в рідку фазу. Капілярний метод застосовують для визначення температури плавлення твердих речовин, які легко перетворюються в порошок.

Уесь процес плавлення протікає протягом певного проміжку часу та в певному інтервалі температур: між початком плавлення – появою першої краплі рідини і кінцем плавлення (температурою плавлення) – повним переходом речовини в рідкий стан. Цей інтервал температур, який називається діапазоном плавлення, не повинен перевищувати 2 °С, якщо немає інших вказівок.

Цілий ряд органічних сполук при плавленні розкладається (спостерігається різка зміна зовнішнього вигляду речовини, наприклад потемніння, спінювання). Таку температуру називають температурою розкладання. Вона значною мірою залежить від швидкості нагрівання, тому при її визначенні в монографіях указують на швидкість нагріву.

Відкритий капілярний метод. Для визначення температури плавлення деяких речовин використовують скляний капіляр, відкритий з обох кінців, довжиною близько 80 мм, зовнішнім діаметром від 1,4 до 1,5 і внутрішнім діаметром від 1 до 1,2 мм. Речовину уміщують у п'ять капілярів у кількості, достатній для формування в кожному стовпчика заввишки близько 10 мм. Залишають на певний час. Прикріплюють один із капілярів до термометра з ціною поділки 0,2 °С таким чином, щоб речовина знаходилась у безпосередній близькості від кульки термометра. Термометр з прикріпленим капіляром уміщують у склянку так, щоб відстань між дном склянки та нижньою частиною кульки термометра складала 1 см. Склянку наповнюють водою, щоб висота її шару становила 5 см. Температуру води підвищують зі

швидкістю 1 °С за 1 хв. За температуру плавлення приймають температуру, за якої речовина починає підійматися по капіляру.

Визначення вмісту сухих речовин, вологи та зольності.

Визначення вмісту вологи. Усі харчові добавки та продукти містять визначену кількість вологи. Залежно від вмісту вологи, їх можна розглядати як складні системи. Вологість – дуже важливий показник якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції, вона чинить вплив на їх харчову цінність, технічні властивості. Форми зв'язку вологи в харчових продуктах різні.

Вміст вологи в сировині, напівпродуктах на різних стадіях виробництва і готовій продукції є одним з основних показників, за яким здійснюють контроль та облік у всіх галузях харчової промисловості. **Вологість** – це кількість води, яка міститься в досліджуваному продукті, виражена у відсотках (1.19).

$$W = \frac{m_v \cdot 100}{m_{np}}, \% \quad (1.19)$$

де m_v і m_{np} – маса води і маса продукту відповідно, г.

Загальний вміст інших хімічних компонентів продукту називають абсолютно-сухою речовиною. Оскільки аналіз виконують у наважці продукту без її висушування, то визначений таким чином показник виражається в розрахунку на повітряно-суху речовину ($A_{ПСП}$). Його значення перераховують на абсолютно-суху речовину ($A_{АСР}$) при вологості продукту W за формулою (1.20).

$$A_{АСР} = \frac{A_{ПСП} \cdot 100}{100 - W} \quad (1.20)$$

Розрізняють такі форми зв'язку вологи з матеріалом: **хімічний** – за якої молекули води входять до складу речовини в точному кількісному співвідношенні. Для видалення води необхідна інтенсивна теплова обробка, що може зумовити руйнування структури матеріалу; **фізико-хімічні** – адсорбційний та осмотичний; **фізико-механічні** – характерні для води, яка

заповнює капіляри, великі пори, порожнечі в тілах, і може бути вилучена механічним шляхом.

Тому вологу поділяють на вільну (вода легко випаровується при висушуванні) та зв'язану (вода дуже важко вилучається випаровуванням).

Розрізняють вологу вільну:

- адсорбційну, яка утримується завдяки поверхневій енергії речовини;
- осмотичну (набухання, структурну), яка завдяки осмосу проходить всередину високомолекулярних міцел – клітковини, білків, крохмалю;
- мікрокапілярів, яка заповнює пори речовини діаметром меншим, ніж 10^{-5} см;
- макрокапілярів, яка змочує поверхню речовини й знаходиться у великих порах діаметром більшим, ніж 10^{-5} см.

Гігроскопічна вологість – це максимальна кількість води, яку може містити матеріал за рахунок сорбції пари при 100 % відносній вологості повітря.

Істинна вологість – це загальний вміст води (вільної та зв'язаної) в досліджуваному матеріалі.

Прямі методи ґрунтуються на визначенні вмісту води в досліджуваному продукті шляхом її відділення від сухих речовин і поділяються на: **теплофізичні (термічні, висушування)** – ґрунтуються на випаровуванні води з наважки досліджуваного матеріалу під дією тепла; їх недолік низька продуктивність (на аналіз витрачається від 1 до 5 год, необхідно виконувати багато зважувань).

Термічний метод – метод висушування. Точну наважку речовини вміщують у бюкс і висушують до постійної маси. Постійна маса вважається досягнутою, якщо два послідовних зважування після 1 год висушування дають різницю, яка не перевищує 0,0005 г. Визначення води, якщо температуру не зазначено, проводиться за температури 100 ... 105 °С.

Розрізняють такі модифікації термічних методів визначення вологості:

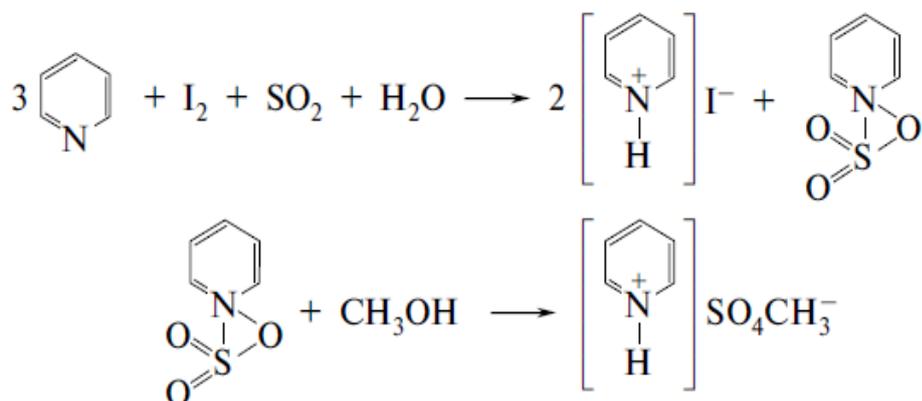
дистиляційні – ґрунтуються на відгоні води з наважки досліджуваного матеріалу та вимірюванні її кількості. Відгонку здійснюють у присутності органічного розчинника, який не змішується з водою й має меншу густину;

об'ємний метод (метод дистиляції) – метод Діна-Старка. Відгонку води здійснюють за допомогою органічних розчинників (толуол, ксилол, бензол, тетрахлорметан), з якими вода дає азеотропні суміші. Потім вимірюють об'єм води у відгоні.

екстракційні – ґрунтуються на вилученні води з досліджуваного зразка рідиною, яка поглинає воду (етиловим спиртом, гліцерином), і визначенні фізичних показників одержаного екстракту, пропорційних до вмісту води в ньому (відносної густини, температури кипіння, показника заломлення);

хімічні - ґрунтуються на взаємодії води з хімічним реагентом (металічним натрієм, карбідом кальцію, реактивом Фішера) і застосовуються для визначення вологості речовин з вмістом води до 1 %.

Метод титрування реактивом К. Фішера. Реактив К. Фішера – це розчин сульфур (IV) оксиду, йоду та піридину в метиловому спирті. Взаємодія реактиву з водою проходить у два етапи:



Метод дозволяє визначити сумарний вміст як вільної, так і кристалізаційної води в органічних та неорганічних лікарських речовинах. Реактиви і розчини, які використовуються в цьому методі, необхідно

зберігати в умовах, що запобігають поглинанню атмосферної вологи. Визначення води за методом К. Фішера проводять таким чином: точну наважку лікарського засобу, що містить приблизно від 0,03 до 0,05 г води, вміщують у суху колбу місткістю 100 мл, у яку попередньо додають 5 мл метилового спирту. Перемішують 1 хв. і титрують реактивом К. Фішера, додаючи його при наближенні до кінцевої точки по 0,1 ... 0,05 мл. Кінець титрування може бути визначений як візуально за зміною забарвлення від жовтого до червоно-коричневого, так і електрометричним титруванням «до повного припинення струму». Паралельно титрують 5 мл метилового спирту (контрольний дослід).

Вміст води, %, обчислюють за формулою (1.21).

$$X = \frac{(V - V_k) \cdot T \cdot 100}{m}, \quad (1.21)$$

де V – об'єм реактиву К. Фішера, витраченого на титрування в основному досліді, мл;

V_k – об'єм реактиву К. Фішера, витраченого на титрування в контрольному досліді, мл;

m – наважка досліджуваної речовини, г;

T – титр реактиву К. Фішера.

Недоліком прямих методів є велика витрата часу на виконання аналізу. У більшості випадків вони непридатні для оперативного контролю.

Непрямі методи ґрунтуються на вимірюванні зміни фізичних показників або властивостей, пов'язаних з вологістю матеріалів. Практичне застосування в харчовій промисловості мають електрометричні методи. Зокрема:

– *кондуктометричні* – ґрунтуються на вимірюванні електричної провідності або опору досліджуваного матеріалу в ланцюзі постійного

струму: чим вища вологість, тим менший питомий опір матеріалу й тим вища його електропровідність;

– *емнісні* – ґрунтуються на залежності значення діелектричної проникності (ДП) матеріалу від вмісту в ньому води, тобто на різниці між значеннями ДП води і сухих речовин. Із збільшенням вологості матеріалу його ДП збільшується.

Перевага електрометричних методів – оперативність і можливість одержати результати аналізу за 1 ... 2 хв; вони придатні для автоматизованого контролю й керування рядом технологічних процесів (зберігання, сушіння різноманітних продуктів).

Найпоширенішими в лабораторному контролі при визначенні вологості рослинних матеріалів і харчових продуктів є методи висушування:

1) зразковий (еталонний) метод – двоступеневе висушування матеріалу спочатку за температури 105°C і залишковому тиску не більшому, ніж 13,3 кПа (10 мм. рт. ст.), протягом 30 ... 50 хв (залежно від вологості) та за температури 130 °C протягом 1 год у зразковій вакуум-тепловій установці ОВЗ-1. Метод найточніший – розбіжність результатів аналізу між значеннями вологості не перевищує $\pm 0,10$ %; використовується також для градуювання сушильних шаф та електровологомірів. Точність методу забезпечується трьома умовами висушування: створенням вакууму, при якому процеси окиснення зведені до мінімуму; високою температурою висушування у вакуумі, що забезпечує випаровування адсорбованої води;

2) висушування наважки проби до постійної маси за температури 105 °C. Метод точний ($\pm 0,2$ %), але довготривалий. Для висушування використовують повітряні сушильні шафи з електричним нагріванням, постійна температура в яких підтримується за допомогою контактного термометра. Точність результатів аналізу залежить від ступеня подрібнення й однорідності за розмірами частинок матеріалу, товщини висушуваного шару, кількості наважок, які завантажуються одночасно, та їхнього розташування в сушильній камері, ефективності відведення вологого повітря тощо;

3) основний метод (стандартний, метод прискореного висушування) – висушування наважки проби в металевих бюксах у сушильній шафі типу СЕШ-3 з циркуляцією нагрітого повітря за температури 130 °С протягом 40 хв. Точність методу – $\pm 0,25$ %, при арбітражних визначеннях допускається відхилення $\pm 0,5$ %. Метод прискореного висушування більшою мірою задовольняє потреби виробництва в оперативному контролі, тому що дозволяє одержувати результати аналізу приблизно за 1 год;

4) для експрес-визначення вологості (протягом 5 ... 10 хв) використовують прилад Чижової. Швидке висушування досягається розподілом наважки тонким шаром та її прогріванням з обох боків масивними металевими плитами з високою теплопровідністю та теплоємністю, нагрітими за допомогою електричного струму до 160 ... 165 °С. Сушіння звичайно ведуть за температури 160 ± 5 °С, але якщо за цієї температури матеріал обуглюється, то її знижують. Тривалість, необхідну для повного висушування матеріалу, визначають експериментально. Для більшості матеріалів висушування закінчується за 5 ... 10 хв, тому метод придатний для оперативного контролю;

5) метод висушування ІЧ-променями ґрунтується на високій здатності вологих матеріалів поглинати тепловий потік, який проходить на декілька міліметрів вглиб речовини, швидко нагріває та випаровує воду.

Визначення вологості продукту є одночасно визначенням вмісту сухих речовин і навпаки.

Технологічну якість сировини, напівпродуктів і готової продукції харчових виробництв оцінюють за вмістом сухих речовин (СР).

Вмістом (концентрацією) СР називають загальну кількість усіх компонентів (крім води), які містяться в 100 г (або в 100 мл) досліджуваного продукту, виражену в масових відсотках або в г/100 мл відповідно.

Розрізняють поняття істинних і видимих СР (або істинного і видимого вмісту СР). Істинними називають СР, вміст яких визначають безпосередньо висушуванням. Вміст видимих СР знаходять непрямим шляхом за

показником, який змінює своє значення пропорційно до зміни концентрації СР, а саме – за відносною густиною розчину або показником заломлення. Вміст СР у розчині визначають за допомогою ареометра, пікнометра або рефрактометра.

Ареометр – це скляна циліндрична ємність, яка переходить у верхній частині в тонку, запаяну вгорі, трубку, всередині якої знаходиться шкала. Нижня, товста частина ареометра заповнюється металевими кульками. Шкалу ареометра градуують залежно від його призначення. Якщо вона градуйована за відносною густиною розчину, то ареометр називають денсиметром, а якщо за вмістом сахарози у розчині, то цукроміром (сахарометром). У практиці харчових виробництв найчастіше використовується цукромір Балінга-Брікса, градуйований за сахарозою.

У чистому водному розчині сахарози цукроміром безпосередньо визначають її вміст, а в присутності інших розчинених речовин прилад показує видимий вміст СР (у мас. %). Якщо, наприклад, цукромір показує 20°, це означає, що в 100 г розчину міститься 20 г сахарози або 20 г СР. Відлік ведуть за нижнім краєм меніска. У темних рідинах, інтенсивне забарвлення яких не дозволяє зняти показ за нижнім меніском, вимірювання виконують за верхнім, а результат збільшують на 0,2°.

Визначення вмісту мінеральних речовин (золи). Залежно від кількості мінеральних речовин в харчових добавках та косметичних засобах їх підрозділяють на макро- і мікроелементи. Загальний вміст мінеральних речовин може бути визначений озоленням. Зола являє собою мінеральну частину продукту, отриману після спалювання органічних речовин. До складу мінеральних речовин входять хлористі, карбонатні, фосфатні і сульфатні солі калію, натрію, амонію, магнію, кальцію. В невеликих кількостях в золі міститься залізо, в мікродозах – мідь, цинк, стронцій, барій, бор, кремній, олово, молібден, кобальт, нікель та ін.

Нині для визначення вмісту золи використовують кілька методів: метод без попереднього висушування наважки, прискорений метод і метод

визначення мінеральних речовин, що не розчинні у 10%-му розчині хлоридної кислоти. Метод без попереднього висушування наважки застосовують в тому випадку, якщо вміст вологи в продукті не перевищує 20 %.

Для підвищення швидкості озолення і зниження втрат летких компонентів до наважки продукту масою близько 2 г, зваженої з точністю до третього знаку після коми, додають 0,2 ... 0,3 г магній ацетату, нітратної кислоти та її солей, сульфатну кислоту, пероксид водню. Органічну частину продукту спалюють за температури 500 ... 800 °С.

Масову частку золи (у відсотках) обчислюють за формулою (1.22).

$$\varpi_3 = \frac{m_2 - m_1}{m}, \quad (1.22)$$

де m – наважка досліджуваного зразка продукту, г;

m_1 – маса тигля, г; m_2 – маса тигля з золюю, г.

1.4.2. Характеристика хімічних методів аналізу

Хімічні методи оцінки якості харчових продуктів використовуються для визначення кількості та якості окремих органічних або неорганічних речовин, що входять до складу харчового продукту. Хімічні методи ґрунтуються на хімічних властивостях досліджуваних речовин, їхньої здатності брати участь у певних специфічних кількісних або якісних реакціях з певними реагентами. Ефектом таких реакцій може бути утворення малорозчинного осаду або комплексного сполучення.

Хімічними методами в харчових продуктах визначають кислотність, вміст хлоридів, цукрів, клітковини, пентозанів, жиру, білкових речовин, а також вітамінів і ферментів.

Класичні методи хімічного аналізу можна поділити на три групи:

- гравіметричний (ваговий) аналіз;
- титриметричний (об'ємний) аналіз;

– газовий аналіз.

Гравіметричний аналіз є одним з найбільш точних класичних аналізів, але він має ряд недоліків, основні з яких - значні затрати праці і часу на визначення, а також труднощі при визначенні малих кількостей речовин. В наш час у практиці кількісного аналізу гравіметричний аналіз застосовують порівняно рідко і намагаються замінити його іншими методами.

Основна перевага титрометричного аналізу є швидкість визначення, а також широкі можливості використання найрізноманітніших хімічних властивостей речовин. Значне скорочення часу аналізу в порівнянні з гравіметричним методом сприяє розвитку і великому поширенню методів титрометричного аналізу.

Титриметричний аналіз ґрунтується на вимірюванні об'єму реактиву, витраченого на реакцію з речовиною, яку визначають. Реактив найзручніше застосовувати у вигляді розчину відомої концентрації, а потім виміряти об'єм розчину, витраченого на взаємодію з компонентом, який визначають. Процес доливання одного розчину, який міститься в бюретці, до іншого розчину називається титруванням.

У титрометричному аналізі розчин з точно відомою концентрацією називають титрованим або робочим розчином; іноді застосовують термін “стандартний розчин”. При титруванні до певного розчину поступово додають робочий розчин до моменту, коли кількість молей еквівалентів його в усьому об'ємі розчину стане рівною кількості молей еквівалентів речовини, яку визначають. Цей момент титрування називають точкою еквівалентності.

Хімічний аналіз неорганічних речовин складається з методів ідентифікації катіонів та аніонів, кількісне визначення також ґрунтується на хімічних властивостях катіонів та аніонів. Хімічний аналіз органічних речовин, заснований на наявності функціональних груп. Функціональна група – це пов'язані з вуглеводневим радикалом окремі атоми або групи атомів, які визначають хімічні властивості молекул і можуть бути

використані для ідентифікації (встановлення автентичності) та кількісного визначення харчових добавок і косметичних засобів.

Визначення кислотності харчових добавок та продуктів. Використання методу кислотно-основного титрування для контролю харчових добавок і косметичних засобів.

Більшість харчових продуктів складається з різноманітних речовин, що виявляють властивості кислот або основ. Це органічні або неорганічні кислоти, їхні кислі й основні солі, амоніак і солі амонію, аміни, пептиди і білки, гетероциклічні основи й інші речовини. Кислотність обумовлює смакові властивості продуктів і є показником їх свіжості і доброякісності. Кислотність залежить від природи сировини, з якої виготовляється продукт, а також від рецептури, технологічного режиму та способів виготовлення, від термінів зберігання, тобто є важливим показником якості харчових продуктів, визначення якого є суттєвим. Залежно від характеру і консистенції досліджуваних продуктів, кислотність визначають безпосередньо в самих продуктах (рідких) або водних витяжках, які одержують з них (у продуктах, що містять не рідку консистенцію). Розрізняють активну (рН) і титровану кислотність.

З огляду на активну кислотність роблять висновки про концентрацію вільних іонів водню в розчині. Величина рН, її зміна під час збереження і переробки харчових продуктів характеризує якість більшості харчових продуктів, тому що діяльність ферментів і бактерій пов'язана з кислотністю середовища. Таким чином, даний показник може застосовуватися для контролю біохімічних процесів, що відбуваються в процесі зберігання харчових продуктів. На практиці рН найчастіше визначають за допомогою універсальних лакмусових папірців. Ці папірці з кольоровою шкалою порівняння змочують досліджуваним розчином і, спостерігаючи забарвлення, що утворилося, визначають величину рН.

Попри те, що активна кислотність є показником істинної кислотності, усе-таки якість багатьох харчових продуктів (плодово-ягідних соків,

маринадів, квашених овочів, молочних продуктів, жирів, борошна, хлібобулочних і кондитерських виробів) регламентується за титрованою кислотністю. У харчовій промисловості методи кислотного титрування застосовують, в основному, для визначення кислотності харчових продуктів і сировини для їх виготовлення: борошна, молока, меду, сметани, яєчного порошку, тіста, хлібобулочних виробів. Кислотність харчових продуктів виражається в градусах. Наприклад, кислотність борошна вищого гатунку – 3°; першого сорту – 3,5°; другого сорту – 4,5°. Кислотність молока – 16 ... 18°. Це також один з показників якості пива, напоїв, вин. Він характеризує сумарний вміст вільних органічних кислот у винах. Кислотність вин коливається в межах 5 ... 7 г/дм³ (в перерахунку на винну кислоту).

Титрованою кислотністю називають кількість вільних органічних кислот і їх кислих солей, що містяться в досліджуваному продукті.

Метод визначення титрованої кислотності заснований на нейтралізації водних витяжок, отриманих з наважок досліджуваного продукту розчином лугу. Пофарбовані витяжки можна титрувати лугом у присутності 0,1 %-го спиртового розчину тимолфталейну. Закінчення титрування визначають за отриманням стійкого синього забарвлення.

Титрування можна проводити потенціометричним методом. Зазвичай його застосовують для титрування забарвлених витяжок з рослинної тканини. У цьому випадку закінчення нейтралізації визначають за зміною електропровідності досліджуваного розчину за допомогою потенціометра.

Вміст органічних кислот і кислих солей (у відсотках) розраховують за формулою (1.23).

$$\omega_k = \frac{V_T \cdot K \cdot P}{V_E \cdot m} 100 \quad (1.23)$$

де V_m – об'єм 0,1 н. розчину NaOH, витраченого на титрування, мл;
 K – коефіцієнт перерахунку на превалюючу кислоту; P – ступінь

розбавлення; V_E – об'єм витяжки із досліджуваного продукту, взятої для титрування, мл; m – наважка продукту, г.

Кислотність продуктів, що містять різні кислоти і значну кількість кислих солей, виражають у градусах. Під *градусом кислотності розуміють обсяг 0,1 н. розчину NaOH, необхідного для нейтралізації кислот, що містяться в 100 г досліджуваного продукту.*

У відсотках до превалюючої кислоти виражають кислотність плодово-ягідних соків (яблучна), маринадів (оцтова), квашених овочів (молочна).

Кислотність молочних продуктів виражають у градусах Тернера, означають обсяг 0,1 н. розчину NaOH, необхідного для нейтралізації кислот, що містяться в 100 мл або 100 г продукту.

Кислотність жирів виражають у міліграмах KOH, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, що утримуються в 1 г досліджуваного жиру.

Визначення вмісту цукру. Кількість цукру характеризує смакові та харчові якості продуктів. Крім того, оскільки цукор використовується як засіб консервування деяких харчових продуктів, його вміст впливає ще й на їхню стійкість під час збереження. Тому визначення вмісту цукру має велике значення для оцінки і контролю якості продукції.

Хімічні методи визначення цукру базуються на здатності їхніх карбонільних груп окислюватися в лужному середовищі з відновленням при цьому різних речовин. За кількістю відновлених речовин роблять висновки про вміст цукру у досліджуваному продукті. Залежно від досліджуваних речовин роблять висновок про вміст цукру у досліджуваному продукті. Залежно від складу застосованих реактивів, умов протікання реакцій окиснювання-відновлення і способів визначення кількості відновлених речовин хімічні методи визначення цукру можна розділити на дві основні групи:

- методи, засновані на відновленні в лужному розчині солей окисної міді та ртуті (перманганатні методи і метод Бертрана);

- методи, засновані на відновленні в лужному розчині червоної кров'яної солі. До цієї групи належить ціанідний метод і його різновиди.

Перманганатні методи полягають в об'ємному визначенні кількості закисної міді, що утворюється під час взаємодії карбонільних груп цукрів з рідиною Фелінга з наступним титруванням кількості закисного заліза, що утворилося при цьому, розчином калій перманганату. Про вміст цукру судять із кількості розчину калій перманганату, використаного для титрування.

Ціанідні методи ґрунтуються на здатності цукрів, що редукують, відновлювати в лужному середовищі червону (калій ферриціанід) і жовту кров'яну сіль. Ціанідні методи широко застосовуються при дослідженні харчових продуктів. У чинних стандартах ці методи мають різні найменування: у разі дослідження коньяків і лікєро-горілочаних виробів – ферриціанідний, у разі дослідження кондитерських виробів – ферриціанідний, консервованих харчових продуктів – ціанатний.

Крім того, для визначення глюкози за наявності фруктози (кетоцукру) і визначення сахарози застосовують йодометричний метод (метод Вільштеттера-Шудля). Цей метод ґрунтується на здатності глюкози, що містить альдегідну групу, кількісно окиснюватися йодом у лужному розчині. За кількістю йоду, витраченого в реакції, визначають кількість глюкози в досліджуваному продукті.

1.4.3. Фізико-хімічні методи аналізу

Фізико-хімічні методи оцінки якості харчової харчових добавок, харчової продукції та косметичних засобів використовуються для визначення показників, що можуть бути проконтрольовані шляхом комплексного використання фізичних і хімічних методів.

За допомогою фізико-хімічних методів аналізу визначають зміни фізичних властивостей системи (коефіцієнт заломлення світла, поглинання

світла, електричної провідності тощо), що відбувається в результаті хімічних або електрохімічних реакцій. Інтенсивність фізичного сигналу залежить від концентрації обумовленого компонента. Найбільш поширеними фізико-хімічними методами визначаються оптичні або електричні властивості.

Розрізняють такі фізико-хімічні методи дослідження харчових добавок, харчових продуктів та косметичних засобів: поляриметричний, рефрактометричний, електрохімічні, хроматографічні та люмінесцентні. До фізико-хімічних методів також належать і фотокалориметричний метод дослідження (різновид абсорбційного аналізу) у тому випадку, коли обумовлений компонент не має власного забарвлення його перетворюють на забарвлений за допомогою реакцій зі специфічними фотометричними реагентами.

Рефрактометрія. Рефрактометрія базується на визначенні показника заломлення. Абсолютний показник заломлення – це відношення швидкості розповсюдження світла у вакуумі до швидкості розповсюдження світла у речовині, що досліджується. На практиці визначають так званий відносний показник заломлення – відношення швидкості розповсюдження світла у повітрі до швидкості розповсюдження світла у речовині. За законом рефракції показник заломлення – величина постійна для кожної речовини. Вона також дорівнює відношенню синуса кута падіння (α) на поверхню розподілу двох середовищ до синуса кута заломлення (β) – (1.24), (рис. 1.6).

$$n = \frac{\text{Sin}\alpha}{\text{Sin}\beta} \quad (1.24)$$

Показник заломлення залежить від температури та довжини хвилі, за якої проводять визначення, а у розчинах, крім того, – від їх концентрації та природи розчинника. Підвищення температури викликає зменшення величини показника заломлення. Прилади, на яких визначають показник заломлення, називаються рефрактометрами (рис. 1.7). Визначення показника заломлення проводять за температури $20 \pm 0,5$ °C і довжині хвилі D спектра випромінювання натрію ($\lambda=589,3$ нм); показник заломлення, визначений за

таких умов, позначають індексом n_D^{20} . Переваги методу – швидкість і простота вимірювань, достатня точність (0,01 %), мала витрата досліджуваної речовини, можливість автоматизації контролю виробництва. Рефрактометричний метод застосовують для аналізу водних, спиртових, ефірних та інших розчинів з масовою концентрацією розчиненої речовини вищою, ніж 1 %. Аналіз розчинів з нижчою концентрацією дає суттєву похибку визначення.

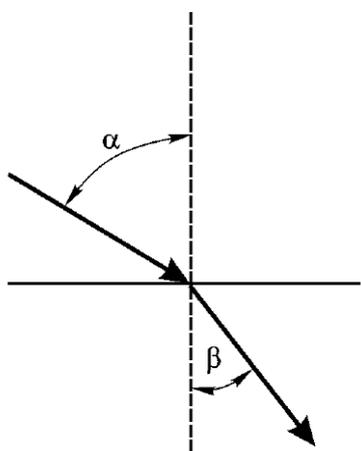


Рис. 1.6. Хід променя через границю розділення двох фаз: α - кут падіння; β - кут заломлення

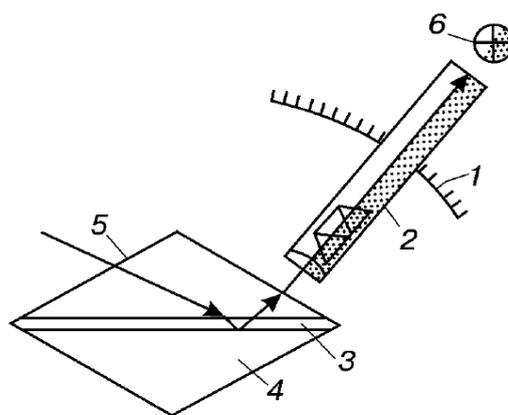


Рис. 1.7. Принципова схема рефрактометра: 1 - шкала; 2 - зорова трубка; 3 - рідина, що досліджується; 4, 5 - призми; 6 - окуляр з перехрестям візирних ліній

Поляриметричний метод. Основи поляриметрії. Атоми в складі молекули деяких речовин здатні поляризуватись, тобто набувати дипольний момент в електричному полі. Поляризація атомів зумовлена зсувом в молекулі атомів різного типу, що пов'язано з несиметричним розподілом електронної щільності в молекулі. Речовини, що містять такі асиметричні атоми, мають оптичну активність. Вони здатні викликати обертання площини поляризації минаючого через досліджувану речовину світла. Оптичне обертання – це здатність речовини обертати площину поляризації при проходженні крізь неї поляризованого світла. Це здатність властива великій

кількості речовин. До них належать вуглеводи, окси- та амінокислоти, більшість терпеноїдів, деякі гормони, антибіотики, алкалоїди та ін.

У залежності від природи речовини обертання площини поляризації може мати різну величину та напрям. Якщо для спостерігача, до якого спрямоване світло, що проходить крізь оптичноактивну речовину, площина поляризації обертається за годинниковою стрілкою, то речовину називають правообертаючою і поряд з її назвою ставлять знак “+”, якщо ж площина поляризації обертається проти годинникової стрілки, то речовину називають лівообертаючою і перед її назвою ставлять знак ”–“.

Величину відхилення площини поляризації від початкового положення називають кутом обертання і позначають літерою α . Ця величина залежить від природи речовини, довжини шляху поляризованого світла в оптично діяльному середовищі та довжини хвилі світла, а для розчинів – також від концентрації речовини та від природи розчинника. Вплив температури у більшості випадків незначний.

Вимірювання кута обертання речовини проводять на приладах – поляриметрах. Спочатку встановлюють нульове положення призм. Для цього в прилад вставляють пусту поляриметричну трубку (якщо досліджують чисту рідку речовину) або трубку, наповнену розчинником. Призму-аналізатор встановлюють в положення, при якому два (або три) поля зору мають рівне освітлення (тобто спостерігається рівномірно забарвлене коло). Повторюють цю операцію тричі; з отриманих показників розраховують середнє значення, яке й приймають за нульове положення призм. Після цього трубку заповнюють рідиною, що досліджується. Якщо трубка не має розширення, то під час наповнення слідкують за тим, щоб не утворилися бульбашки повітря. Трубку вставляють в прилад, знімають показники поляриметра, не менше ніж 3 рази, зі зразком речовини, що досліджується, і розраховують середнє арифметичне значення. Алгебраїчна різниця між цим значенням і нульовою точкою становить кут обертання. Для порівняльної оцінки здатності різних

речовин обертати площину поляризації розраховують величину питомого обертання.

Питоме обертання $[\alpha]_D^{20}$ – це обертання площини поляризації, викликане шаром речовини завтовшки 1 дм при перерахунку на вміст 1 г речовини в 1 мл об'єму. Ця величина є найважливішою фізичною константою, яка характеризує речовини.

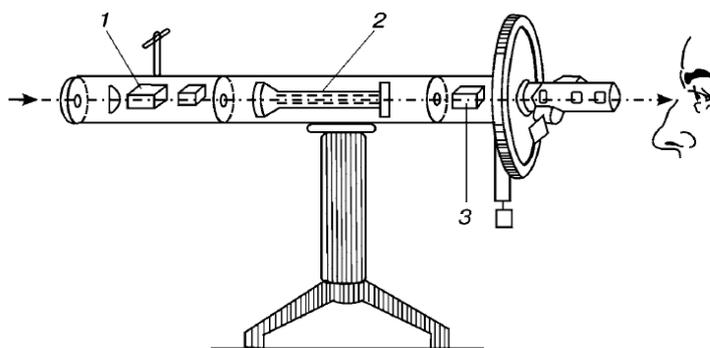


Рис.1.8. Принципова схема поляриметра:
1 - призма-поляризатор; 2 - трубка з розчином; 3 - призма-аналізатор

Для рідких індивідуальних речовин питоме обертання розраховують за формулою (1.25).

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{l \cdot \rho} , \quad (1.25)$$

де α – вимірний кут обертання у градусах; l – товщина шару рідини (довжина поляриметричної трубки), дм; ρ – густина рідини, г/мл.

Для розчинів питоме обертання розраховують за формулою (1.26).

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot c} , \quad (1.26)$$

де α – вимірний кут обертання у градусах;

l – товщина шару рідини (довжина поляриметричної трубки), дм;

c – концентрація розчину, %.

Методи дослідження люмінесцентних властивостей. Методи дослідження люмінесцентних властивостей речовини засновано на вимірюванні інтенсивності світіння (люмінесценції) атомів, іонів, молекул при їх порушенні різними видами енергії. При люмінесценції відбувається

випущення світла збудженими частками. Переходячи в більш низький енергетичний стан, частинка випускає квант світла – люмінесціює.

Головною перевагою люмінесцентного методу є низька межа виявлення (10^{-8} % і менше), що практично важливо при визначенні різних добавок і забруднень в м'ясі і м'ясних продуктах. Цей метод добре зарекомендував себе також при експрес-визначенні доброякісності м'яса.

Люмінесценція характеризується тривалістю збудженого стану, яка у різних речовин має певну середню величину. Поглинена енергія деякий час залишається в збудженій частці. Це час – середня тривалість збудженого стану – визначається властивостями збудженої частинки і дією на неї навколишнього середовища. Джерела збудження люмінесценції можуть бути різними.

Залежно від виду джерела збудження розрізняють термлюмінесценцію, редіолюмінесценцію, хемілюмінесценцію та ін.

Найчастіше джерелом збудження люмінесценції є світло оптичного діапазону ультрафіолетових і видимих частот, в цьому випадку явище називають фотолюмінесценцією.

Залежно від часу перебування частинок у збудженому стані розрізняють флуоресценцію і фосфоресценцію.

Флуоресценція – короткочасне світіння ($\tau = 10^{-7} \dots 10^{-10}$ с), яке триває тільки при опроміненні. Якщо джерело збудження усунути, то світіння припиняється миттєво або не більше, ніж через 10^{-3} с.

Фосфоресценція – більш тривале світіння ($\tau = 10^{-3} \dots 10^{-2}$ с), яке продовжується після відключення джерела випромінювання.

Важливою характеристикою люмінескуючих речовин є квантовий вихід люмінесценції, який показує, наскільки ефективно в досліджуваній речовині енергія збудження перетворюється в люмінесценцію.

Квантовий вихід (φ_L) визначається відношенням числа випромінюючих квантів (N_f) збуджуючого світла до числа поглинених (N_a) речовиною квантів світла (1.27).

$$\varphi_L = \frac{N_f}{N_a} \quad (1.27)$$

Розмір квантового виходу залежить від концентрації люмінесцуючої речовини в розчині, температури, присутності сторонніх домішок. Зменшення квантового виходу під впливом цих факторів отримало назву гасіння люмінесценції.

Воно починається з деякої «порогової» концентрації речовини C_0 . Залежність квантового виходу від концентрації речовини має експонентний характер (1.28).

$$\varphi_L = \varphi_0 \cdot \exp[-k \cdot (C - C_0)] \quad (1.28)$$

де φ_0 – вихід люмінесценції при нескінченному розведенні.

Величина C_0 (моль/л) і константа k залежать від природи люмінесцуючої речовини. За умови $C \leq C_0$ та $\varphi_L = \varphi_0$.

Про концентрацію люмінесцуючої речовини можна судити за інтенсивністю його світіння, яка пропорційна кількості поглиненої речовиною енергії і квантовому виходу (1.29).

$$I_f = I_a \cdot \varphi_L \quad (1.29)$$

Значення I_a можна обчислити з попереднього рівняння.

Залежність інтенсивності люмінесценції I_f від концентрації речовини має вигляд (1.30).

$$I_f = I_0 \cdot \varepsilon_\lambda \cdot C \cdot l \cdot \varphi_L \quad (1.30)$$

де I_0 – інтенсивність люмінесценції при нескінченному розведенні;

ε_λ – молярний коефіцієнт екстинкції (світопоглинання) речовини,

l (моль·см); l – товщина поглинаючого шару, см.

Оскільки ε_λ , L , I_0 – величини постійні для даної речовини, то за умови $C \leq C_0$ рівняння приймає вигляд (1.31).

$$I_f = k \cdot C . \quad (1.31)$$

Таким чином, залежність інтенсивності люмінесценції речовини від її концентрації має лінійний характер. Цю залежність використовують для кількісних визначень в люмінесцентних аналізах.

Одна з основних закономірностей люмінесценції полягає в тому, що спектр люмінесценції (його форма і положення) не залежить від довжини хвилі збуджуючого світла.

Люмінесцентний аналіз зводиться до візуального спостереження або реєстрації за допомогою приладів люмінесценції. Залежно від поставлених цілей і завдань дослідження, способів збудження та реєстрації люмінесценції використовуються різні методи і прийоми аналізу.

Розрізняють дві групи люмінесцентних методів – люмінесцентні методи виявлення та фізико-хімічні люмінесцентні методи.

Люмінесцентні методи виявлення в основному використовуються в якості тестових експрес-методів, оскільки вони не вимагають кількісних вимірів і пов'язаних з ними ускладнень. До цієї групи методів належать люмінесцентний видовий і сортовий аналіз, за допомогою якого за кольором і яскравістю світіння встановлюють вид і сорт харчових продуктів, а також люмінесцентну діагностику, яка полягає у виявленні початкових ознак псування харчових продуктів, наявності домішок, забруднень та ін.

До групи фізико-хімічних люмінесцентних методів відносяться якісний люмінесцентний аналіз, за допомогою якого встановлюють якісний склад досліджуваного продукту, будова і властивості окремих компонентів, а також кількісний люмінесцентний аналіз, в завдання якого входить визначення кількісного вмісту окремих компонентів продукту або співвідношення його складових частин. Кількісний флуоресцентний аналіз заснований на

виявленні залежності між інтенсивністю флуоресценції та концентрацією люмінесцуючої речовини.

Для кількісних визначень застосовують люмінесцентні фотометри, які часто називають флуорометр.

Сила струму, що виникає в ланцюзі фотоелемента, пропорційна світловому потоку люмінесценції, падаючого на фотоелемент. Попереднє градування шкали приладу дозволяє вимірювати інтенсивність люмінесценції без використання еталонів.

Хроматографія.

Хроматографія – це процес поділу складної суміші речовин на компоненти за допомогою сорбційних методів у динамічних умовах. Основою хроматографії всіх видів є розподіл речовини між двома фазами, що не змішуються. Одна з фаз нерухома й омивається іншою фазою, рухомою. Роль нерухомої фази виконують тверді тіла або рідини, а як рухома фазу використовують рідину або газ.

З огляду на обраний тип рухомої фази хроматографія поділяється на *газову і рідинну*. Залежно від агрегатного стану обох фаз розрізняють твердо-рідинну, рідинно-рідинну, газово-адсорбційну і газово-рідинну хроматографії.

Зважаючи на види допоміжних засобів, що використовуються в хроматографічних методах, розрізняють паперову, тонкошарову і колонкову хроматографію.

За геометрією сорбційного шару нерухомої фази розрізняють площинну і колонкову хроматографії. До площинної належать тонкошарова хроматографія (ТШХ) і хроматографія на папері. В колонковій зазвичай виділяють капілярну хроматографію. За механізмом розділення розрізняють іонообмінну, осаджувальну, афінну, адсорбційну і розподільчу хроматографії. Останні два види хроматографії ґрунтуються відповідно на різній сорбованості речовин, що розділяються адсорбентом, і на різній розчинності їх у нерухомій фазі й елюенті.

Газо-рідинна хроматографія є найбільш важливим методом для вивчення складу жирних кислот природних жирів і олій, також ліпідів, виділених із різних харчових продуктів.

Паперова хроматографія є одним із найбільш поширених видів рідинно-рідинної хроматографії. Особливість паперової хроматографії полягає в тому, що як нерухому фазу використовують воду, яку утримують волокна спеціального фільтрованого паперу, призначеного для хроматографії.

Тонкошарова хроматографія може розглядатись як різновид паперової хроматографії. Замість паперу в тонкошаровій хроматографії використовують скляні пластинки, на які тонким шаром наносять сорбент. Цим методом визначають фракційний склад ліпідів, вміст вітамінів, залишкових кількостей пестицидів, амінокислот, нуклеотидів, цукру, фенолу, гормонів, алкалоїдів та інших сполук у харчових продуктах та косметичних засобів.

Хроматографічний процес, який протікає при проходженні рухомої фази в тонкому шарі сорбенту (носія), нанесеному на інертну поверхню, називається хроматографією в тонкому шарі сорбенту. Механізм хроматографічного розділення може бути різним, але найчастіше він адсорбційний. Переміщення рухомої фази в шарі сорбенту з метою спрощення апаратного оформлення процесу хроматографування, як правило, здійснюють висхідним методом, тобто під дією капілярних сил.

Обладнання. Зазвичай використовують скляні, алюмінієві або пластикові пластини розміром 10×10, 15×15, 20×20 см², вкриті шаром сорбенту (товщина шару звичайно 0,25 мм).

У літературі наведені методики нанесення тонкого шару, однак останнім часом у технічному аналізі практично повністю перейшли на промислові пластини з закріпленим шаром сорбенту. Процес хроматографування проводять у прямокутних або циліндричних скляних посудинах, закритих герметично пришліфованою кришкою

(хроматографічних камерах). На дно камери наливають систему розчинників, у яку занурюють хроматографічну пластинку з нанесеними зразками. Для горизонтального елюювання хроматографічна камера має жолоб для рухомої фази і додатково містить пристрій для подачі рухомої фази до нерухомої. Застосовують мікропіпетки, мікрошприці, калібровані капіляри або інші пристрої, придатні для нанесення розчинів.

Нерухома фаза. Як сорбенти використовують різноманітні модифікації алюміній оксиду, целюлози, кізельгуру, силікагелю з добавками зв'язувальних агентів, таких як кальцію сульфат або крохмаль. Застосовують також силанізовані сорбенти. Силанізування дозволяє пригнітити активні центри сорбенту. При цьому його тип (прямофазний) не змінюється. Силанізовані сорбенти слід відрізнити від сорбентів з прищепленими алкільними групами (як правило, вуглеводневі радикали), які звичайно є оберненофазними. Термін «оберненофазний» означає, що звичайний («прямий») порядок зміни елююючої сили в елюотропному ряду розчинників змінюється на цих сорбентах на зворотний. У вітчизняній практиці звичайно використовують такі марки готових пластин:

- прямофазні — «Silufol» (Чехія), «Сорбфил» (Росія), «Merck» (Німеччина)
- звичайні або з підкладкою, що флуоресціює при 254 і/або 365 нм;
- оберненофазні — «Сорбтон» (Росія), «Merck» (Німеччина) звичайні і з підкладкою, що флуоресціює при 254 і 365 нм.

Перед використанням готові пластини зі скляною та алюмінієвою підкладками звичайно активують нагріванням упродовж 1 год за температури 100 ... 105 °С, іноді 120 °С, для видалення вологи, що знижує активність сорбенту. Пластини з полімерною підкладкою термічній активації не підлягають. Іноді перед використанням пластини промивають, елююючи чистий розчинник або систему розчинників. Одним із варіантів ТШХ є хроматографія на поліамідних плівках. Високу ефективність хроматографічного розділення дають такі сорбенти, як поліамідна крихта марки Б і поліетилентерефталева плівка.

Рухома фаза. Вибір рухомої фази в ТШХ має забезпечити виконання трьох головних умов:

- 1) добре розділення сполук, що досліджуються; 2) висока чутливість виявлення цих сполук; 3) добра відтворність величин R_f .

Виконання умов 1 і 2 немалою мірою пов'язано з оптимальним значенням R_f сполук, що досліджуються. Розглянемо експериментальну залежність значень R_f від складу бінарної рухомої фази. Бінарні рухомі фази складаються з розріджувача й активного (в елююючому сенсі) компонента. Якщо концентрація активного компонента бінарної рухомої фази буде великою, значною буде і її елюююча сила, а відповідно і значення R_f речовин, що аналізуються. Площа хроматографічної зони (плями) зростає (а чутливість детектування падає) приблизно пропорційно квадрату величини R_f , тому оптимальними значеннями R_f при встановленні тотожності можна вважати значення $R_f = 0,4 \dots 0,6$. При контролі домішок для підвищення чутливості величини їх R_f доцільно зменшити до $0,2 \dots 0,4$. При маленьких величинах R_f (менш ніж $0,2$) збільшується вірогідність перевантаження плям, що призводить до зміни форм плям і погіршення їх розділення. Крім того, деякі речовини можуть просто не встигнути розділитися.

Важливим питанням є відтворність величин R_f , яка значною мірою пов'язана з поняттям функціональної стійкості рухомої фази, що вважається функціонально стійкою, якщо невеликі зміни її складу не викликають значних змін величин R_f . Найбільша нестійкість величин R_f спостерігається при невеликому вмісті активного компонента рухомої фази. Оптимізація розділення шляхом зміни складу рухомої фази – одна з найважчих і ще не вирішених проблем рідинної хроматографії. Дослідження доцільно починати з чистих розчинників. Необхідно знайти такий розчинник, у якому сполуки, що досліджуються, мали б значення R_f близько $0,4 \dots 0,7$. При цьому доцільно керуватися елюотропним рядом розчинників. Якщо сполуки, що досліджуються, є кислотами, то для пригнічення їх дисоціації до складу рухомої фази доцільно додати $1 \dots 2$ % льодяної оцтової кислоти. У тому

випадку, коли сполуки, що досліджуються, є солями органічних основ (які малорухомі на силікагелі), для перетворення їх на більш рухомі вільні основи доцільно додати до рухомої фази 2 ... 5 % ампульного 10 %-вого розчину амоніаку. Після того як обрано чистий розчинник, у якому значення R_f становлять 0,4 ... 0,7 (з добавками або без), його розбавляють іншим розчинником, у якому величини R_f незначні (бажано близькі до 0), до одержання необхідного R_f і розділення. Для розділення не дуже полярних сполук рекомендують такі бінарні системи: гексан-ацетон (або етилацетат); бензол-ацетон (або етилацетат); бензол-метанол.

Перевірка придатності хроматографічної системи. Відмінність в активності різних марок сорбенту того самого типу (наприклад силікагелю) нерідко буває дуже значною, що викликає великі коливання величин R_f сполук, що досліджуються, й ускладнює введення методик ТШХ до науково-технічної документації. З метою перевірки якості хроматограм розроблено тести «Підтвердження сили розділення» і «Підтвердження чутливості» хроматографічних систем. Тест «Підтвердження сили розділення» проводять шляхом нанесення на пластинку і наступного хроматографування в рухомій фазі спеціального стандартного розчину, який містить два або більше компонентів проби, що досліджується, або пробу, що досліджується, з додаванням однієї або двох сполук. Після хроматографування компоненти цього розчину повинні чітко ділитися. У деяких випадках указують приблизні значення R_f для стандартних речовин. У кожному випадку природа стандартних речовин, склад стандартного розчину, кількості, що наносяться, приблизні значення R_f , які дозволяють оцінити здатність до розділення, регламентуються у відповідних монографіях. Цей тест може проводитися одночасно з основним тестом. Тест «Підтвердження чутливості» дозволяє оцінити чутливість проявлення. Він полягає в тому, що наноситься певна кількість стандартної речовини, близька до межі чутливості, проводиться хроматографування в умовах основного тесту і проявлення тим же проявником. На хроматограмі має бути чітко видно відповідну пляму.

Зазвичай обидва тести поєднують. При цьому деякі компоненти стандартного розчину мають чітко ділитися, а одне нанесення (з малою концентрацією на межі чутливості) повинно бути чітко видимим. Як правило, обидва тести проводять разом із основним тестом.

Нанесення на пластинку. На певній відстані від краю хроматографічної пластинки, вибраній таким чином, щоб при зануренні рухома фаза не торкалася нанесеної речовини, графітовим олівцем проводять «лінію старту», на якій відмічають місця нанесення проб (рис. 1.9). Проби наносять на відстані не менше 15 мм від нижнього краю пластини і не менше 10 мм від бокових країв. Відстань між пробами на лінії старту має бути 20 ... 30 мм, але не менш, ніж 10 мм. Пробу, що досліджується, рекомендують наносити на пластинку у вигляді розчинів у хлороформі або ацетоні.

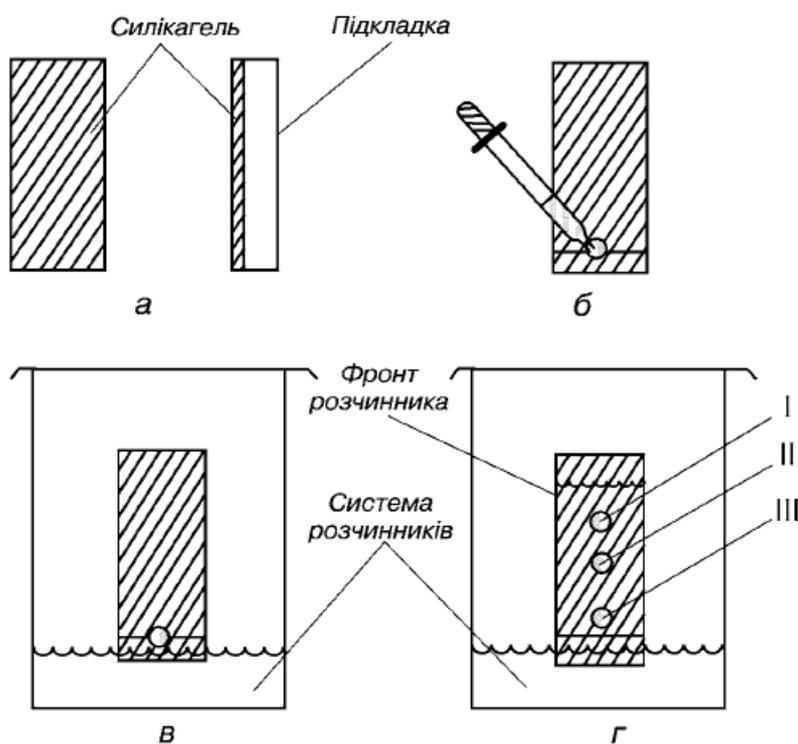


Рис. 1.9. Схема проведення хроматографії в тонкому шарі сорбенту:

а – пластина, вкрита шаром силікагелю; б – нанесення суміші речовин I, II, III; в – пластину вміщують у хроматографічну камеру з системою розчинників; г – коли розчинник піднімається по пластині, речовини I, II, III розділяються

Рідини, що мають більш низьку температуру кипіння (наприклад, діетиловий ефір), збільшують помилку при нанесенні і діаметр плями, який не повинен перевищувати 2 мм. Збільшення плями, що наноситься, сильно позначається на розмірах плям, отриманих у результаті хроматографування, погіршуючи розділення, особливо при малих R_f . Тому загальний об'єм проби, що наноситься, не повинен сильно перевищувати 0,01 мл. Відповідно підбирається концентрація розчину. Кількість речовини, що наноситься на хроматограму, залежить від завдання.

У разі проведення тесту «Тотожність» нанесення має бути таким, щоб не було перевантаження, яке призводить до зміни (як правило, росту) значень R_f . Звичайно це 10 ... 20 мкг у плямі. У разі контролю домішок нанесення (навантаження) основної речовини може бути істотно більшим. Звичайно воно становить 100 мкг.

Проявлення (детектування). Виявлення плям (зон) речовин на хроматограмі здійснюють різними способами: візуально, якщо речовини утворюють забарвлені плями; за допомогою УФ-світла, якщо речовини флуоресціюють чи фосфоресціюють або на пластинку нанесено відповідний флуоресцентний індикатор; за допомогою спеціальних детектуючих реактивів (проявників) по утворенню забарвлених плям після оббризкування, обробки парами або занурювання пластинки в реагент. У разі контролю специфічних домішок краще використовувати специфічні проявники. При перевірці хроматографічної чистоти доцільно застосовувати неспецифічні проявники: УФ-світло (254 нм), пари йоду, 1 %-вий спиртовий розчин ферум (III) хлориду з подальшим підігрівом та ін. Основне застосування ТШХ – ідентифікація і контроль домішок. Нерідко ці розділи об'єднують.

Колонкова хроматографія – характеризується тим, що поділ речовин за цим методом відбувається в скляній, сталевій або алюмінієвій колонці спеціальної конструкції за певних умов. Розрізняють такі найбільш поширені способи поділу сумішей у колонках: розподільна (рідинно-рідинна),

адсорбційна (твердо-рідинна), іонообмінна і гель-фільтраційна хроматографія.

У розподільчій колонковій хроматографії нерухомою фазою є рідина, пов'язана з твердим носієм. Ця різновидність методу застосовується для визначення гідрофільних сполук (амінокислот, цукрів) і ліпофільних речовин (жирних кислот, алкалоїдів).

В основі розподільчої хроматографії лежить процес безперервного перерозподілу речовин, що хроматографуються, між двома фазами (рухомою і нерухомою), причому ці речовини розчинені в кожній із фаз. Інертний носій просочують спеціальним розчинником (нерухома фаза), вводять розчин суміші, що аналізується, і пропускають інший розчинник, який не змішується з першим (рухома фаза; в газовій хроматографії рухомою фазою є газ). Завдяки різній розчинності компонентів суміші в обох фазах згідно з коефіцієнтами їх розподілення встановлюється рівновага між кількістю речовини, розчиненої в нерухомій і рухомій фазах. При безперервному протіканні рухомої фази спостерігається розділення суміші, що аналізується, на компоненти. Якщо процес виконувати на колонці, відбувається розділення суміші на зони, які містять по одному компоненту. Розподільчу хроматографію можна виконувати також у тонкому шарі сорбенту (тонкошарова хроматографія) і на хроматографічному папері (паперова хроматографія).

В адсорбційній колонковій хроматографії нерухома фаза є твердою. У цьому випадку хроматографічний поділ базується на обумовленому адсорбцією розподілі між рухомою рідиною і нерухомою твердою фазами. Методом адсорбційної хроматографії користуються для поділу каротиноїдів, антоціанів, стеринів, вітамінів для фракціонування ліпідів і фосфоліпідів на окремі групи.

В основі адсорбційної хроматографії лежить безперервний обмін однією або декількома речовинами, що хроматографуються, між нерухомою (твердою або рідкою) і рухомою фазами. Цей процес зумовлений існуванням

на поверхні розділу фаз динамічної рівноваги між процесами адсорбції і десорбції розчинених у рухомій фазі речовин, що хроматографуються. Одні речовини мають менший коефіцієнт адсорбції, краще розчиняються в рухомій фазі, інші – більшу спорідненість до сорбенту, краще адсорбуються. За рахунок цього при проходженні рухомої фази через сорбент одні речовини просуваються вперед швидше, інші дещо відстають, і таким чином відбувається розділення суміші речовин.

Для ефективного розділення вирішальне значення мають:

- властивості адсорбенту (розміри його часток, розвиненість поверхні, розміри пор);
- властивості розчинника, який використовується для одержання хроматограм;
- концентрація розчину речовин.

Найчастіше для адсорбційної хроматографії як нерухому фазу використовують тверді сорбенти: діатоміт, кремнієву кислоту, кізельгур, силікагель, алюмінію окис, активоване вугілля, молекулярні сита й різноманітні полімери. При підборі рухомої фази керуються елюотропним рядом розчинників за Шталем: гексан, гептан, циклогексан, тетрахлорметан, бензол, хлороформ, ефір, етилацетат, піридин, ацетон, етанол, метанол, вода. Розчинники в елюотропному ряду розташовані в порядку збільшення полярності (діелектричної проникності).

В іонообмінній хроматографії замість звичайної адсорбції відбувається адсорбція іонів. Це найпростіший і найбільш ефективний спосіб поділу речовин, молекули яких можуть дисоціювати у розчині. За допомогою цього методу визначають жирно-і амінокислотний склад продуктів. Окремим напрямком використання методу іонообмінної хроматографії – визначення солей важких металів у молочних продуктах. Кожний із методів хроматографії є специфічним і має певні переваги. Більш повні і точні результати можна одержати використовуючи різні види хроматографії.

В основі іонообмінної хроматографії лежить оборотна хемосорбція іонів розчину, що аналізується, іоногенними групами сорбенту. Оборотний обмін іонами в системі сорбент – розчинник протікає в цьому випадку з додержанням стехіометричних співвідношень. Стаціонарною фазою слугують катіоно- або аніонообмінні смоли. Макромолекули катіонітів містять кислотні групи різної сили, такі як сульфо-, карбоксильні і оксифенільні групи. Макромолекули аніонітів, навпаки, мають у своєму складі основні групи, наприклад, аліфатичні або ароматичні аміногрупи різного ступеня заміщеності.

Іонообмінну хроматографію можна застосовувати для розділення суміші катіонів або аніонів. Для розділення суміші катіонів використовують катіоніти, для розділення аніонів – аніоніти. Елюентом слугує в першому випадку розчин кислоти, а в другому – розчин луку. Залежно від спорідненості нерухомої фази до фіксованих іонів, іони, що розділяються, переміщуються вздовж хроматографічної колонки з різними швидкостями; чим більша спорідненість, тим більший об'єм утримування компонента.

Іонообмінну хроматографію застосовують для розділення фенолів і карбонових кислот (на аніонітах), аміноцукрів, нуклеотидів, нуклеозидів, пуринових, піримідинових та інших основ (на сульфокатіонітах). Іоніти використовують також для відділення електролітів від неелектролітів (у тому числі від цукрів, ароматичних вуглеводнів). У технічному аналізі харчових продуктів та косметичної продукції іонообмінну хроматографію застосовують для кількісного визначення харчових добавок – солей сульфатної, цитринової та інших кислот. При цьому її поєднують з кислотно-основним титруванням. Іноді іонообмінну хроматографію поєднують з комплексонометрією.

1.4.4. Електрохімічні методи дослідження

Основні електрохімічні методи враховують визначення концентрації речовин за значенням інших параметрів. Вони полягають у вивченні тих або інших закономірностей взаємодії речовини з електричним струмом, який проходить крізь її розчин.

До електрохімічних методів належать:

1. Електрогравіметричний метод що полягає в електролітичному виділенні з водних розчинів металів або окислів із подальшим гравіметричним визначенням їхньої маси. Метод ґрунтується на законах електролізу, які встановлюють пропорційність між масою речовини, що виділяється на електроді, величиною струму, що пройшов крізь розчин, і хімічним еквівалентом речовини.

2. Кулонометричний метод аналізу також базується на законах електролізу. Однак цим методом вимірюють не речовину, яка виділяється в процесі електролізу, а величину струму для її виділення. Залежно від умов проведення електролізу розрізняють пряму кулонометрію (коли на робочому електроді виділяється необхідна речовина) і кулонометричне титрування (коли допоміжна речовина – титрант, що кількісно взаємодіє з обумовленою речовиною і виділяється на робочому електроді).

3. Кондуктометричний метод аналізу ґрунтується на вимірюванні електричної провідності або електричного опору, які залежать від природи досліджуваної речовини, його концентрації, температури, діелектричної проникності й інших факторів. Розрізняють пряму кондуктометрію і кондуктометричне титрування. При прямій кондуктометрії концентрацію речовини вимірюють за її електропровідністю або електричним опором. За вимірюваною електропровідністю або опором знаходять вміст речовини за допомогою каліброваних графіків, які складаються за стандартними розчинами. Методом кондуктометричного титрування точку еквівалентності визначають за зміною електропровідності розчину. Під час оцінювання

якості харчових продуктів цей метод застосовується для визначення концентрацій окремих компонентів (вологи, жиру, амінокислот, пектинових і мінеральних речовин, алкалоїдів). За його допомогою можна контролювати якість молока, соків, напоїв, цукру, прянощів. Особливо широко використовуються кондуктометричні методи аналізу для визначення вологості та концентрації компонентів у ході технологічних процесів виробництва продуктів харчування.

4. Потенціометричний аналіз є найзручнішим, найнадійнішим і найбільш поширеним методом визначення кислотності (рН) продукту (рН-метрія). Розрізняють два види потенціометричного аналізу: пряма потенціометрія і потенціометричне титрування. Пряма потенціометрія застосовується для визначення концентрації іонів з використанням залежності потенціалу електрода від складу розчину. Цей метод використовують при визначенні концентрації іонів водню (рН-метрія) та деяких інших іонів (срібла, натрію, калію, хлору тощо – іонометрія), що передбачає вимірювання електродного потенціалу, який виникає в аналізованому розчині під час опускання електродної пари. Електродний потенціал залежить від природи електрода, складу і концентрації розчину, температури. Метод потенціометричного титрування використовують для визначення концентрації іонів в аналізованому розчині титруванням, коли точку еквівалентності визначають за різкими, стрибкоподібними змінами потенціалу вимірювального електрода. Потенціометричним титруванням користуються при контролі якості харчових продуктів для визначення загальної (титрованої) кислотності в забарвлених і непрозорих розчинах, коли не можна застосувати інші методи титрометричного аналізу.

5. Полярграфічний аналіз полягає в одержанні та дослідженні кривої залежності сили струму, що протікає крізь досліджуваний розчин, від плавно зростаючого потенціалу, прикладеного до електродів. При визначенні якості харчових продуктів полярграфія досі використовується обмежено, здебільшого, для якісного і кількісного визначення макро- і мікроелементів,

амінокислот, вітамінів, для контролю глибини окисних і гідролітичних процесів, денатураційних змін білків. У виробництві харчової продукції застосовуються автоматичні полярографічні аналізатори концентрацій розчинів – концентратоміри.

6. Електрофоретичні методи ґрунтуються на явищі електрофорезу – переміщення в електричному полі заряджених часточок колоїдного розчину або суспензії. Ці методи широко застосовуються для поділу й очищення складних сумішей речовин близької будови (препаративний електрофорез), а також для вивчення властивостей, будови і складу речовин, аналізу їхніх сумішей (аналітичний електрофорез). Так, з їх допомогою можна швидко розділяти й аналізувати (якісно і кількісно) склад білків, ферментів, антибіотиків, токсинів, полісахаридів, вітамінів та інших компонентів харчових виробництв. Тому методи електрофорезу часто використовуються для наукових досліджень; з метою ж контролю якості харчових продуктів ними користуються поки що рідко.

1.5. Використання органолептичних методів під час оцінювання якості харчової продукції

Якість харчових продуктів та косметичних засобів зазвичай залежить не тільки від харчової цінності чи косметичного ефекту, але й від органолептичних властивостей, які суттєво впливають на споживчу здатність та дозволяють визначати як сприймається даний продукт та його якість споживачем. Під час оцінювання якості харчових продуктів та косметичних засобів важливу роль відводять сенсорному методу аналізу. Проведення сенсорної оцінки якості вимагає від дегустатора особливих знань і наявності важливих здібностей. Так, наприклад, дегустатор не може мати патологічних вад сенсорних аналізаторів, які заважають адекватному сприйняттю органолептичних властивостей та їх емоційній оцінці. Сенсорна оцінка якості вимагає також високого рівня сенсорної чутливості (головним чином

смакової та нюхової), який необхідний для розпізнавання та диференціювання органолептичних властивостей продукту або косметичного засобу, та стійких знань й навичок при оцінці якості, які гарантують її надійність.

1.5.1. Основні відомості про органолептичну оцінку

Основні вимоги до проведення органолептичного аналізу наведено у ДСТУ ISO 3972:2004. Аналіз органолептичний. Метод дослідження смакової чутливості. Введ. 01.05.2006. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 8 с. Ця оцінка дозволяє відрізнити високоякісний продукт від неякісного, фальсифікований від натурального. Вона широко використовується на етапі обговорення наукових експериментів і виробничих випробувань нових технологічних прийомів і режимів.

Органолептична оцінка деяких показників якості харчових продуктів перевищує за швидкістю і чутливістю застосовувані дотепер апаратурні методи, основою яких є складна і найчастіше трудомістка лабораторна методика.

Під час оцінювання якості харчових продуктів користуються терміном «органолептична властивість», маючи на увазі визначення якості, що сприймається органами чуття. Висока органолептична властивість продукту свідчить про те, що він має привабливий вигляд, приємний аромат і виражений смак. Органолептичну оцінку проводять шляхом дегустації – випробування. Під час визначення якості певного виробу органолептичним методом ураховують і оцінюють умовно один або кілька якісних показників. Крім зазначеного, в органолептиці використовують також інші терміни, зміст яких розглянуто нижче.

Сенсорний аналіз – аналіз за допомогою органів чуттів (високоспецифічних рецепторних органів), що надають організму

інформацію про навколишнє середовище за допомогою зору, слуху, нюху, смаку, дотику, вестибулярної рецепції.

Органолептичний аналіз – сенсорний аналіз харчових продуктів, смакових і ароматизуючих речовин за допомогою нюху, смаку, дотику і зору. Термін не є синонімом сенсорного аналізу: його значення має обмеження за об'єктом дослідження і кількістю органів чуттів.

Органолептичне оцінювання – оцінювання відповідної реакції органів чуттів людини на властивості харчового продукту як досліджуваного об'єкта, яка визначається за допомогою якісних і кількісних методів. Якісна оцінка виражається за допомогою словесних описів, а кількісна, що характеризує інтенсивність відчуття, – у числах (шкалах) або графічно.

Дегустація – випробування, що проводяться групою осіб для органолептичної оцінки зовнішнього вигляду, кольору, текстури, смаку, запаху продукту з метою визначення його якості.

Імпульс – речовина або фізичний вплив, що викликає відчуття під час взаємодії з хеморецепторами.

Смак – відчуття, що виникає в результаті взаємодії смакового стимулу з рецепторами, відображає властивості стимулу та фізіологічні особливості індивіда.

Запах – відчуття, що виникає в результаті взаємодії нюхового стимулу з рецепторами, відображає властивості стимулу та фізіологічні особливості індивіда.

Текстура – мікроструктура харчового продукту, тобто система взаємного розташування його структурних елементів, що органолептично характеризується комплексом зорових, слухових, дотикових відчуттів, які виникають під час розжовування продукту.

Консистенція – характеристика текстури, що виражає сукупність реологічних властивостей харчового продукту.

Аромат – природний, характерний запах продукту (аромат свіжих фруктів, прянощів).

Букет – запах, що виникає під час дозрівання, шумування, ферментації (букет сиру, вина, чаю).

Флейвор – комплексне відчуття в порожнині рота, викликане смаком, запахом і текстурою харчового продукту.

Органолептичний аналіз полягає у виявленні якісних відмінностей або у визначенні загальної чи часткової якості за допомогою органів чуттів без урахування обліку особистих смаків дегустаторів. Отже, органолептичний аналіз – це суто фізіологічний процес, в якому вимірювальним приладом є наші органи чуттів.

Під час органолептичного оцінювання проводиться більш докладний аналіз вражень, отриманих органами чуттів. Тому окремо оцінюється інтенсивність вражень зору, запаху, дотику (соковитість, консистенція, липкість) і смаку, а іноді вводяться також додаткові оцінки певних особливо важливих якісних показників, таких, як ступінь солоності, кислоті, солодкості тощо.

Інтенсивність вражень визначається порогом відчуття і сприйняття, що є двома мінімумами імпульсу. Якщо, наприклад, якийсь запах ледь помітний і точніше його визначити неможливо, ми маємо справу з порогом відчуття. Якщо незначне збільшення інтенсивності імпульсу дозволяє розпізнавати вид і якість імпульсу, у цьому випадку говорять про поріг, або сприйняття розпізнавання. Величина порогу характеризує сенсорну чутливість дегустатора.

Значення порогу імпульсів для кожного конкретного дегустатора є постійним за суворо визначеними умовами. Залежно від цього дегустаторів поділяють на групи за ступенями вразливості їхніх органів чуттів. Кваліфікованому дегустаторові необхідно володіти специфічною сенсibiliзацією, тобто сприйнятливістю до впливу специфічних імпульсів. У харчовій промисловості для працівників, які відповідають за якість продукції, необхідне з'ясування сенсорного мінімуму.

Сенсорні мінімуми мають враховувати сприйняття відтінків основних кольорів, характерних для оцінюваних об'єктів, специфічних запахів і смаку, а в деяких випадках – розвиток відчуття дотику. Крім того, необхідно з'ясувати мінімум спостережливості та сенсорної пам'яті.

В однієї й тієї особи сенсорна чутливість, тобто величина порогу, може змінюватися залежно від стану здоров'я, настрою, в томи, уважності. Тому перед органолептичною оцінкою необхідна перевірка сприйнятливості органів чуттів фахівців.

За тривалого впливу імпульсів виявляється фізіологічна втома організму. Умови, від яких залежить фізіологічна втома, можуть бути загальними (залежними від стану організму в цілому) і пов'язаними з функціонуванням конкретного органу чуття.

Існують два види факторів фізіологічної втоми: фізіологічний і психічний.

За час тривалого оцінювання найістотнішого значення набувають психічні фактори, психічна втома настає раніше за фізіологічну. Тому кількість проб під час проведення оцінки повинна бути суворо обмежена, що особливо важливо під час визначення якісних показників в одному продукті.

Явища адаптації та фізіологічної втоми можуть мати значний і небажаний вплив на хід і результат органолептичних оцінок.

На сприйнятливість органів чуттів дуже впливають умови життя. За нормального стану органів чуттів можна досягти виняткової тонкості відчуттів, якщо постійно брати участь у методичній оцінці якості харчових продуктів і систематично тренувати сенсорну вразливість.

Під час оцінювання зовнішнього вигляду продукту визначають його форму, характер поверхні, однорідність за розміром (плоди, ягоди, овочі та ін.). **Зовнішній вигляд продукту** – це комплексний показник, що включає ряд таких одиничних показників, як форма, колір, стан поверхні. Для деяких видів продуктів комплексний показник «зовнішній вигляд» доповнюється специфічними показниками.

При **визначенні кольору** встановлюють різні відхилення від кольору, специфічного для даного виду продукту. Під час органолептичного оцінювання кольору слід враховувати явище кольорового контрасту, що виявляється в тому, що будь-який колір на більш темному тлі «світлішає», а на світлому фоні – «темніє». По-цьому при зіставленні фактичного значення кольору з еталоном необхідно створювати однаковий фон.

Під час **оцінювання запаху** визначають типовий аромат, гармонію запахів, так званий «букет», встановлюють наявність сторонніх запахів. Для характеристики запаху деяких харчових продуктів застосовують терміни «аромат» і «букет». Аромат обумовлений природними речовинами вихідної сировини, а букет – комплексом ароматичних сполук, що утворюються при технологічних процесах формування продуктів.

Під час оцінювання **консистенції** залежно від технічних вимог, що пред'являються до якості окремих продуктів, визначають **густоту, клейкість і твердість продукту**. Для характеристики в комплексі смаку, запаху і дотику, якісно і кількісно, застосовують термін флейвор. Флейвор (flavour) – комплексне відчуття в порожнині рота, що викликане смаком, запахом і текстурою харчового продукту.

1.5.2. Методи органолептичного оцінювання

Вірогідність органолептичних методів досягається завдяки точності й об'єктивності оцінювання, а також чіткому формулюванню результатів цих вимірювань, що дозволяє об'єктивно провести їхній аналіз і уникнути довільного тлумачення дослідних даних.

Органолептичне оцінювання якості поділяються на дві групи: споживчі й аналітичні. Спосіб проведення оцінювання у кожній із цих груп відзначається великою різноманітністю залежно від того, які відомості необхідно одержати про даний продукт, а також від властивості продукту,

аналітичних особливостей дегустаторів і вимог застосовуваного статистичного аналізу отриманих результатів.

В основі органолептичного оцінювання лежать такі методи:

- порівняльної оцінки;
- бальної оцінки;
- послідовності;
- розведення.

Метод порівняльного оцінювання. За цим методом користуються «еталонами» (стандартами), які є основою для всіх порівнянь. Харчові продукти, як правило, біологічно активні, тому важко бути впевненим у незмінності еталону. Попри це, даний метод застосовують на практиці з великим успіхом. У проведенні порівняльних оцінок вирішальне значення має сенсорна вразливість дегустатора. У кожному виді продукту слід з'ясувати, якою має бути різниця між якістю (імпульсом) двох продуктів, щоб дегустатор, порівнюючи ці продукти, помітив її. Тому, користуючись порівняльним методом, варто установити поріг відчуття. Метод лімітів слід вважати найбільш поширеним методом порівняльних оцінок, тому що він забезпечує більш точні й постійні виміри порогів, ніж інші методи. Відповідно до цього методу для визначення порогу проби подаються в регулярному порядку значень імпульсів, що знижуються, доки вони будуть відчуватися дослідником. Потім їх подають у зростаючій послідовності до моменту, коли дослідник вважатиме, що цей імпульс є уже відчутним. Інший метод відносних порівняльних оцінок полягає в парних порівняннях; за цим методом кожна проба з даної серії підлягає порівнянню з усіма іншими.

Метод бального оцінювання. Нині найбільш поширеним є метод бального оцінювання, за допомогою якого, як правило, оцінюють низку якісних показників за умовно прийнятою багатобальною системою. За цим методом результат виражається балом шкали, що відповідає різним рівням якості. За допомогою методу бального оцінювання кожного разу оцінюють тільки один продукт, визначаючи послідовно органолептичні показники.

Основою будь-якої системи бального оцінювання повинна бути проста залежність між якістю й відповідною їй оцінкою в балах. Дегустатор виконує абсолютне або відносне порівняльне оцінювання за еталоном, що зберігся в його пам'яті, або за наочним еталоном. До характеристики цього еталону мають входити всі якісні показники, важливі для даного продукту та для якісної категорії досліджуваного продукту.

Система цих показників має бути складена в логічній послідовності, тобто спочатку повинні враховуватися показники, зумовлені зором, потім нюхом, дотиком і, нарешті, ті властивості, що оцінювач може визначити тільки за допомогою дегустації – тобто, соковитість, крихкість, подрібнюваність, смачність і такі специфічні показники, як солоність м'ясних, рибних, овочевих і квашених продуктів, кислість вин, прогірклість жирів тощо.

Метод бального оцінювання передбачає такі рівні якості:

- дуже погана якість – 1;
- незадовільна – 2;
- задовільна – 3;
- добра – 4;
- дуже добра – 5.

Для шкали бального оцінювання можна користуватися також будь-яким іншим рядом чисел.

Існує багато систем бального оцінювання повсякденного контролю якості харчових продуктів, які застосовують також із дослідницькою метою. Для низки продуктів прийнято 100-бальну систему оцінювання (вершкове масло, мармелад тощо). Однак 100-бальні системи та вищі відрізняються надмірною кількістю балів, унаслідок чого із загальної кількості під час оцінювання використовуються практично тільки до двох десятків балів.

За 5-бальною системою, як правило, користуються цілими балами і зараховують пробу, що досліджується до однієї визначеної якісної категорії.

Однак у деяких випадках можна дозволяти встановлювати, що даний показник має інтенсивність, розташовану між двома балами.

Оцінювання якості може бути точною лише тоді, коли виконуються такі умови:

1. Відчуття, які сприймають органами чуттів, мають бути сформульовані якомога точніше.

2. Усі дегустатори мають користуватися однаковими якісними визначеннями.

Будь-який харчовий продукт оцінюють відносно його запаху, зовнішнього вигляду і смаку. Крім оцінки загального зовнішнього вигляду, окремо оцінюють колір, стан поверхні й інші властивості залежно від класифікації продукту. У багатьох продуктах оцінюється консистенція і твердість, наприклад, фруктів, ковбасних виробів, сирів. Це вимагає відповідного диференціювання якісної специфікації. Проводячи зорове оцінювання, а також оцінювання дотиком, одночасно визначають запах продукту, а потім розпочинають оцінювання за допомогою відчуття на смак, що дозволяє визначити складні якості: соковитість, крихкість та смачність продукту. Наприкінці оцінювання зосереджують увагу на спеціальних властивостях продукту, таких, як ступінь солоності, солодкості, подрібнення, а також липкості.

Метод послідовності. Відповідно до цього методу оцінювання продукти розташовуються в ряд за ступенем погіршення або поліпшення їхньої якості та визначають порядкові місця оцінюваних продуктів у певній серії.

Дегустатори, що користуються цим методом, розташовують проби в послідовності, яка знижується або зростає, на підставі оцінювання зміни інтенсивності певного якісного показника. Це може бути визначення інтенсивності кольору борошна, аромату – у фруктових соків, букету – у вин тощо.

Метод послідовності, крім його застосування для порівняльного визначення якості, використовується також для навчання дегустаторів. У цьому випадку аналіз методом послідовності проводять, використовуючи ряд розчинів чистих смакових речовин або проб продуктів зі зростаючою інтенсивністю критичного показника. Інтенсивність повинна зростати поступово, а поріг різниці підбирається залежно від ступеня вразливості оцінювачів.

Метод послідовності особливо придатний для дослідження впливу умов збереження або упакування продуктів на їх якість.

Метод розведення. Цей метод дозволяє характеризувати якісні показники в числовому вираженні, причому ці числа виражають максимально відчутне зором, нюхом або смаком розведення і тому можуть бути використані як кількісний критерій інтенсивності показників. Методом розведення визначається мінімальна кількість речовини, яку можна органолептично знайти після розведення еталонного продукту. Еталоном для розведень є свіжий продукт якості екстра.

Цей метод є найбільш придатним для визначення свіжості продуктів і впливу збереження з метою відчуття зникнення запаху та смачності. У цьому разі інші методи явно поступаються йому в точності.

Метод розведення можна застосовувати винятково до однорідних продуктів, що легко перемішуються, і насамперед, до рідких продуктів. Однак навіть харчові продукти з постійною консистенцією можна без ушкодження досліджуваного показника перемішувати до однорідного складу, наприклад, під час додавання маргарину до вершкового масла, плазми крові до м'ясного фаршу тощо.

Усі перераховані методи оцінювання якості ґрунтуються на здібностях, спостережливості дегустаторів і тренуванні органів чуттів. Існує низка суб'єктивних і об'єктивних чинників, що впливають на точність органолептичних вимірів і оцінювання. До першого належать підготовка дегустаторів, їхній досвід, підбір, інтерес до оцінювання, стомлення, а також

спосіб перевірки ефективності та повторюваності їхніх оцінок. З об'єктивних чинників на точність оцінювання впливає сам продукт – його якість і спосіб одержання, кількість показників, що підлягають оцінці, а також кількість повторень і еталонів, використовуваних для порівняння. Визначені впливи мають також умови проведення оцінювання – середовище, прилади, величина проб і їхня температура, час, відведений для їхнього проведення.

Звичайно органолептичні методи належать до суб'єктивних на відміну від об'єктивних, в яких виміри здійснюються за допомогою фізичних приладів і хімічних визначень. Поділ методів не визначає, однак, що суб'єктивні (органолептичні) методи менш точні та достовірні. Навпаки, у суб'єктивних методів існує низка важливих достоїнств і переваг порівняно з об'єктивними.

Метод Флейвору. Вимоги, яким повинні відповідати випробовувані, викладено в ISO 6658.СТУ ISO 6564:2005 Методологія. Методи створювання спектра флейвору. Введ. 10.01.2006. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 10 с.

Флейвор – комплексне відчуття в порожнині рота, що викликається смаком, запахом і текстурою харчового продукту. Запах і смак, не властиві даному продукту, іменуються стороннім флейвором (foreign flavour), хімія речовин, що викликають відчуття смаку і запаху їжі, – флейвохімією (flavochemistry).

Методи ґрунтуються на концепції, що флейвор частково складається з нюхових і смакових властивостей, які ідентифікуються, і частково з основного комплексу властивостей, які не ідентифікують окремо. Методи складаються із процедур описування й оцінювання флейвору способом, який уможливило відтворення. Ідентифікуються окремі властивості, що вкладають свій внесок до створення загального враження, яке виробляється продуктом, і оцінюється їхня інтенсивність для того, щоб було можливо описати флейвор цього продукту.

Існують різні методи для виконання описового аналізу флейвору і їх можна розділити на дві категорії:

1. Ті, для яких метою є одержання одностайного опису флейвору продукту, які в ДСТУ ISO 6564:2005 називаються «**методами консенсусу**»;

2. Ті, під час виконання яких досягнення консенсусу не потрібно, що називаються «**незалежними методами**».

Метод консенсусу. Метою є досягнення консенсусу, щоб керівник комісії зміг скласти кінцевий профіль. (керівник є дегустатором).

Для виконання оцінювання флейвору продукту необхідно таке:

- 1) ідентифікація властивостей, які сприймаються;
- 2) визначання порядку, згідно з яким сприймаються ці властивості;
- 3) оцінювання ступеня інтенсивності кожної властивості;
- 4) вивчення залишкового присмаку і (або) стійкості смакових відчуттів;
- 5) оцінювання загального враження (у деяких випадках оцінювання загального враження проводять спочатку).

Ідентифікацію характеристик здійснюють за допомогою описових або асоціативних термінів. Реєструють порядок, у якому виникають і сприймаються характеристики продукту.

Для оцінювання інтенсивності характеристики можна використовують різні шкали; нижче наведено деякі приклади.

Шкала А

0 = відсутність;

1 = тільки розпізнавання або поріг;

2 = слабка інтенсивність;

3 = помірна;

4 = сильна;

5 = дуже сильна.

Спочатку випробовувачі працюють окремо, реєструючи характеристики, порядок сприйняття, інтенсивність, залишковий присмак і (або) стійкість, а потім оцінюють загальне враження. Після того як

випробовувачі визначили свої профілі й керівник комісії зібрав окремі результати, починається дискусія.

Незалежні методи. Випробовувачі обговорюють **флейвор** продукту в групі й потім незалежно реєструють свої відчуття. Ці конкретні результати порівнює і аналізує керівник комісії, який не є членом цієї комісії. Комісія спочатку працює як група для ідентифікації й оцінювання характеристик. Після того, як було досягнуто згоди, випробовувачі працюють окремо й записують порядок сприйняття, інтенсивність кожної характеристики з використанням однієї зі шкал, залишковий присмак і (або) стійкість і загальне враження.

Інтенсифікація об'єктивізації сенсорного оцінювання харчових продуктів дозволить звільнитися від елемента суб'єктивності в їхньому оцінюванні. Такими об'єктивними сенсорними методами є аналітичні системи на основі хімічних сенсорів, поєднаних зі складними комп'ютерними алгоритмами реєстрації, обробки і прийняття рішень («штучний інтелект»), для дослідження багатокомпонентних систем змінного складу, що дозволяє ідентифікувати компоненти харчових продуктів в режимі реального часу без трудомістких операцій пробовідбору та пробопідготовки.

До безперечних переваг електронних сенсорних аналізаторів можна віднести їх універсальність, портативність, можливість автоматизації вимірювань та інтерпретації сигналу, відтворюваність результатів. Дослідження в галузі сенсорних систем активно розвиваються, а робіт з даної тематики публікують все більше вчених з різних країн.

Головними перевагами органолептичного оцінювання слід вважати такі:

1. Це оцінювання часто є остаточним і головним мірилом, яке використовують як основу для оцінювання якості харчових продуктів.
2. Органолептичне оцінювання якості вимагає в більшості випадків набагато менше часу порівняно з іншими методами.

3. Для оцінювання смаку харчових продуктів дотепер не знайдено апаратурних методів, рівноцінних органолептичним.

Для виміру якості однаковою мірою застосовуються суб'єктивні й об'єктивні методи. Однак у багатьох випадках найбільш тонкі розходження якості виявляються суб'єктивними методами. Ще одна важлива властивість, що підтверджує перевагу органолептичних методів, полягає в тому, що апаратурними методами не можна характеризувати органолептичну цінність харчових продуктів.

1.5.3. Методи сенсорного аналізу

Сенсор – це первинний пристрій, що реагує на певні властивості навколишнього середовища і дозволяє реєструвати цей відгук у вигляді відповідного електричного (оптичного та ін.) сигналу. Хімічні сенсори дають інформацію про присутність та концентрацію різних речовин в цих середовищах. **Хімічні сенсори**, що використовуються в мультисенсорних системах, можна об'єднати в чотири групи.

Електрохімічні – це потенціометричні (іонселективні електроди – ІСЕ, іонселективні польові транзистори – ІСПТ) і вольтамперометричні сенсори, електролітичні газові сенсори, а також напівпровідникові газові сенсори. **Оптичні сенсори** (оптоди) – в них визначення йде за оптичними спектрами. До мас-чутливих сенсорів відносяться такі пристрої, які використовують поверхневі акустичні хвилі (ПАХ-сенсори).

У **біосенсорах** реалізуються реакція: антитіло – антиген, фермент – субстрат, рецептор – гормон. **Мультисенсорна** система включає три рівня: рецепторний (сенсори), обмінний та інтерпретаційний (штучна нейронна мережа).

На сьогодні розроблені мультисенсорні системи оцінки смаку, кольору, запаху. Вражаючі можливості природних біологічних сенсорних систем привели до ідеї використовувати принципи їх побудови для розробки

штучних сенсорних систем, спочатку для аналізу газів – в «електронних носах» (E-nose), а пізніше для створення аналізаторів рідин – «електронних язиків».

«Електронний ніс» – це аналізатор парів на основі матриці різнорідних (нерівнозначних) сенсорів, що імітує роботу органу нюху людини. Система забезпечує отримання образу специфічної суміші парів (пахучих речовин), яка може містити сотні різних хімічних сполук. Основа «електронного носа» – сенсорна матриця складається з газових сенсорів, які підбираються за хімічною спорідненістю до окремих компонентів аналізованої суміші газів і парів. Результиуюча картина відгуків всіх сенсорів досить складна, ідентифікація та опис запаху в зрозумілій для людини загальноприйнятій термінології можливі тільки із застосуванням сучасних електронних обчислювальних засобів. Для створення E-nose використовуються різні види сенсорів за принципом функціонування: метал-оксидні сенсори, органічні полімерні, п'єзокристалічні сенсори (кварцеві кристалічні мікроваги), поверхневі або об'ємні акустичні хвилі, каталітичні метал-оксид-кремнієві польові транзистори, оптико-електронні сенсори; отже, величина, що вимірюється може бути провідність, приріст маси, оптичні параметри, тощо.

Систему «електронний язик» – аналітичний пристрій, що включає в себе масив (набір) хімічних сенсорів з відносно невисокою селективністю, що володіють чутливістю до декількох компонентів аналізованого розчину одночасно (перехресною чутливістю), і використовує відповідний багатовимірний метод обробки даних, одержуваних від масиву сенсорів, наприклад, метод розпізнавання образів або багатовимірного калібрування. Така система під час відтворення аналітичної поведінки сенсорів та застосування адекватного методу калібрування (градування, навчання) здатна виконувати функції розпізнавання (ідентифікації, класифікації) різноманітних рідких середовищ і багатоконпонентного кількісного аналізу неорганічних та органічних компонентів. Для детектування сигналу в системах «електронний язик» використовується потенціометричний метод та

вольтамперометрія. Сутність вимірювань масивом потенціометричних сенсорів аналогічна роботі із окремими іонселективними електродами: по черзі вимірюється ЕРС електрохімічних комірок, кожна з яких включає один робочий сенсор з масиву та електрод порівняння. Для вимірів застосовують багатоканальні вольтметри з високим входним опором (не менше 10^{12} Ом). Як правило, управління процедурою вимірювання та запис даних здійснюються за допомогою комп'ютера.

Питання до самоконтролю

1. Поняття якості харчових добавок та її основні аспекти.
2. Термінологія в області якості.
3. Вимоги, що пред'являються до якості харчових добавок.
4. Показники якості і їх класифікація.
5. Методи визначення показників якості.
6. Оцінка рівня якості (диференціальна, комплексна, інтегральна).
7. Способи представлення продукції на контроль і методи відбору одиниць продукції у вибірку.
8. Охарактеризуйте поняття якість продукції, показник якості, базовий показник якості, рівень якості.
9. Види контролю якості виробництва харчових продуктів та їх характеристика.
10. Які заходи входять до комплексної системи управління якістю продукції? Охарактеризуйте її рівні.
11. Що таке середня проба матеріалу та яким вимогам вона повинна відповідати?
12. Охарактеризуйте поняття виїмка, вихідна проба та наважка.
13. Що розуміють під однорідною партією матеріалу?
14. Чим відрізняється вихідна проба від середньої?
15. Як отримують середню пробу: а) сипких матеріалів, б) однорідних рідин, в) неоднорідних в'язких рідин г) плодів, ягід і винограду?
16. Характеристика методів технічного аналізу.
17. Наведіть характеристику основних фізичних методів технічного аналізу.
18. Наведіть характеристику основних хімічних методів технічного аналізу.
19. Які методи використовують для визначення сухих речовин?
20. Наведіть характеристику основних фізико-хімічних методів технічного аналізу.
21. Чим відносна густина відрізняється від абсолютної?
22. Що таке ареометр? Який принцип його роботи?
23. Які основні правила роботи з ареометром?

24. Як впливає температура на густину розчину?
25. Як знімають покази ареометра для темних і світлих розчинів?
26. Що таке нормальна наважка? В яких методиках аналізу вона використовується?
27. Техніка визначення концентрації сухих речовин меляси ареометричним методом.
28. Техніка визначення масової частки сухих речовин меляси розчину рефрактометричними методом.
29. Техніка визначення концентрації сухих речовин пивного суслу ареометричними методом.
30. Техніка визначення концентрації сухих речовин пивного суслу рефрактометричним методом.
31. Як перевіряють нульову точку рефрактометру?
32. В якому випадку користуються таблицями для визначення дійсних показів рефрактометра.
33. Дайте визначення поняття “вологість”.
34. В яких формах вода знаходиться в харчових продуктах?
35. Вода якої форми легко виділяється із продукту?
36. Які методи використовують для визначення вологості харчових продуктів?
37. На чому базуються непрямі методи визначення вологості?
38. Техніка аналізу при визначенні вологості методом прискореного висушування?

2. АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО ПОЛІПШУЮТЬ ЗАБАРВЛЕННЯ, СМАК І АРОМАТ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Споживач харчових продуктів давно звик до їх певного кольору, пов'язуючи з ним якість і готовність продуктів до вживання. Колір продуктів харчування, їх зовнішня привабливість – важливий фактор в оцінці харчових продуктів, їх конкурентної спроможності на ринку. Розширення асортименту харчової сировини і сучасні харчові технології з різними видами впливу на сировину і продукти (температура, зміна рН, застосування ферментативних препаратів, взаємодія забарвлених компонентів сировини з основними компонентами їжі та ін.) призводять до коливань кольору готових продуктів. Тому невпинно зростає необхідність стабілізації та відновлення їх кольору за допомогою харчових добавок, перш за все – харчових барвників. Крім того, за допомогою барвників розширюють асортимент нефарбованих продуктів (креми, карамель, безалкогольні напої та ін.).

2.1. Харчові барвники: класифікація, властивості

Харчові барвники не мають виражених технологічних якостей, і їх використання обґрунтовано тільки побажанням споживачів. Глибока переробка продовольчої сировини призводить до того, що в складі сировини практично не залишається забарвлених речовин, що присутні у вихідній не обробленій сировині. Широка стандартизація технології виготовлення харчових продуктів призводить до уніфікації їх властивостей і стандартизації органолептичних якостей. В той же час регламентація використання харчових добавок-барвників у виробництві харчових продуктів є механізмом, що постійно змінюється та удосконалюється, з метою забезпечення безпеки їжі з урахуванням найбільш актуальних наукових даних.

Таким чином за "Codex Alimentarius" харчові добавки E 100-E 182 – це барвники, або речовини, що відновлюють або імітують колір продукту. Харчова добавка може вважатися або бути віднесеною до функціонального класу барвників лише якщо, вона слугує одній або кільком із наступних цілей: відновлення початкового зовнішнього вигляду продукту харчування, колір якого змінився через переробку, зберігання, пакування та розповсюдження, що могло погіршити візуальне сприйняття продукту; підвищення візуальної привабливості продукту харчування; надання кольору продукту харчування, який без цього є безбарвним. Перелік барвників зареєстрованих та дозволених для використання в Україні представлено в таблиці 2.1. Перелік барвників зареєстрованих та дозволених для використання в Україні представлено в таблиці 2.2.

У таблицях 2.3 зазначено перелік харчових продуктів, в яких не дозволяється присутність харчової добавки або барвника внаслідок принципу перенесення. Згідно з принципом перенесення наявність харчової добавки може бути дозволена у складі багато інгредієнтних харчових продуктів, якщо дозволена її присутність в одному з інгредієнтів цього харчового продукту, а також у його складі, якщо харчова добавка була перенесена в харчовий продукт в результаті додавання в нього харчової добавки, харчового ферменту або харчового ароматизатора і якщо вона не виконує технологічної функції в готовому харчовому продукті.

За областю застосування барвники класифікують:

- FD & C (аббревіатура Food, Drug and Cosmetic) – для харчової, фармацевтичної і косметичної промисловості;
- D & C – для фармацевтичної і косметичної промисловості;
- Ext.D & C – для зовнішнього використання в складі фармацевтичних і косметичних засобів.

Таблиця 2.1 - Перелік барвників, зареєстрованих та дозволених для використання в Україні

Е-номер	Назва
1	2
Е 100	Куркумін
Е 101	Рибофлавіни
Е 102	Тартразин
Е 104	Хіноліновий жовтий
Е 110	Жовтий "захід сонця"/Апельсиновий жовтий S
Е 120	Кошеніль, кармінова кислота, карміни
Е 122	Азорубін, кармуазин
Е 123	Амарант
Е 124	Понсо 4R, Кошеніль червона А
Е 127	Еритрозин
Е 129	Червоний чарівний АС
Е 131	Синій патентований V
Е 132	Індіготин, Індигокармін
Е 133	Діамантовий синій FCF
Е 140	Хлорофіли та хлорофіліпти
Е 141	Мідні комплекси хлорофілів і хлорофіліптів
Е 142	Зелений S
Е 150a	Цукровий колер простий (1)
Е 150b	Цукровий колер лужно-сульфітний
Е 150c	Цукровий колер амонієвий
Е 150d	Цукровий колер амонієво-сульфітний
Е 151	Діамантовий чорний BN, Чорний PN
Е 153	Рослинне вугілля
Е 155	Коричневий НТ
Е 160a	Каротини
Е 160b	Аннато, біксин, норбіксин
Е 160c	Екстракт паприки, капсантин, капсорубін
Е 160d	Лікопін
Е 160e	Бета-апо-8-каротиновий альдегід (С 30)
Е 161b	Лютеїн
Е 161g	Кантаксантин (*)
Е 162	Буряковий червоний, бетанін
Е 163	Антоціани
Е 170	Кальцій карбонат
Е 171	Титан (IV) оксид
Е 172	Ферум оксиди та гідроксиди

1	2
E 173	Алюміній
E 174	Срібло
E 175	Золото
E 180	Литол рубіновий ВК
<p>(¹) Під терміном «цукровий колер» (caramel) маються на увазі продукти більш або менш насиченого коричневого кольору, призначені для забарвлення. Він не має відношення до цукрового ароматичного продукту, отриманого шляхом нагрівання цукру, який використовується для ароматизації харчових продуктів (наприклад, кондитерських виробів, тістечок, алкогольних напоїв).</p> <p>(*) Кантаксантин не дозволений до використання в харчових продуктах категорій, перерахованих у частинах D та E. Ця речовина включена до переліку В1 через її використання в лікарських продуктах відповідно до Директиви 2009/35/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ОВ L 109, 30.4.2009. С. 10).</p>	

В українських публікаціях по харчовим барвникам зустрічаються як синоніми наступні слова: колорант, пігмент, фарба. Визначень названих термінів у вітчизняних нормативних документах (стандартів України) немає. Але загально визнано наступні визначення та терміни:

Харчовий барвник – харчова добавка, призначена для надання, посилення або відновлення кольору харчовим продуктам.

До харчових барвників не належать барвники, що застосовуються для фарбування неїстівних зовнішніх частин харчових продуктів: оболонки для сирів і ковбас, поверхонь для таврування м'яса і маркування сирів та яєць.

Колорант (барвник) – термін, зазвичай означає всі речовини, які можуть надавати забарвлення.

Барвник – це індивідуальна органічна сполука, що володіє здатністю фарбувати різні матеріали, розчиняючись в середовищі, що фарбується.

Таблиця 2.2 - Харчові барвники, дозволені у *quantum satis*

Е-номер	Назва
Е 101	Рибофлавіни
Е 140	Хлорофіли, хлорофіліпти
Е 141	Мідні комплекси хлорофілів і хлорофіліптів
Е 150a	Цукровий колер простий
Е 150b	Цукровий колер лужно-сульфітний
Е 150c	Цукровий колер амонієвий
Е 150d	Цукровий колер амонієво-сульфітний
Е 153	Рослинне вугілля
Е 160a	Каротини
Е 160c	Екстракт паприки, капсантин, капсорубін
Е 162	Буряковий червоний, бетанін
Е 163	Антоціани
Е 170	Кальцій карбонат
Е 171	Титан (IV) оксид
Е 172	Ферум оксиди та гідроксиди
Харчові барвники з комбінованим максимальним обмеженням	
Е 100	Куркумін
Е 102	Тартразин
Е 104	Хіноліновий жовтий
Е 110	Жовтий "захід сонця"/Апельсиновий жовтий S
Е 120	Кошеніль, кармінова кислота, карміни
Е 122	Азорубін, кармуазин
Е 124	Понсо 4R, Кошеніль червона А
Е 129	Червоний чарівний АС
Е 131	Синій патентований V
Е 132	Індіготин, Індигокармін
Е 133	Діамантовий синій FCF
Е 142	Зелений S
Е 151	Діамантовий чорний BN, Чорний BN
Е 155	Коричневий НТ
Е 160e	Бета-апо-8-каротиновий альдегід (С 30)
Е 161b	Лютеїн

Таблиця 2.3 - Харчові продукти, в яких не допускається присутність харчового барвника за принципом перенесення, викладеним у пункті (а) частини 1 статті 18 Регламенту (ЄС) № 1333/2008

1	Неперероблені харчові продукти, як зазначено в статті 3 Регламенту (ЄС) № 1333/2008
2	Всі види води, розлитої в пляшки або упакованої
3	Цільне, напівзнежирене та знежирене молоко, пастеризоване або стерилізоване (включаючи ультрависокотемпературну стерилізацію)
4	Шоколадне молоко
5	Кисломолочні продукти (неароматизовані)
6	Консервоване молоко, як зазначено в Директиві Ради 2001/114/ЄС ⁽¹⁾ (неароматизоване)
7	Маслянка (неароматизована)
8	Вершки та вершковий порошок (неароматизовані)
9	Олії та жири тваринного або рослинного походження
10	Стиглий і нестиглий сир (неароматизований)
11	Масло з овечого та козячого молока
12	Яйця та яєчні продукти, як зазначено в статті 3 Регламенту (ЄС) № 853/2004
13	Борошно та інші мелені продукти та крохмаль
14	Хліб і аналогічні продукти
15	Макаронні вироби та ньоккі
16	Цукор, включаючи всі моно- та дисахариди
17	Томатна паста та томати, консервовані та фасовані в пляшки
18	Соуси на томатній основі
19	Фруктовий сік і фруктовий нектар, як зазначено в Директиві Ради 2001/112/ЄС ⁽²⁾ , і овочевий сік і овочеві нектари
20	Фрукти, овочі (включаючи картоплю) та гриби — консервовані, фасовані в пляшки або сушені; оброблені фрукти, овочі (включаючи картоплю) та гриби
21	Джем і желе вищого гатунку та каштанове пюре, як зазначено в Директиві Ради 2001/113/ЄС ⁽³⁾ ; crème de pruneaux
22	Риба, молюски та ракоподібні, м'ясо, птиця та дичина, а також їх продукти, але не включаючи готові страви, що містять ці інгредієнти
23	Кавові продукти та шоколадні компоненти в шоколадних продуктах, як зазначено в Директиві 2000/36/ЄС Європейського Парламенту та Ради ⁽⁴⁾
24	Смажена кава, чай, трав'яні та фруктові настої, цикорій, екстракти чаю, трав'яних і фруктових настоїв і цикорію; чайні, трав'яні та фруктові настої та зернові продукти для настоїв, а також суміші та швидкокорозчинні суміші цих продуктів
25	Сіль, замінники солі, спеції та суміші спецій
26	Вино та інші продукти, передбачені в Регламенті Ради (ЄС) № 1234/2007 ⁽⁵⁾ , що перераховані в частині XII його Додатку I
27	Спиртові напої, зазначені в частинах 1 – 14 Додатку II Регламенту (ЄС) № 110/2008 Європейського Парламенту та Ради ⁽⁶⁾ , спирти (яким передую назва фрукту), отримані шляхом мацерації та дистиляції та Лондонський джин

	(частини 16 і 22 Додатку II, відповідно) Sambuca, Maraschino, Marrasquino або Maraskino та Mistrà, як зазначено в частинах 38, 39 і 43 Додатку II Регламенту (ЄС) № 110/2008, відповідно
28	Sangria, Clarea та Zurra, як зазначено в Регламенті Ради (ЄС) № 1601/97 ⁽⁷⁾
29	Винний оцет, передбачений в Регламенті Ради (ЄС) № 1234/2007 і зазначений в частині XII його Додатку I
30	Харчові продукти для немовлят і маленьких дітей, як зазначено в Директиві 2009/39/ЄС, включаючи харчові продукти спеціального медичного призначення для немовлят і маленьких дітей
31	Мед, як зазначено в Директиві 2001/110/ЄС
32	Солод і солодові продукти

Харчовий пігмент. Пігменти в хімії (і лакофарбовій промисловості) – це пофарбовані (включно білий і чорний кольори) індивідуальні сполуки або сумішеві продукти (органічні або неорганічні) у вигляді тонкодисперсних порошків, що нерозчинні у воді і плівкоутворюючих речовинах; при розтиранні з останніми утворюють дисперсії, звані фарбами. Відмітною властивістю пігментів є їх нерозчинність у воді і середовищі, яке вони фарбують.

Харчовий пігмент – це харчова добавка, яка утворює дисперсії у воді і (або) плівкоутворюючих речовинах.

Лак – харчовий пігмент, отриманий з натурального та (або) синтетичного барвника в результаті утворення комплексів з металами і (або) адсорбції водо нерозчинними носіями.

У літературі з харчових барвників, а також у Директиві країн Європейського союзу (далі ЄС) з харчових барвників, всі харчові добавки, дозволені для фарбування харчових продуктів, прийнято називати барвниками (кольору). Національний стандарт України по маркуванню харчових продуктів (ДСТУ 4518-2008) і Директива ЄС по маркуванню харчових продуктів передбачають в якості єдиного варіанта винесення на етикетку слова «барвник» з наступним його найменуванням або вказівкою Е-індексу.

Оскільки визначення класів харчових добавок, включаючи барвники, наведені в ДСТУ 4518-2008, ґрунтуються тільки на їх функціональних властивостях і не стосуються хімічної природи і складу, до зазначеного визначенням можна дати додаткове пояснення: харчові барвники – це індивідуальні органічні фарбувальні речовини і їх суміші, неорганічні або органічні пігменти та їх суміші, з незабарвленими компонентами або без них.

Оскільки за визначенням харчові барвники – це харчові добавки, то до них не належать пофарбовані прянощі і харчові продукти, здатні забарвлювати їжу – паприка, шафран, куркума, червоний буряк, гібіскус, шпинат, соки, екстракт моркви, палений цукор та ін.

Застосування барвників дозволяє: створити широкий асортимент харчових продуктів, що відрізняються за кольором; відновити первинне забарвлення продукту, втрачену при обробці або зберіганні; посилити інтенсивність природного забарвлення; стандартизувати характеристики кольору харчової продукції незалежно від щорічних коливань якості вихідного сільськогосподарської сировини.

Використання барвників дозволяє зробити продукцію привабливою для споживача і, відповідно, підвищити її фізіологічне засвоєння. Не допускається використання барвників для маскування зміни кольору харчових продуктів, обумовленого їх псуванням чи недоброякісністю сировини.

2.1.1. Класифікація барвників за природнім походженням

Основною групою речовин, що визначають колір продуктів харчування та косметичних засобів, є харчові барвники та речовини, які сприяють зберіганню забарвлення.

Класифікують харчові барвники на натуральні, синтетичні і неорганічні.

Класифікація барвників:

1. Штучні (синтетичні) барвники
2. Натуральні (природні) барвники
3. Неорганічні синтетичні барвники
4. Органічні синтетичні барвники

Натуральний харчовий барвник - харчовий барвник, отриманий із сировини рослинного або тваринного походження (13 барвників).

Натуральні харчові барвники включають:

1. *Суміші фарбувальних і супутніх речовин*, отримані з харчових продуктів або інших джерел сировини рослинного або тваринного походження шляхом екстракції, що приводить до селективного виділення фарбувальних речовин щодо поживних, ароматичних та інших компонентів.

2. *Карамельний колор* – продукт термічної карамелізації вуглеводів, в тому числі із застосуванням хімічних реагентів; мідні комплекси хлорофілу і хлорофіліну.

3. *Мідні комплекси хлорофілу і хлорофіліну*.

Ряд барвників існують у природі – *рибофлавін*, деякі *каротиноїди* одержують хімічним шляхом. Такі барвники можна класифікувати як синтетичні аналоги натуральних барвників. За аналогією з ароматизаторами їх можна було б назвати **ідентичними натуральним**, але такої класифікації стосовно до харчових добавок, включаючи барвники, нормативними документами не передбачено (термін «ідентичний натуральному» застосовується тільки для ароматизаторів). Однак така назва іноді зустрічається як в закордонній, як і у вітчизняній літературі. Деякі барвники, що існують у природі, отримують також методами біотехнології. Мабуть, такі барвники логічно віднести до натуральних (за умови, що натуральним є вихідна сировина).

Технічні вимоги, що пред'являються до харчових барвників, зводяться, в основному, до наступного: стійкість до температурних дій (для продуктів, що піддаються обробці і стерилізації) до 120°C, стійкість до світла, до змін

pH в межах 2,5 ... 9,5, постійність концентрації, фізіологічна засвоюваність, відсутність власного запаху, смаку, абсолютна відсутність отруйних речовин, біохімічна нешкідливість.

Натуральні харчові барвники та їх синтетичні аналоги.

Перелік натуральних барвників та вимоги до їх якості затверджено у ДСТУ 3845-99. Барвники натуральні харчові. Технічні умови. Київ, Держстандарт України, 1999.

Основні вимоги до натуральних барвників.

1. Абсолютна безпечність, абсолютна розчинність у воді.
2. Натуральні харчові барвники повинні бути стійкими до температурних впливів (термостійкість). При нагріванні до 100 ... 105 °C не повинні втрачати основні властивості барвника (зазвичай стійкість барвників визначається нагріванням їх водного розчину до температури кипіння і кип'ятінням протягом 5 хв).
3. Натуральні харчові барвники повинні бути мати гарну фарбуючу здатність (пофарбовані продукти повинні мати яскравий, рівномірний колір, ясно виражений колір відповідних тонів).
4. Кислотостійкість, світлостійкість.

Видобувають натуральні барвники із природних джерел у вигляді суміші сполук, різноманітних за своєю хімічною природою, склад якої залежить від джерела та технології отримання. Виходячи з цього, забезпечити сталість компонентів цих сумішей буває важко.

До натуральних барвників належать каротиноїди, флавоноїди, хлорофіли, їх мідні комплекси та ін. Вони, зазвичай не токсичні, але для багатьох з них встановлені добові припустимі дози (ДПД). Деякі природні харчові барвники або їх суміші виявляють біологічну активність, є харчовими та ароматичними речовинами, які підвищують харчову цінність забарвленого продукту.

Сировиною для отримання природних харчових барвників виступають різні частини культурних та дикорослих рослин, відходи їх переробки на

виноробних, сокодобувних та консервних заводах. Крім того, деякі з них отримують хімічним або мікробіологічним синтезом.

Способи виділення природних харчових барвників залежать від виду сировини, що використовується, властивостей основного пігменту, що вилучається, характеру супутніх речовин. Найчастіше, їх отримують із природної сировини у вигляді соків та екстрактів, після чого видобувають пігменти відповідним розчинником.

Серед натуральних барвників необхідно виділити каротиноїди, антоціани, флавоноїди, хлорофіли та інші (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 - Характеристика натуральних барвників

№	Індекс Е	Барвник	Основне джерело отримання
1	Е 163i-iii	Антоціани	Червоний виноград, чорна смородина, вишня, полуниця.
2	Е 120	Кармін, кошеніль	Корні куркуми
3	Е 160a-f	Каротини	Морква, пальмове дерево (червоне пальмове масло), водорості, хімічний і мікробіологічний синтез
4	-	Червоний рисовий	
5	Е 162	Червоний бурячний (бетанін)	У коріннях червоного буряку
6	Е 100	Куркумін (турмерік)	Корні (турмерика)
7	Е 161a-g	<i>Каротиноїди</i>	
8	Е 101i, ii	<i>Рибофлавін</i>	
9	Е 150a-d	Цукровий колер (Карамельний барвник)	Сахароза, сиропи моно – і дисахаридів
10	Е 103	Алканет, алканін	
11	Е 181	Таніни харчові	
12	Е 140	Хлорофіл	Зелені частини рослин
13	Е 141i, ii	Мідні комплекси хлорофілу	Зелені частини рослин

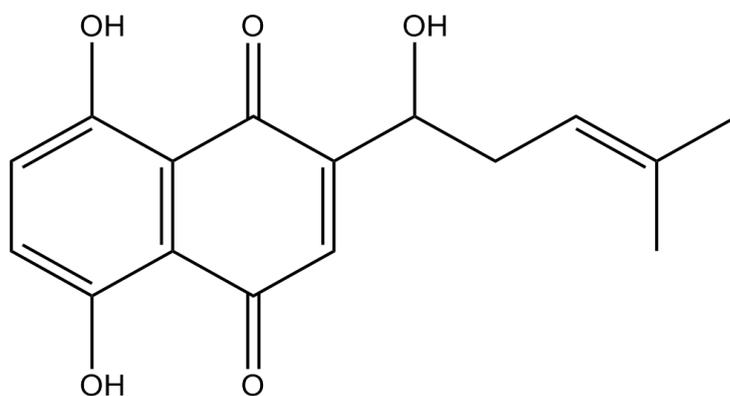
Каротиноїди. Вуглеводні ізопреноїдного ряду $C_{40}H_{56}$ (каротини) і їх кисневмісні похідні – рослинні червоно-жовті пігменти. Вони не розчинні у воді і добре розчинні у жирах і органічних розчинниках. Склад каротиноїдів визначається характером сировини, із якого він виділяється екстракцією. Прикладом каротиноїдів є **β-каротин** (барвник E 160). Каротиноїди рослинні – червоно-жовті що забезпечують забарвлення ряду овочів фруктів яєчного жовтка та інших продуктів. β-каротин отримують синтетичним шляхом (α-β-каротин синтетичний) або виділяють із природніх джерел, у тому числі із крилю, у суміші з іншими каротиноїдами (E 160a – екстракт натуральних каротинів) у вигляді водо- або жиророзчинних форм.

Для виділення та визначення каротинів широко використовується хроматографічний метод.

Хлорофіли (магній-заміщені похідні порфірину) – природні пігменти, що надають зеленого забарвлення багатьом овочам і плодам. Застосування хлорофілів як барвників у харчовій промисловості стримується їхньою нестійкістю: при підвищеній температурі зелений колір переходить у маслиновий, потім у брудно жовтий внаслідок утворення феофітину. Ліофільні пігменти (хлорофіли, каротиноїди) вилучають за допомогою неполярних розчинників, рослинних олій. Вміст забарвлюючих речовин у вихідній сировині досить низький (1 ... 4 %), тому використовуються спеціальні прийоми для їх очищення та концентрування. Велике значення можуть мати хлорофіли й хлорофілоподібні комплекси, що містять, як правило, мідь як центральний атом і мають інтенсивне зелене забарвлення (E 141 – мідні комплекси хлорофілів).

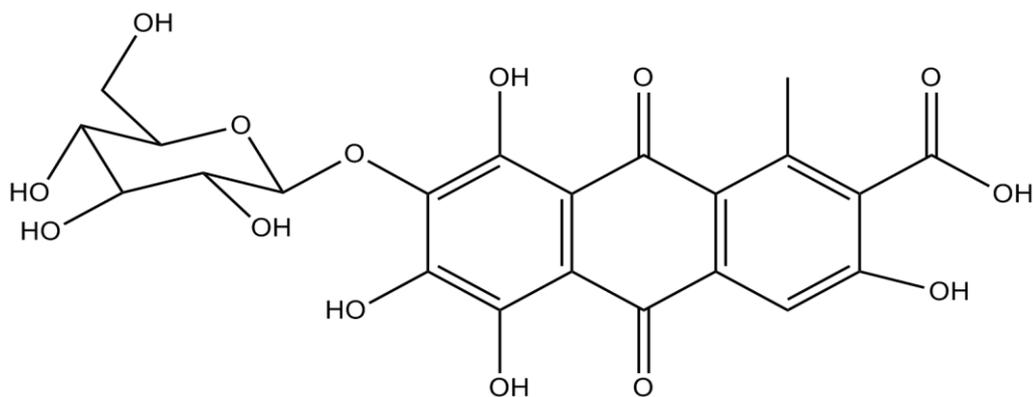
Для екстракції водорозчинних пігментів (антоціанів) використовують воду або етанол.

Алканет – червоно-бордовий (E 103), похідне 1,4-нафтохінону.



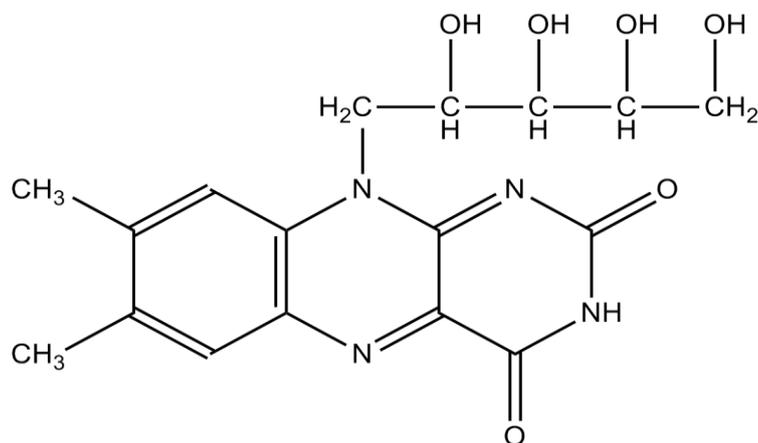
Відомий як барвник ще з давніх часів, який одержують із кореня рослини *Alkannatinctoria*, що росте на півдні та у центральній частині Європи. Він не знайшов широкого застосування для фарбування жирів, так як володіє недостатньою стабільністю і нехарактерною червоно-бордоватим кольором.

Кармін – червоний барвник (E 120).

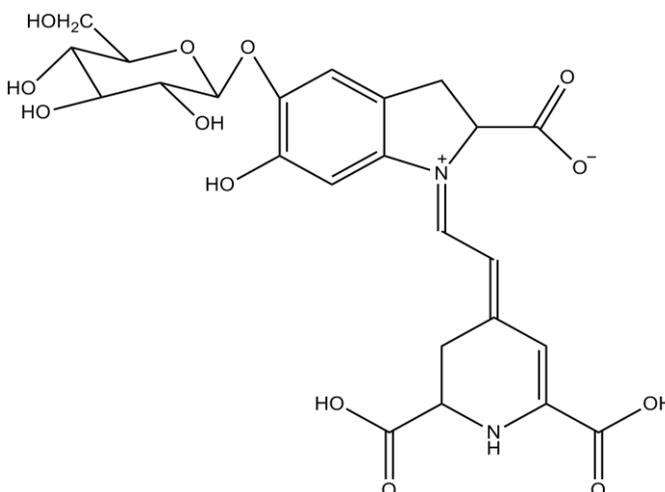


Кармін (основний компонент – кармінова кислота) одержують екстракцією з кошенилі: висушених і розтертих комах (жіночої статі), червців виду *CoccusSactic*, що живуть на кактусах, які виростають у Південній Америці, Африці. Останнім часом кармін отримують синтетичним шляхом. ДДД амонієвого карміну 5 мг/кг.

Рибофлавінові барвники представлені в природі вітаміном B2 у формі рибофлавіну або натрієвої солі рибофлавін-5-фосфорної кислоти (E 101).



Колір червоного буряка обумовлений присутністю беталаїнового барвника (E 162).



До природних прийнято відносити цукровий, або карамельний, колер (E 150).

У даний час як каталізатори, що прискорюють реакції в цукровому сиропі, застосовуються кислоти, луги і солі харчової якості. Залежно від використаних каталізаторів розрізняють чотири види цукрового колору. Всі вони є складними сумішами речовин різного складу, що трохи відрізняються за властивостями і областям застосування, але додають забарвлення продуктам один і той же коричневий колір.

Не належать до харчових добавок-барвників:

– харчові продукти (плоди, ягоди), в тому числі сушені та консервовані;

– прянощі та спеції, які використовуються для надання смаку та аромату і мають вторинний забарвлюючий ефект (фруктові та овочеві соки і пюре, кава, шафран, паприка, куркума та ін.);

– барвники, що використовуються для забарвлення неїстівних зовнішніх частин харчових продуктів (неїстівні оболонки для сирів, ковбас, тощо).

Природні барвники, навіть хімічно модифіковані, чутливі до впливу кислот (у тому числі фруктових), лугів, кисню повітря, температури. Також вони схильні до мікробіологічного псування, а деякі з них можуть змінювати колір залежно від рН середовища.

Неорганічні харчові барвники.

Неорганічний харчовий барвник – харчовий барвник, отриманий з мінеральної сировини природного або хімічного походження. Неорганічні харчові барвники – це деякі дрібнодисперсні метали і оксиди (гідроксиди) металів, аморфний карбон, кальцій карбонат, а також синій пігмент ультрамарин. Неорганічні барвники можуть бути мінерального (золото) або хімічного походження (титан (IV) оксид, ферум оксиди, ультрамарин та ін.).

Мінеральні барвники. Як харчові барвники використовуються деякі пігменти і метали. Так, ферум оксиди (E 172) дають чорний, червоний і жовтий кольори, а титан (IV) оксид (E 171) і кальцій карбонат (E 170) – білий. З металів застосовуються також золото (E 175) і срібло (E 174).

Синтетичні барвники. Синтетичні харчові барвники, на відміну від натуральних, не володіють біологічною активністю і не містять ні смакових речовин, ні вітамінів. Синтетичний харчовий барвник – харчовий барвник, отриманий методом хімічного синтезу. Синтетичні барвники володіють значними технологічними перевагами, тому вони більш стійкі до технологічній обробці, зберіганню і дають яскраві, легко відтворювані кольори. Синтетичні барвники, які не мають природних аналогів, називають також штучними.

Залежно від хімічної структури синтетичні барвники поділяються на класи:

– **Азобарвники:** тартразин (E 102), жовтий «сонячний захід» (E 110), кармуазін (E 122), пунцовий (Понсо) 4R (E 124), чорний блискучий (E 151);

– **Триарилметанові барвники:** синій патентований V (E 131), синій блискучий (E 133), зелений S (E 142), коричневий HT (E 155);

– **Хінолінові барвники:** жовтий хіноліновий (E 104);

– **Індигоїдні: індигокармін** (E 132).

Азобарвники. Термін азобарвники відображає загальну особливість включених у стандарт харчових добавок пов'язану з наявністю в їх структурі нітрогрупи (N=N). У азобарвниках хромофорна система з ланцюжка сполучених подвійних зв'язків включає одну або декілька нітрогруп - N = N, що знаходяться між двома ароматичними радикалами або ж між ароматичним і гетероциклічним радикалами. До азобарвників відносяться: тартразин (E 102), жовтий «сонячний захід» (E 110), кармуазін (E 122), пунцовий (Понсо) 4R (E 124), чорний блискучий (E 151). Позначення та найменування азобарвників представлено в таблиці 2.5.

Барвники в різних країнах прийнято називати по-різному, крім того, їх часто продають під торговими марками. Для ідентифікації барвників існує довідник Colour Index (CI). У цьому довіднику кожному барвнику певної хімічної структури привласнений п'ятизначний номер і наведені різні його назви. Індокси CI наводяться в таблиці 2.5.

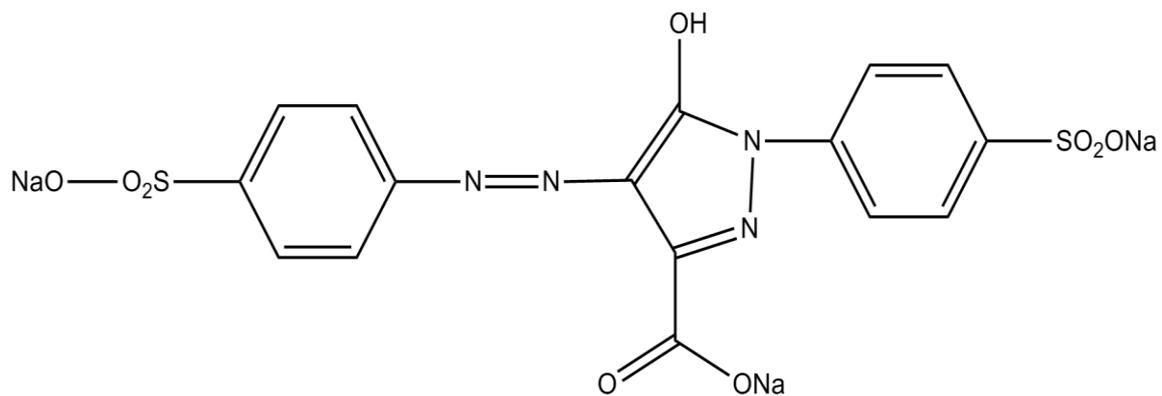
Основною перевагою синтетичних барвників є світлостійкість, термостійкість, кислотостійкість та інші. Стійкість основних синтетичних барвників представлено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.5 - Позначення та найменування азобарвників

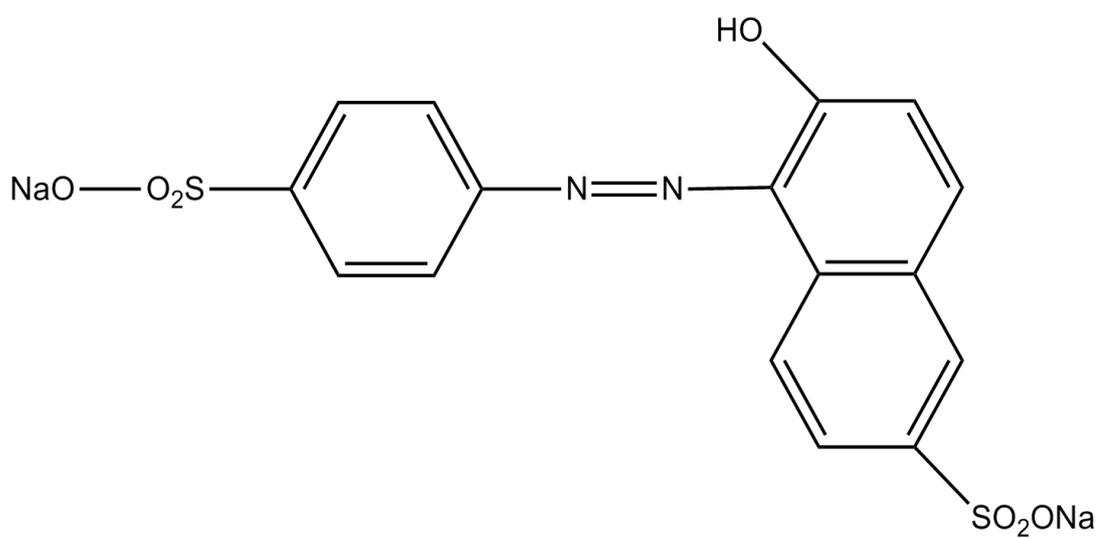
Найменування барвника	Індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок	Номер барвника у міжнародній системі нумерації харчових добавок	Номер барвника у міжнародній класифікації хімічних	Номер барвника у міжнародному каталозі барвників Color Index (CIN®) речовин	Синонім найменування азобарвника
Тартазин	E 102	102	1934-21-0	19140	Харчовий жовтий 4 (Food Yellow 4)
Жовтий «сонячний захід»	E 110	110	2783-94-0	15985	Харчовий жовтий 3 (Food Yellow 3, FD&CYellow №6)
Азорубін	E 122	122	3567-69-9	14720	Харчовий червоний 3 (FoodRed 3) Кармуазин
Понсо 4 R	E 124	124	2611-82-7	16255	Харчовий червоний 7 (Food Red 7) Кошенільний червоний
Червоний чарівний	E 129	129	25956-17-6	16035	Харчовий червоний 17 (Food Red 17FD&C Red)
Чорний блискучий	E 151	151	2519-30-4	28440	Харчовий чорний 1 (Foodblack 1)
Коричневий	E 155	155	4553-89-3	20285	Харчовий коричневий

Таблиця 2.6 - Стійкість основних синтетичних барвників

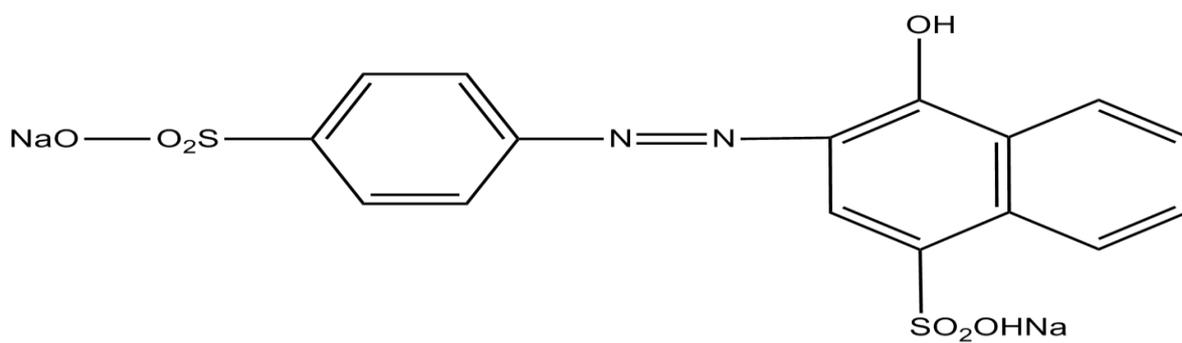
Код	Найменування	Світлостійкість	Термостійкість	Кислотостійкість	Стійкість до харчових кислот	Лужність
Е 102	Тартразин	+	++	++	++	+*
Е 104	Жовтий хіноліновий	+	+	+	++	+
Е 110	Жовтий «сонячний захід» FCF	+	++	++	++	±*
Е 122	Азорубін	+	+	+	+	±
Е 124	Понсо 4R(Пунцовий 4R)	+	+	+	+	+**
Е 131	Синій патентований V	±	++	-***		+*
Е 132	Индигокармін	-	+	--	-	-
Е 133	Синій блискучий FCF	+	++	-***		+
Е 151	Чорний блискучий BN	+	++	++	++	--
Позначення: ++ високо стійкий; + стійкий; ± відносно стійкий; - малостійкий; -- нестійкий.						



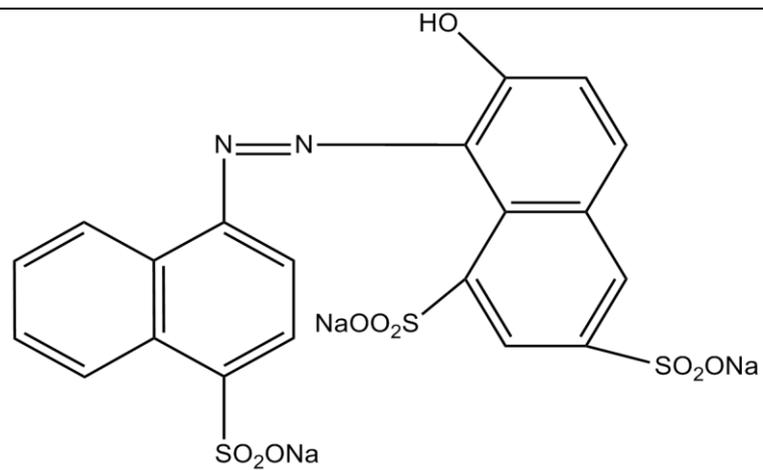
Тартразин Е 102



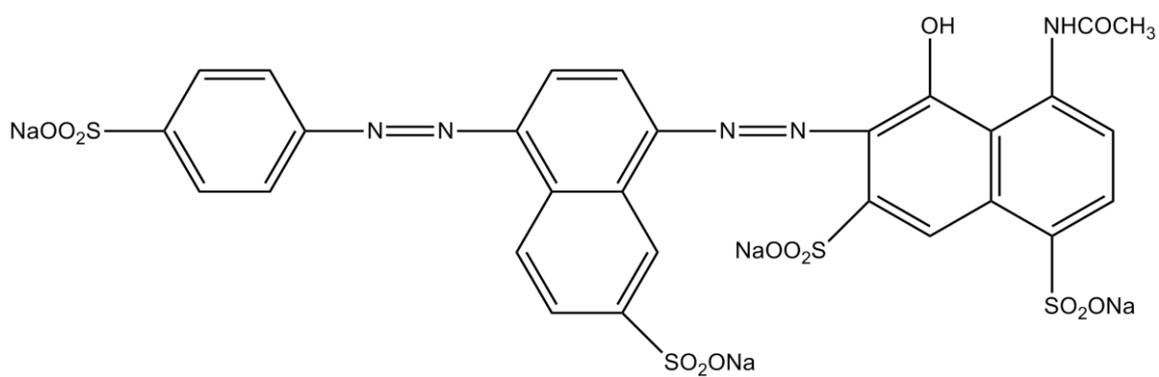
Жовтий «сонячний захід» Е 110



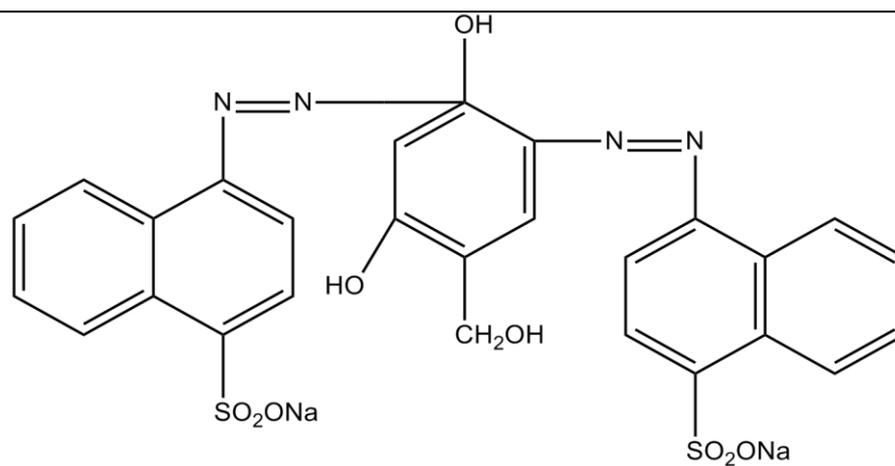
Азорубін Е 122



Понсо 4 R E 124



Чорний блискучий E 151



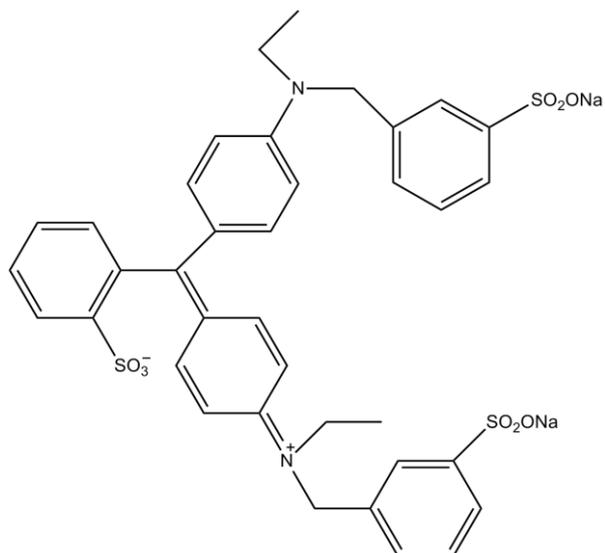
Коричневий E 155

Триарилметанові барвники.

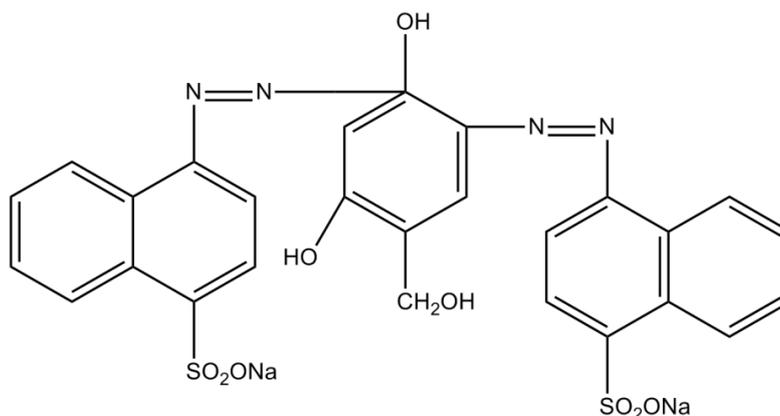
Триарилметановий барвник – синтетичний харчовий барвник, що має у своєму складі аміно- або окси-похідні триарилметану. Синтетичні барвники, головним чином похідні трифенілметану $\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$. Бувають червоного, фіолетового, синього і зеленого кольорів. Залежно від хімічної будови поділяються на амінотриарилметанові (напр., кристалічний фіолетовий) та окситриарилметанові (напр., лужний розчин фенолфталеїну) барвники. У катіонах молекул барвників першого типу може бути замість трьох дві аміногрупи, між якими симетрично розподілена електронна густина. Це перші синтезовані барвники.

Молекули барвників другого типу побудовані в основному так, як і першого, з тією різницею, що в них з арильними кільцями зв'язані (замість аміногруп) оксигрупи і утворюється забарвлений аніон, тобто дають яскраві і чисті забарвлення. Недоліком їх є мала стійкість проти світла. Одержують барвники конденсацією альдегідів, кетонів, ангідридів або хлорангідридів кислот з ароматичними амінами або фенолами (нафтолами). Застосовують у виробництві лаків, кольорових олівців, чорнила, для фарбування паперу, мила, інколи у медицині (брильянтовий зелений, фенолфталеїн) та як кислотно-лужні індикатори.

Синій патентований V, синій блискучий. Характеризуючись деякими не особливо сприятливими для здоров'я людини властивостями, барвник E 133 Синій блискучий FCF все ж включений до списку добавок харчових, які не заборонені для використання в харчовому виробництві. Склад барвника E 133 Синій блискучий FCF безпосередньо залежить від способу його одержання, за рахунок чого дана речовина відноситься до барвників харчовим синтетичного походження. Порошок або гранулят фіолетового або червоно-синього кольору отримують з кам'яновугільної смоли шляхом органічного синтезу. У воді цей барвник розчиняється погано, утворюючи в результаті блакитний розчин. А при змішуванні з іншими барвниками можуть виходити абсолютно різноманітні відтінки.



Коричневий НТ – барвник, який нерідко називається «Шоколадний». Зважаючи на своє забарвлення, широко використовується в багатьох видах промислового виробництва, але найчастіше харчовому. Індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок Е 155.

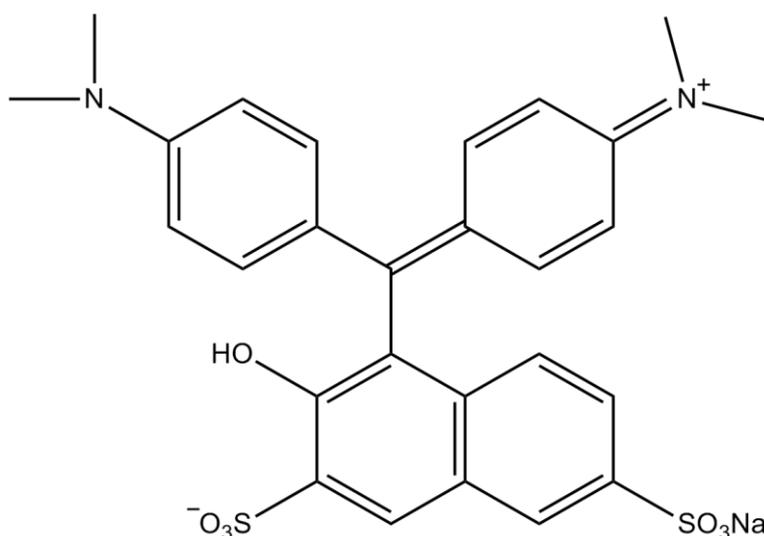


До складу барвника Е 155 Коричневий НТ входить вугільний дьоготь і азобарвник. Ця речовина синтетичного походження може виступати у двох формах: у вигляді натрієвої солі (тоді це порошок або гранулят коричневого кольору, який при розчиненні утворює червоно-коричневий розчин), а також алюмінієвого лаку, який використовується в основному для глазурування, наприклад, цукерок драже.

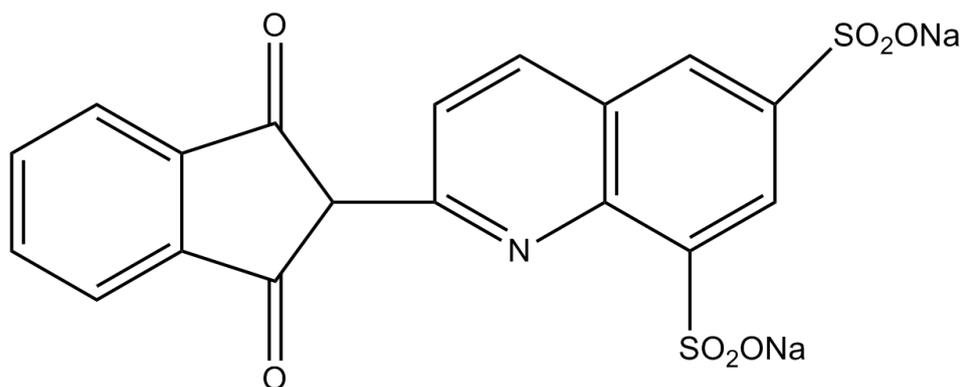
Чудові фарбуючі властивості барвника Е 155 Коричневий НТ дозволяють багатьом продуктам харчування придбавати насичений

шоколадний відтінок – це різні напівфабрикати, деякі види зефіру, а також такі кондитерські вироби як кекси і бісквіти.

Зелений S. Відомо, що барвники діляться на натуральні і синтетичні, тобто отримані штучним шляхом. Так, поряд з натуральними барвниками зеленого кольору на основі хлорофілу, які іменуються E 140 і E 141, виділяється і їх синтетичний аналог – барвник E 142 Зелений S. Індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок E 142. Склад барвника E 142 Зелений S обумовлений способом його виробництва. Дану речовину отримують з кам'яновугільної смоли. Готова добавка представляє собою натрієву сіль – повністю штучний порошкоподібний або гранульований барвник темно-зеленого кольору.



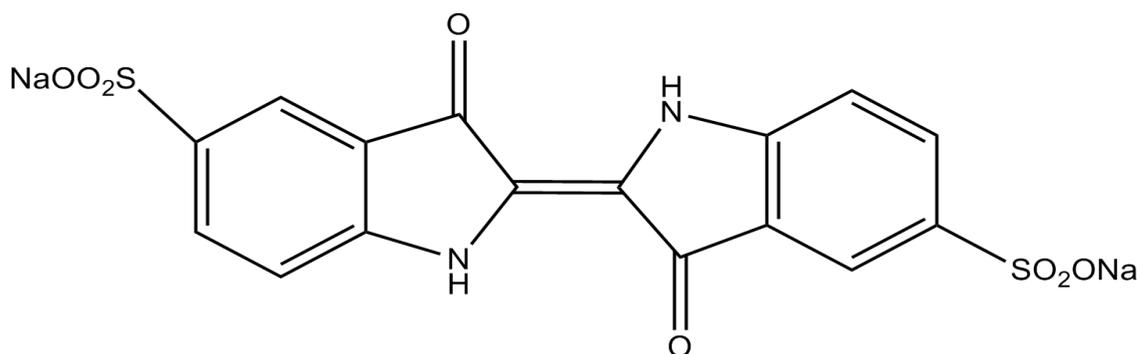
Хінолінові барвники. Хіноліновий барвник - синтетичний харчовий барвник, що має у своєму складі конденсовані ядра бензолу і піридину. Жовтий хіноліновий також відомий як Acid Yellow 3 – жовто-зелений барвник. Номер барвника у міжнародній класифікації хімічних 8004-92-0. Індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок E 104.



Хіноліновий жовтий має дві форми: Хіноліновий жовтий SS – розчинний у спирті; хіноліновий жовтий WS – розчинний у воді, сульфована форма з'єднання хіноліновий жовтий SS.

Індигоїдні.

Індигокармін – динатрієва сіль індиго-5,5'-дисульфокислоти. Номер барвника у міжнародній класифікації хімічних 860-22-0. Індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок E 132.



Індигокармін легко розчинний у воді. Має властивості кислотно-основного індикатора, інтервал рН області переходу від синьої форми до жовтої – 11,6-14,0. Індиго використовувався з давніх часів для фарбування тканин у сині кольори і добувався з деяких рослин роду *Indigofera*. Наприкінці ХІХ-го століття індиго був вперше синтезований, після чого почалося стрімке витіснення натурального індиго синтетичним. При розчиненні у воді має інтенсивне синє забарвлення. Застосовується в кондитерській промисловості, має низьку стійкість до редуруючих цукрів, що необхідно враховувати при використанні для забарвлення напоїв. Синтетичні барвники в харчовій промисловості застосовуються як в індивідуально із

вмістом основного продукту не нижче 70 ... 85 %, так і в суміші один з одним, і розбавлені наповнювачами (поварена сіль, натрій сульфат, глюкоза, сахароза, лактоза, крохмаль, харчові жири та ін.), що облегшує їх використання. Для фарбування харчових продуктів використовують, головним чином, водні розчини харчових барвників. Порошкоподібні барвники застосовують зазвичай у сухих напівфабрикатах. Суміші барвників дозволяють отримати кольори і відтінки, які не вдається створити за допомогою індивідуальних барвників. Склад деяких сумішей барвників наведено в таблиці 2.7.

У таблиці 2.8 наведено перелік харчових барвників, щодо яких етикетки харчових продуктів мають містити додаткову інформацію.

Таблиця 2.7 - Склад сумішей деяких барвників

Колір водного розчину	Вміст сухого барвника у суміші, %							
	Е 102	Е 110	Е 122	Е 124	Е 131	Е 132	Е 133	Е 151
Журавлинний	-	-	32	68	-	-	-	-
Карміново-червоний	25	-	75	-	-	-	-	-
Персиковий	-	32	-	68	-	-	-	-
Світло-коричневий	70	-	26	-	-	-	4	-
Кавовий	40	12	20	-	-	28	-	7,8
Коричневий	31,4	12,6	-	43,8	4,4	-	-	7,8
Жовтий	92	-	-	8	-	-	-	-
Лимонний	99	-	-	-	-	-	-	-
Ячний	60	40	-	-	-	-	-	-
Зелений	85	-	-	-	-	-	15	-
Жовто-зелений	75	-	-	-	-	25	-	-
Трав'янисто-зелений	50	-	-	-	-	50	-	-
Морські хвилі	20	-	-	-	-	-	80	-
Оливковий	50	13,6	-	-	-	36,4	-	-
Фіолетовий	-	-	50	-	-	50	-	-
Виноградний	-	-	85	-	-	15	-	-
Бузковий	-	-	80	-	-	20	-	-

Таблиця 2.8 - Перелік харчових барвників, щодо яких етикетки харчових продуктів мають містити додаткову інформацію

Харчові продукти, що містять один або декілька з наступних харчових барвників	Інформація
Жовтий "захід сонця" (E 110) (*)	"назва або E-номер барвника (-ів)": може негативно впливати на активність і увагу в дітей
Хіноліновий жовтий (E 104) (*)	
Кармуазин (E 122) (*)	
Червоний чарівний (E 129) (*)	
Тартразин (E 102) (*)	
Понсо 4R (E 124) (*)	
За винятком: (а) харчових продуктів, у яких барвник (-и) застосовано для потреб здоров'я або іншого маркування на м'ясних продуктах, або ж для штампування або декоративного фарбування яєчних шкаралуп; і (б) напоїв із об'ємним вмістом спирту понад 1,2 %	

2.1.2. Технічний аналіз барвників натуральних, синтетичних та фіксаторів кольору

2.1.2.1. Методи аналізу натуральних барвників

Визначення розчинності у воді. До натуральних харчових барвників представляється вимога повного розчинення у воді. Для визначення цього показника у хімічний стакан об'ємом 300 мл наливають 200 мл дистильованої води вносять 2 мл концентрованого натурального барвника і все ретельно перемішують скляною паличкою. Після чого вміст стакану роздивляються у світлі. Розчин повинен бути прозорим без осаду і муті. Розчинність натуральних барвників необхідно визначати за температури 20 °С.

Визначення відносної густини. Відносна густина може бути визначена різними способами: ареометром, пікнометром за температури 20 °С. При визначенні густини будь-яким способом необхідно звертати увагу на те, щоб досліджувана проба барвника не містила бульбашок повітря. Найбільш швидкий спосіб визначення густини – це визначення відносної

густини натуральних барвників ареометром. Досліджуваний барвник обережно наповнюють скляний циліндр об'ємом 200 ... 500 мл. Потім в барвник за температури 20 °С занурюють ареометр і проводять відлік густини за його шкалою.

Визначення вмісту сухих речовин у натуральному барвнику. Вибір того чи іншого методу визначення вмісту сухих речовин (СР) у натуральному барвнику залежить від ряду факторів і перш за все від його властивостей. У *сухому порошкоподібному* барвнику визначають шляхом висушування наважки 2 ... 3 г в ексікаторі за температури 100 ... 105 °С до постійної маси. У випадку *рідкого концентрованого натурального барвника наважку* 2 ... 3 г барвника попередньо перемішаної середньої проби перемішують у ємність (бюкс) із попередньо зваженим піском (він необхідний для збільшення поверхні випарювання вологи) і скляною паличкою, при необхідності підсушують на водяній бані до видимої сухості і потім сушать у сушильній шафі за температури 130 °С протягом 50 хв.

У концентрованих барвниках вміст СР можна визначити рефрактометричним методом.

Антоціанові барвники. Визначення кількості фарбуючих речовин за реактивом кобальт (II) сульфатом. Фотоелектрокалориметричним методом за стандартним розчином кобальт (II) сульфатом. Стандартний розчин готують наступним чином: зважують 20 г кристалічного кобальт (II) сульфату, розчиняють у колбі з дистильованою водою і кількісно переносять у мірну колбу об'ємом 100 мл. Розчин у колбі доводять до мітки дистильованою водою за температури 20 °С. Розчин кобальт (II) сульфату за інтенсивністю забарвлення відповідає вмісту 22 мг фарбуючої речовини (енін) в 1 л. Порівнюють інтенсивність забарвлення (оптичну густину при зеленому світофільтрі) досліджуваного барвника і розчину порівняння на колориметрі. Після чого готують досліджуваний розчин барвника. Для цього наважку 1 ... 4 г (в залежності від кількості пігменту) зважують з точністю до 0,0002 г, розчиняють у хімічному стакані дистильованою водою, кількісно

переносять у мірну колбу об'ємом 100 мл. У тому випадку, коли колір фарбуючих речовин досліджуваного барвника обумовлено антоціанами, до розчину мірним циліндром доливають 40 мл концентрованої хлоридної кислоти і вміст колби доводять дистильованою водою до мітки. Приготовлений розчин барвника повинен бути повністю прозорим. Якщо розчин мутний або містить не розчинні частинки, його фільтрують через скляний фільтр або центрифугують. Інтенсивність кольору досліджуваного розчину і стандартного порівнюють на колориметрі будь-якого типу. Досліджуванним розчином барвника наповнюють кювету з товщиною досліджуваного шару 10 мл і визначають оптичну густина на фотоелектрокалориметрі при зеленому світлофільтрі. Оптичну густина стандартного розчину визначають раніше.

При розрахунку кількості фарбуючих речовин виходять з того, що оптична густина розчину барвника пропорційна концентрації пігменту в ньому (2.1).

$$D_1:D_2 = C_1:C_2. \quad (2.1)$$

Вміст фарбуючої речовини x в г на 1 л визначається за формулою (2.2).

$$C_2 = \frac{C_1 \times D_1}{D_2}, \quad (2.2)$$

де D_1 – оптична густина стандартного розчину;

D_2 – оптична густина досліджуваного розчину;

C_1 – концентрація епіна, що дорівнює 0,002 г в 1 л стандартного розчину;

C_2 – концентрація пігменту в 1 л розчину барвника.

Визначення рН натурального барвника.

Як відомо, титрована кислотність будь якої речовини не дозволяє судити про активну кислотність. При однаковій титрованій кислотності смакові відчуття залежать від активної кислотності, яка виражається концентрацією іонів водню – рН. Для визначення величини рН зважують 5 г

барвника з точністю до 0,001 г і розчиняють у дистильованій воді в хімічному стакані об'ємом 100 мл. Вміст колби розчиняють дистильованою водою за температури 20 °С до мітки і визначають величину рН отриманого розчину рН-метром.

Визначення титрованої кислотності. Титровану кислотність звичайно виражають у градусах кислотності, тобто у кількості мл 1 н. лугу, що витрачено на нейтралізацію кислоти в 100 гр речовини. Оскільки розчини пофарбовані і при титруванні лугом маскують окрас фенолфталеїну – проводять методом потенціометричного титрування. Водний розчин у стакані потенціометра титрують лугом, визначаючи рН у процесі титрування, до тих пір, поки стрілка на приладі не встановиться на цифрі 6,8 ... 7,0, тобто до рН 6,8 ... 7,0.

Визначення стійкості кольору натуральними харчовими барвниками. Метод заснований на визначенні оптичної густини розчину пофарбованого продукту через певні проміжки часу. Отримують водний розчин пофарбованого продукту (5 ... 10 г у 100 мл води за температури 50 °С). Визначають оптичну густину на фотоколориметрі. Наступне визначення проводять через деякий проміжок часу. Зміну оптичної густини пофарбованих продуктів виражають у % відносно першого виміру.

Сучасне харчове та косметичне виробництво надає перевагу натуральним барвникам, тому що вони нетоксичні, передозування їх не є шкідливим для здоров'я людини, проявляють біологічну активність.

2.1.2.2. Аналіз основних показників якості синтетичних азобарвників

Методи технічний аналізу для азобарвників визначені у ГОСТ 55579-2013. Стандарт поширюється на харчові добавки Е 102, Е 110, Е 122, Е 124, Е 129, Е 151, Е 155, що представляють собою харчові азобарвники та призначені для використання в харчовій промисловості. Також методи

ідентифікації та визначення масової частки основного барвника в харчовому барвнику жовтий хіноліновий Е 104 наведено у ГОСТ 33292-2015.

Органолептичний аналіз синтетичних барвників. За органолептичними показниками барвники повинні відповідати вимогам, що вказані у таблиці 2.9.

Зовнішній вигляд і колір зразка барвника визначають оглядом проби, що розміщена тонким, рівним шаром на скляній пластині на фоні листа білого паперу при розсіяному світлі. За контрольний зразок приймають барвника даного найменування, показник якого відповідає вимогам нормативної документації.

Таблиця 2.9 – Органолептичні показники синтетичних азобарвників

Найменування барвника	Показник	
	Зовнішній вигляд, колір	Колір водного розчину
Тартразин	Світло помаранчевий порошок або гранули	Жовтий
Жовтий «сонячний захід»	Помаранчево-червоний порошок або гранули	Помаранчевий
Азорубін	Від червоного до темно-бордового кольору порошок або гранули	Червоний
Понсо 4 R	Червоний порошок або гранули	Червоний
Червоний чарівний	Темно червоний порошок або гранули	Червоний
Чорний блискучий	Чорний порошок або гранули	Чорно-синій
Коричневий	Червоно-коричневий порошок або гранули	Коричневий
Синій патентований V	Фіолетовий порошок або гранули	Блакитно-фіолетовий
Синій блискучий	Фіолетового або червоно-синього кольору порошок або гранули	Блакитний
Зелений S	Зелений порошок або гранули	
Коричневий НТ	Порошок або гранулят коричневого кольору	Червоно-коричневий розчин
Жовтий хіноліновий	Жовто-зелений порошок або гранули	жовтий
Індигокармін	Темно-синій порошок або гранули	Яскраво-синій

Визначення кольору водного розчину. Метод полягає в порівнянні спектрів водних розчинів азобарвника, що досліджується з аналогічно приготовленим розчином контрольного зразку азобарвника даного найменування. Спектрофотометричні характеристики азобарвника наведено в табл. 2.10.

Підготовка до проведення аналізу. Приготування буферного розчину з рН розчину 7,0 од. рН.

Розчин 1. Розчин натрій фосфорнокислого двоаміщеного молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,2$ моль/дц³ готують відповідно до ГОСТ 4919.2

Розчин 2. Розчин калій фосфорнокислого молярної концентрації $c(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 0,2$ моль/дц³ готують відповідно до ГОСТ4919.2.

Буферний розчин з рН розчину 7,0 од рН готують відповідно до ГОСТ 4919,2 у колбі об'ємом 100 см³ розведенням 32,0 см³ розчину 1 і 18 см³ розчину 2 дистильованою водою до об'єму 100 см³.

Таблиця 2.10 – Спектрофотометричні характеристики азобарвника

Найменування барвника	Спектрофотометричні характеристики азобарвника		Розчинник
	Довжина хвилі, що відповідає максимуму світлопоглинання, нм	Питомий коефіцієнт світлопоглинання $E_{1\%}^{1\text{см}}$	Розчинник
Тартразин	426	530	Дистильована вода
Жовтий «сонячний захід»	485	555	Буферний розчин при рН=7
Азорубін	516	510	Дистильована вода
Понсо 4 R	505	430	Дистильована вода
Червоний чарівний	504	540	Буферний розчин при рН=7
Чорний блискучий	570	530	Буферний розчин при рН=7
Коричневий	460	403	Буферний розчин при рН=7
Хіноліновий жовтий	415	865	Буферний розчин при рН=7
Індигокармін	610	480	Буферний розчин при рН=7

Приготування розчину азобарвника. У стаканчику об'ємом 50 см³ зважують 0,25 г контрольного азобарвника. Після чого додають 20 см³ дистильованої води або буферного розчину і перемішують скляною паличкою до повного розчинення. Для інтенсифікації розчинення допускається нагрівання розчину у стаканчику на водяній бані до

температури не більше 90 °С. Після чого розчин охолоджують до 20 °С, переносять кількісно у мірну колбу (з притертою пробкою) об'ємом 250 см³, доводять об'єм розчину у колбі тим самим розчинником, закривають колбу пробкою і ретельно перемішують (розчин А). Піпеткою відбирають 10 см³ розчину А і переносять у мірну колбу об'ємом 100 см³. Доводять об'єм розчину у колбі до мітки тим самим розчинником, ретельно перемішують (розчин Б). Піпеткою відбирають 10 см³ розчину Б і переносять у мірну колбу об'ємом 100 см³. Доводять об'єм розчину у колбі до мітки тим самим розчинником, ретельно перемішують (розчин В).

Проведення аналізу. Приготовлені розчини контрольного зразка (розчин В) і аналізує мого азобарвника дозують піпеткою у кювету спектрофотометра і реєструють спектри поглинання відносно оптичної густини дистильованої води у діапазоні хвиль від 350 до 700 нм у відповідності з інструкцією по використанню спектрофотометра.

Спектри поглинання контрольного і зразка, що аналізується повинні бути ідентичними, а довжина хвилі, що відповідає максимуму світопоглинання, повинні співпадати з довжиною хвилі, що відповідає максимуму світопоглинання контрольного азобарвника.

Визначення масової частки основної фарбувальної речовини.

Метод засновано на визначенні масової частки основної фарбувальної речовини азобарвнику по зміні інтенсивності його розчину спектрофотометричним методом при довжині хвилі, що відповідає максимуму світло поглинання барвника відповідно табличним даним, що представлені у ГОСТі.

Проведення аналізу. Кювету спектрофотометра заповнюють розчином, що приготовлений як зазначено у вище наведеній методиці (розчин В) і виміряють оптичну густину при довжині хвилі, що відповідає максимуму світло поглинання відносно оптичної густини розчинника (див. табл.) Відносна густина розчину барвника повинна знаходитись у межах від 0,3 до

0,7 од. о. г. Масову частку основної фарбувальної речовини $\chi, \%$ в досліджуваному барвнику розраховують за формулою (2.3).

$$\chi = \frac{A \times V \times V_1 \times V_3}{E_{1\text{см}}^{1\%} \times d \times m \times V_2 \times V_4}, \quad (2.3)$$

де A – оптична густина розчину досліджуваного азобарвника, що виміряні при умовах вказаних у таблиці 5;

V – об'єм розчину А, що дорівнює 250 см^3 ;

V_1 – об'єм розчину Б, що дорівнює 100 см^3 ;

V_2 – об'єм розчину А, що взято при приготуванні розчину Б, що дорівнює 10 см^3 ;

V_3 – об'єм розчину В ($V_3 = 100 \text{ см}^3$);

V_4 – об'єм розчину Б, що взято при приготуванні розчину В, що дорівнює 10 см^3 ;

$E_{1\text{см}}^{1\%}$ – питомий коефіцієнт світлопоглинання у відповідності до таблиці 5, що чисельно дорівнює оптичній густині розчину барвника, з масовою часткою фарбуючої речовини 1%, при товщині поглинаючого шару 1 см , $\%^{-1}\text{хсм}^{-1}$;

d – товщина поглинаючого шару, см ; $d = 1 \text{ см}$;

m – маса проби барвника, що аналізується, г .

Масова частка основної фарбувальної речовини для барвників наведена у таблиці 2.11.

Метод визначення масової частки основного барвника в харчовому барвнику жовтий хіноліновий Е 104 представлено у ГОСТ 33292-2015 «Добавки пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли основного красящего вещества в пищевом красителе желтый хинолиновый Е 104». У документі описано хроматографічний метод якісного визначення (ідентифікації) барвника в тонкому шарі сорбенту.

Методи ідентифікації та визначення масової частки основного барвника в харчовому барвнику індигокармін Е 132 представлено у ГОСТ 33293-2015.

Таблиця 2.11 – Масова частка основної фарбуючої речовини

Код	Найменування	Вміст барвника, %, не менше
Е 102	Тартразин	85
Е 104	Жовтий хіноліновий	70
Е 110	Жовтий «сонячний захід» FCF	85
Е 122	Азорубін	- // -
Е 124	Понсо 4R	80
Е 131	Синій патентований	85
Е 132	Індигокармін	85
Е 133	Синій блискучий FCF	- // -
Е 151	Чорний блискучий BN	80

Визначення масової долі не розчинних у воді речовини.

Масову долю не розчинних у воді речовин визначають відповідно до ГОСТ 16922, при цьому для аналізу беруть пробу барвника масою 5,0 г.

Визначення масової частки екстрагованих ефіром органічних речовин. Метод заснований на екстракції речовин, розчинних у ефірі, відгонці ефіру за температури 55 °С і визначенні маси сухого залишку.

Підготовка до аналізу. Колбу для екстрактора Сокслета сушать у сушильній шафі за температури 120 °С протягом 2 годин, після чого охолоджують у ексикаторі протягом 40 хв і зважують з точністю до третього знаку. На фільтрувальному папері зважують 5 г барвника, що аналізується, з точністю до третього знаку. Після чого згортають фільтрувальний папір з барвником у вигляді патрону і розміщують патрон в насадку для екстрагування.

Підготовка установки для відгонки розчинника. Збирають прилад для відгонки розчинника, послідовно з'єднуючи насадку з холодильником, а холодильник з колбою – приймачем через алонж.

Проведення аналізу. Насадку для екстрагування, разом з розмішеним в ній патроном з барвником, з'єднують з колбою, приливають до неї 40 см³ діетилового ефіру і з'єднують насадку для екстрагування з холодильником. Колбу розміщують у розігріту попередньо до температури 55 °С гліцеринову баню, що забезпечує рівномірне кипіння діетилового ефіру. Екстракцію проводять протягом 5 годин, після чого відділяють колбу від насадки для екстрагування, з'єднують її з насадкою установки для відгонки розчинника і занурюють у нагріту до температури 55 °С гліцеринову баню. Упарюють вміст колби досуха, після чого сушать у сушильній шафі за температури 100 °С протягом 1 години, після чого охолоджують у ексикаторі протягом 40 хвилин і зважують з точністю до четвертого знаку. Висушування колби проводять до тих пір, доки різниця між двома паралельними дослідями не складе менше 0,001 г.

Масову частку речовин, що екстрагується ефіром X_1 , розраховують за формулою (2.4).

$$X_1 = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100, \quad (2.4)$$

де M – маса проби барвника; M_1 – маса колби з сухим залишком; M_2 – маса сухої колби.

Визначення масової частки супутніх фарбуючих речовин.

Метод заснований на розділенні основних і супутніх фарбуючих речовин азобарвників методом хроматографування на папері, екстракції отриманих хроматографічних зон, що відповідають основним і супутнім фарбуючим речовинам, і визначення оптичної густини екстрактів при довжині хвилі, що відповідає максимумам світлопоглинання основних і супутніх фарбуючих речовин. Питомий коефіцієнт світлопоглинання основних і супутніх фарбуючих речовин приймається рівними.

Підготовка до аналізу. Приготування елюента 1. У мірну колбу об'ємом 50 см³ вносять індивідуальними піпетками для кожного реактиву 6 см³ дистильованої води, 2 см³ етилацетату і 12 см³ пропілового спирту. Колбу

закривають пробкою і ретельно перемішують. Використовують свіжоприготовлений розчин. Приготування елюента 2. У мірну колбу об'ємом 50 см^3 вносять індивідуальними піпетками для кожного реактиву 7 см^3 ізобутилового спирту, 7 см^3 етилового спирту і 7 см^3 дистильованої води. Колбу закривають пробкою і ретельно перемішують. Приготування елюента 3. У мірну колбу об'ємом 50 см^3 вносять індивідуальними піпетками для кожного реактиву 12 см^3 бутилового спирту і 6 см^3 оцтової кислоти масової концентрації 3 г/см^3 . Колбу закривають пробкою і ретельно перемішують. Приготування елюента 4. У мірну колбу об'ємом 50 см^3 вносять індивідуальними піпетками для кожного реактиву, 8 см^3 пропілового спирту, 6 см^3 етилацетату і 6 см^3 дистильованої води. Колбу закривають пробкою і ретельно перемішують. Приготування елюента 5. У мірну колбу об'ємом 50 см^3 вносять індивідуальними піпетками для кожного реактиву 8 см^3 бутилового спирту, 8 см^3 бутилового спирту і 2 см^3 льодяної оцтової кислоти. Колбу закривають пробкою і ретельно перемішують. Приготування елюента 6. У мірну колбу об'ємом 50 см^3 вносять індивідуальними піпетками для кожного реактиву 10 см^3 бутилового спирту, $2,25 \text{ см}^3$ етилового спирту і $4,4 \text{ см}^3$ дистильованої води. Колбу закривають пробкою і ретельно перемішують.

Приготування екстрагенту. У мірну колбу об'ємом 50 см^3 зважують $0,5 \text{ г}$ контрольного барвника. Після чого додають 20 см^3 дистильованої води і перемішують скляною паличкою до повного розчинення, кількісно переносять у мірну колбу об'ємом 100 см^3 і доводять об'єм розчину у колбі до мітки дистильованою водою, закривають колбу пробкою і ретельно перемішують. Масова частка контрольного барвника у отриманому розчині 1% . Приготування розчинів проб барвників, що аналізуються. В мірну колбу об'ємом 50 см^3 зважують $0,5 \text{ г}$ барвника. Після чого прибавляють 20 см^3 дистильованої води і перемішують скляною паличкою до повного розчинення, після чого кількісно переносять у мірну колбу об'ємом 100 см^3 , доводять об'ємом розчину в колбі до мітки дистильованою водою,

закривають колбу пробкою і ретельно перемішують. Масова доля барвника, що аналізується, в отриманому розчині $C_a = 1\%$.

Підготовка хроматографічного паперу. Хроматографічний папір готують відповідно ГОСТ 28365 з нанесенням на лінію старту у вигляді смуг по $0,1 \text{ см}^3$ розчинів контрольного і барвника, що аналізується, з відстанню між ними не менше 20 мм.

Проведення аналізу. Аналіз проводять відповідно до ГОСТ 28365, використовуючи будь який з елюентів, що приготовлені як зазначено у методиці вище. Елюювання закінчують при досягненні елюентом 18 см від лінії старту. Після закінчення елюювання хроматограму виймають пінцетом, сушать у сушильній шафі за температури $55 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 15 хв, охолоджують і вирізають зафарбовані зони, що відповідають основному барвнику і супутнім фарбуючим речовинам аналізованого барвника. Одночасно вирізають непофарбовані зони хроматографічного паперу, що рівні за площею відповідним пофарбованим зонам. Вирізані хроматографічні зони розміщують у чотири стакани об'ємом 50 см^3 . У перший стакан – зони, що відповідають супутнім фарбуючим речовинам у барвнику, що аналізується, (розчини 1), у другий – зону, що відповідає основній фарбуючій речовині контрольного зразка (розчин 2), у третій – непофарбовані зони, рівні за площею зонам супутніх фарбуючих речовин барвника, що аналізується (розчин 3), у четвертий – непофарбовану зону, що дорівнює за площею зоні основної фарбуючої речовини барвника, що аналізується. Після чого додають піпеткою у кожний стакан по 5 см^3 екстрагента(ів), приготовлених як зазначено у методиці вище і струшують протягом 3 хвилин, після чого у кожний стакан піпеткою додають по 15 см^3 розчину натрій карбонату, струшують, фільтрують отримані екстракти через паперові фільтри у кварцові кювети. Визначають оптичні густини отриманих фільтрів за довжини хвилі, що відповідають максимуму світлопоглинання у відповідності з ГОСТом, використовуючи у якості розчинів порівняння

непофарбовані фільтри (розчин 1 проти розчину 3 і розчин 2 проти розчину 4).

Масову частку супутніх фарбуючих речовин в складі барвника, що аналізується, $\chi_2, \%$, розраховують за формулою (2.5).

$$\chi_2 = \frac{X \cdot A_A}{A_K}, \quad (2.5)$$

де X – масова частка фарбуючих речовин у аналізованому барвнику по 6,4 %; A_A – оптична густина розчину (розчин 1) супутніх фарбуючих речовин аналізованого барвника; A_K – оптична густина розчину основної фарбуючої речовини (розчин 2).

Втрати при висушуванні за температури 135°C. Метод заснований на термогравіметричному визначенні втрат при висушуванні азобарвника до постійної температури.

2.1.2.3. Аналіз основних показників якості триарилметанових барвників

Триарилметанові синтетичні барвники, що мають у своєму складі аміно- і (або) оксипохідні триарилметану. До триарилметанових барвників відносяться: синій патентований V (E 131), синій блискучий (E 133), зелений S (E 142), зелений міцний FSF (E 143). Термін «триарилметановий» відображає загальну особливість барвників, пов'язану з їх структурою.

Позначення, найменування, хімічні назви, формули і молекулярні маси барвників наведені в таблицях 2.12, 2.13.

За органолептичними показниками барвники повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 2.14.

Спектрофотометричні характеристики барвників наведені в таблиці 2.15.

За фізико-хімічними показниками барвники повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 2.16.

Визначення кольору водного розчину. Метод полягає в порівнянні спектрів водних розчинів аналізованого барвника і аналогічно приготованого розчину контрольного зразка барвника даного найменування.

Визначення масової частки речовин, що не розчинні у воді. Масову частку речовин, не розчинних у воді, визначають за ГОСТ 16922, при цьому для аналізу беруть пробу барвника масою $(5,0 \pm 0,5)$ г.

Таблиця 2.12 – Позначення і найменування барвників

Найменування барвника	Індекс барвника в європейській кодифікації харчових добавок	Номер барвника в міжнародній системі нумерації харчових добавок (INS)	Номер барвника в міжнародній класифікації хімічних речовин (CAS N)	Номер барвника в міжнародному каталозі барвників Colour Index (CI N)	Синоніми найменувань барвників
Синій патентований V (Patent Blue V)	E 131	131	3536-49-0	42051	Харчовий синій 5 (Food Blue 5) Патентований синій 5 (Patent Blue 5)
Синій блискучий FCF (Brilliant Blue FCF)	E 133	133	3844-45-9	42090	Діамантовий блакитний FCF, Харчовий синій 2 (FoodBlue 2), FD&CBlueN 1
Зелений S (Green S)	E 142	142	3087-16-9	44090	Харчовий зелений 4 (Food Green 4), Харчовий зелений (Food Green S), Діамантовий зелений BS (Brilliant Green BS)
Зелений міцний FCF (Fast Green FCF)	E 143	143	2353-45-9	42053	Харчовий зелений 3 (Food Green 3), FD&C Green 3

Таблиця 2.13 – Хімічні назви, формули і молекулярні маси барвників

Назва барвника	Хімічна назва	Молекулярна маса, а.о.м.
Синій патентований V (Patent Blue V)	2 - [(4-діетиламінофеніл) (4-дітил-іміно-2,5-циклогексадієн-1-іліден) метил] -4-гідрокси-1,5-бензол-дисульфонат натрієва або кальцієва сіль	582,67
Синій блискучий FCF (Brilliant Blue FCF)	α - [4- (N-етил-3-сульфобензиламіно) феніл] - α - [4- (N-етил-3-сульфобензил-іміно) циклогексен-2,5-дієн-іліден] толуол-2-сульфонат динатрієва сіль	792,84
Зелений S (Green S)	5- [4- (диметиламіно-3- - (4-диметил-іміноциклогекса-2,5-дієн-іліден) бензил] -6-гідрокси-7-сульфонафталін-2-сульфонат натрієва сіль	576,63
Зелений міцний FCF (Fast Green FCF)	3- [N-етил-N- [4 - [[4- [N-етил-N- (3-сульфонатобензил) -аміно] феніл] (4-гідрокси-2-сульфонатофеніл) метилен] -2,5-циклогексадієн -1-іліден] амонійметил] бензосульфонатдинатрієвасіль	808,86

Таблиця 2.14 - Органолептичні показники барвників

Найменування барвника	Найменування показника	
	Зовнішній вигляд, колір барвника	Колір розчину барвника
Синій патентований V E 131	Темно-синій порошок або гранули	Синій
Синій блискучий FCF E 133	Фіолетовий або синій порошок або гранули	Синій
Зелений S E 142	Темно-синій або темно-зелений порошок або гранули	Синьо-зелений
Зелений міцний FCF E 143	Від червоного до коричнево-фіолетового кольору порошок або гранули	Від зеленого до голубувато-фіолетового

Таблиця 2.15 - Спектрофотометричні характеристики барвників

Найменування барвника	Спектрофотометричні характеристики барвника		Розчинник
	Довжина хвилі, відповідна максимуму світлопоглинання, нм	Коефіцієнт світлопоглинання, E	
Синій патентований V E 131	638	2000	Дистильована вода
Синій блискучий FCF E 133	630	1630	Дистильована вода
Зелений S E 142	632	1720	Дистильована вода
Зелений міцний FCF E 143	625	1560	50 %-й розчин етанолу

Визначення масової частки речовин, що екстрагуються ефіром.

Метод заснований на екстракції речовин, розчинних в ефірі, відгонці ефіру за температури $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$ і визначенні маси сухого залишку. Метод заснований на поділі основних і супутніх барвників методом хроматографування на папері, екстракції забарвлених зон хроматограми, що відповідають основним і супутнім фарбуючим речовинам, і визначенні оптичної щільності екстрактів при довжинах хвиль, відповідних максимумів світлопоглинання основних і супутніх фарбувальних речовин. Питомі коефіцієнти світлопоглинання основних і супутніх барвників приймаються рівними.

Таблиця 2.16 - Фізико-хімічні показники барвників

Найменування показника	Характеристика показника
Масова частка основного барвника,%, не менше:	
Синій патентований V E 131	85,0*
Синій блискучий FCF E 133	85,0*
Зелений S E 142	80,0*
Зелений міцний FCF E 143	85,0*
Масова частка речовин, не розчинні у воді,%, не більше	0,20
Масова частка речовин, що екстрагуються ефіром,%, не більше:	
Синій патентований V E 131	0,20
Синій блискучий FCF E 133	0,20
Зелений S E 142	0,20
Зелений міцний FCF E 143	0,40
Масова частка супутніх фарбувальних речовин,%, не більше:	
Синій патентований V E 131	2,0
Синій блискучий FCF E 133	6,0
Зелений S E 142	1,0
Зелений міцний FCF E 143	6,0
Масова частка втрат при висушуванні при 135°C ,%, не більше:	
Синій патентований V E 131	15,0
Синій блискучий FCF E 133	15,0
Зелений S E 142	20,0
Зелений міцний FCF E 143	15,0
Масова частка нессульфурованих первинних ароматичних амінів в перерахунку на анілін,%, не більше	0,010
Масова частка речовин лейкооснов,%, не більше	
Синій патентований V E 131	4,0
Синій блискучий FCF E 133	5,0
Зелений S E 142	5,0
Зелений міцний FCF E 143	5,0
* Відповідно нормативно правових актів, що діють на території держави	

Визначення масової частки нессульфованих первинних ароматичних амінів. Метод заснований на екстракції нессульфованих первинних ароматичних амінів з лужного розчину барвника толуолом, реекстракції з толуолу в хлоридну кислоту, подальшому діазотуванні натрій нітритом, поєднанні з 2-нафтол-6-сульфо кислотою і спектрофотометричному вимірюванні оптичної щільності отриманих забарвлених сполук.

Визначення масової частки втрат при висушуванні. Метод засновано на термогравіметричному визначенні втрат при висушуванні барвника до постійної маси

Визначення лейкооснов. Метод засновано на окисненні лейкооснов барвника до відповідної пофарбованої сполуки киснем повітря в присутності хлориду двовалентної міді і диметилформаміду, визначення масової частки лейкооснов за рахунок вимірювання збільшення інтенсивності забарвлення розчину, що еквівалентно вмісту присутнього у барвнику лейкооснови, спектрофотометричним методом при довжині хвилі, що відповідає максимуму світлопоглинання барвника даного найменування.

2.1.2.4. Аналіз основних показників якості хінолінових барвників

Методи ідентифікації і визначення масової частки основної фарбуючої речовини барвника в харчовому барвнику Е 104.

Метод полягає у порівнянні спектрів розчинів проби барвника, що аналізується, з отриманим розчином контрольної проби харчового хінолінового барвника Е 104 з масовою часткою основної фарбуючої речовини не менше 70 %. Спектри поглинання контрольного і аналізованого барвників повинні бути ідентичні і мати максимуми при довжині хвилі (415 ± 1) нм. При співпадінні спектра і положення максимуму світлопоглинання контрольного і аналізованого барвників ідентифікують аналізований барвник як харчової жовтий хіноліновий барвник Е 104.

Спектрофотометричний метод якісного визначення (ідентифікації) основної фарбуючої речовини барвника.

Метод полягає в порівнянні спектрів розчинів барвника, що аналізується, і аналогічно приготовленого розчину контрольного зразка харчового хінолінового жовтого з масовою часткою основної фарбуючої речовини не менше 70 %.

Спектрофотометричний метод визначення масової частки основної фарбуючої речовини барвника.

Метод заснований на визначенні масової частки основної фарбуючої речовини за вимірюванням інтенсивності забарвлення його розчину спектрофотометричним методом при довжині хвилі (415 ± 1) нм, що відповідає максимуму світлопоглинання.

Хроматографічний метод якісного визначення (ідентифікації) барвника в тонкому шарі сорбенту.

Метод заснований на розділенні фарбуючих речовин в результаті різної швидкості їх переміщення на тонкому шарі сорбенту (ТШХ) в потоці елюенту і подальшої ідентифікації. Ідентифікацію барвника проводять методом порівняння значень (відношення відстані від центру плями виявленого барвника до лінії старту та до відстані лінії міграції елюенту до лінії старту) барвника, що аналізується із значенням контрольного зразка барвника (відношення відстані від центру плями контрольного барвника до лінії старту до відстані лінії міграції елюенту до лінії старту). В якості контрольного зразка використовують розчин харчового хінолінового жовтого барвника Е 104 з масовою часткою основного барвника не менше 70 %.

2.1.2.5. Аналіз основних показників якості індигоїдних барвників

Методи ідентифікації і визначення масової частки основної фарбуючої речовини барвника в харчовому барвнику Е 132.

Спектрофотометричний метод якісного визначення (ідентифікації) основного барвника. Метод полягає у порівнянні спектрів розчину барвника, що аналізується, і аналогічного приготовленого розчину контрольного зразка Е 132 з масовою часткою основної фарбуючої речовини не менше 85 %. (максимум при довжині хвилі 610 нм).

Спектрофотометричний метод визначення масової частки основного барвника; Метод заснований на визначенні частки основної фарбуючої речовини барвника за зміною інтенсивності окрасу його розчину спектрофотометричним методом при довжині хвилі 610 нм, що відповідає максимуму світлопоглинання.

Хроматографічний метод якісного визначення (ідентифікації) барвника в тонкому шарі сорбенту. Метод засновано на розділенні фарбуючих речовин в результаті різної швидкості їх переміщення на тонкому шарі сорбенту в потоці елюенту і наступної ідентифікації.

2.1.2.6. Аналіз кольорокоректуючих матеріалів і аналіз їх якості

Стабілізатор (фіксатор) забарвлення (харчового продукту) – харчова добавка, призначена для збереження [стабілізації] та(або) посилення забарвлення харчових продуктів.

У харчовій промисловості використовують сполуки, що змінюють колір продукту в результаті взаємодії з компонентами сировини і готових продуктів. Серед них відбілюючі речовини – добавки, що попереджують руйнацію одних природніх пігментів і руйнують інші пігменти або пофарбовані сполуки, що утворюються при отриманні харчових продуктів і які є небажаними. Іноді ці сполуки спричиняють і функцію консервуючої дії.

Зміна забарвлення харчових продуктів може відбуватися в результаті впливу температури, під дією кисню, кислот або основ, окисно-відновних реакцій, процесів гідролізу, конденсації, полімеризації та інших, що у цілому впливає на будову барвника.

Харчові продукти, забарвлення яких необхідно стабілізувати, можна розділити на три великі групи:

- м'ясні;
- рослинні продукти, що містять хлорофіл;
- продукти переробки фруктів і овочів, схильних до ферментативного і неферментативного побуріння.

Найбільш розповсюдженими є наступні речовини сульфур (IV) оксид (E 220), розчини H_2SO_3 її солі, Na_2SO_4 , NaHSO_3 , $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (E 221, E 222, E 227) мають як кольорокоректуючі, так і консервуючі властивості, гальмують ферментативне потемніння свіжих овочів і фруктів.

У харчовій промисловості також використовують нітрیتی (і нітрати) – E 249 – E 252.

У м'ясній промисловості фіксатори забарвлення (кольорорегулюючі сполуки) необхідні для стабілізації червоного забарвлення м'ясопродуктів. М'ясо має пурпурно-червоне забарвлення завдяки присутності в ньому міоглобіну. Вже через кілька годин перебування на повітрі або при нагріванні колір м'яса стає коричневим або сіро-коричневим, внаслідок утворення метміоглобіну. Для стабілізації червоного забарвлення м'яса необхідно запобігти процесу утворення метміоглобіну.

Обробка м'яса нітритом або нітратом призводить до утворення нітрозоміоглобіна – барвника, що забезпечує потрібний колір і не змінюється при зберіганні і термообробці. При перетворенні нестабільного пігменту м'яса міоглобіну в термостійкий барвник нітрозоміоглобін в м'ясопродуктах протікають складні хімічні та ферментативні перетворення, при яких з нітриту (або з нітрату після його відновлення до нітриту) виділяється нітроген (II) оксиду, що реагує потім з міоглобіном.

Аскорбінова кислота (E 300) прискорює процес виділення нітроген (II) оксиду



При додаванні таких відновників, як аскорбінова кислота, її солі та ефіри, цистеїн або ніацин, не тільки прискорюються процеси червоного забарвлення, але воно посилюється і довше зберігається.

Аскорбінова кислота, крім прямого стабілізуючого ефекту, має і додаткову дію. Вона виконує роль синергіста антиоксидантів, перешкоджаючи утворенню перексидів, які сприяють окисненню міоглобіну до метміоглобіна.

Рослинні харчові продукти, що містять хлорофіл, при переробці схильні до «вимивання» зеленого забарвлення. При добавці невеликої кількості іонів міді забарвлення повертається. Для збереження зеленого забарвлення овочів, що піддаються термообробці, добре зарекомендував себе натрій моно- (орто-) фосфат, що підтримує оптимальну для збереження забарвлення кислотність середовища (рН 6,8 ... 7,0).

Ряд харчових добавок (Е 220 – Е 228), які вважаються підбілювачами, фактично також виконують роль фіксаторів кольору.

Сполуками, що найчастіше використовують в якості фіксаторів кольору є Е 579 – ферум глюконат, Е 375 – ніотинова кислота.

Переважна частина сполук, які проявляють функції стабілізаторів забарвлення, крім кольорокоректуючої дії, проявляють також інші технологічні функції – консервуючі, антиоксидантні або регуляторів рН середовища тощо. Саме тому вони розглянуті у відповідних розділах.

Аналіз якості натрій нітриту.

Методи аналізу та показники, що характеризують якість натрій нітриту представлено у ГОСТ на натрій нітрит NaNO_3 32781-2014.

Тест на натрій-йони. Метод заснований на формуванні осаду, що пофарбований у жовтий колір, при взаємодії іонів натрію з цинк уранілацетатом.

Метод заснований на здатності натрію фарбувати безбарвне полум'я в жовтий колір. Платинову проволочку нагрівають у полум'ї і швидко наносять на неї пробу, що аналізують. Потім прилиплі до неї кристали обережно

сплавляють у полум'ї пальника, опускають у концентровану хлористоводневу кислоту і знову розміщують у полум'ї. Фарбування безбарвного полум'я у жовтий колір вказує на присутність іонів натрію.

Тест на нітрат-йони.

Метод 1 заснований на формуванні жовто-червоної пари нітроген оксидів при дії розведених мінеральних кислот на харчовий натрій нітрит.

Метод 2. Заснований на окисненні натрій нітритом калій йодистого в сульфатній кислоті. До водного розчину натрій нітриту додають 2 ... 3 краплі розчину калій йодистого, 4 ... 5 крапель сульфатної кислоти і 2 ... 3 краплі розчину крохмалю. Поява синього кольору вказує про наявність йоду, що виділився у результаті реакції окиснення калій йодистого натрій нітритом.

Визначення масової долі основної речовини. Метод засновано на окисненні натрій нітриту надлишком калій марганцевокислого в кислому середовищі, з наступним відновленням залишку калій марганцевокислого (KMnO_4) надлишком щавлевої кислоти ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) і титруванням цього надлишку марганцевокислим надлишком.

Також для натрій нітриту визначають масову долю втрат при висушуванні та вміст токсичних елементів (миш'як).

2.2. Ароматизатори та смакові добавки. Класифікація ароматизаторів

Вимоги до визначення терміну, «ароматизатор» чітко викладені у Технічному регламенті щодо правил маркування харчових продуктів відповідно до ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014 Харчові добавки. Номенклатура та загальні вимоги, що є ідентичним перекладом CODEX STAN 192– 1995, Rev. 9-2008 №1485 від 29.12.2014 р. і в значній мірі гармонізовано з термінологією, яка використовується в країнах Європейського Союзу і викладеної в Директивах 88/388/ЄС та 91/71/ЄЕС.

Харчовий ароматизатор (food flavouring) – харчова добавка, що вноситься в харчовий продукт для поліпшення його аромату і є сумішшю смако-ароматичних речовин з розчинником або сухим носієм (наповнювачем) або без них.

Слід зазначити, що дане визначення не цілком коректно в частині використання понять носій-наповнювач і розчинник-наповнювач, оскільки в європейській Директиві по харчовим добавкам є два різних терміни – носій і наповнювач.

Ароматизатор натуральний – ароматизатор, смако-ароматична частина якого містить натуральні смако-ароматичні речовини.

У США термін натуральний аромат (natural flavor) або натуральний ароматизатор (natural flavoring) означає «ефірне масло, масло, смола, есенцію, екстракт, гідролізат білка або будь-який продукт обсмажування, нагрівання або ферментації, який містить смако-ароматичні компоненти, отримані з прянощів, фруктів або фруктових соків, овочів або овочевих соків, харчових дріжджів, трав, кори, коренів, листя або подібних рослинних матеріалів, м'яса, морепродуктів, птиці, яєць, молочних продуктів або продуктів, напівчинних з них за допомогою ферментації, істотна функція яких в складі харчового продукту більшою мірою ароматизуюча, ніж поживна» – це визначення, наведене у Зводі Федеральних нормативних актів США.

Натуральні ароматизатори в США поділяються на три види. Натуральні ароматизатори типу FTNF (From The Name Fruit – з однойменного плода або From The Name Food – з однойменного харчового продукту) – це виключно екстракти або дистиляти з однойменного плода або харчового продукту. Наприклад, натуральний суничний ароматизатор FTNF може містити концентрований суничний сік і суничний дистилят і не може містити компонентів з інших натуральних джерел.

Натуральні ароматизатори типу WONF (With Other Natural Flavorings – з іншими натуральними ароматизаторами) – повинні містити більше 51%

сировини з однойменного продукту, але можуть містити також натуральні компоненти з інших джерел. Наприклад, натуральний суничний ароматизатор WONF може містити 51% концентрованого суничного соку, «посиленого» іншими концентрованими соками і натуральними смако-ароматичними речовинами. Натуральні ароматизатори можуть містити тільки натуральні інгредієнти, при цьому джерела їх отримання не обмежуються. У країнах ЄС відповідно до Директив слово «натуральний» (або будь-яке інше слово, що має те ж значення) може бути використано тільки для ароматизаторів, в яких ароматичний компонент містить виключно натуральні смако-ароматичні речовини і/або смако-ароматичні препарати. При цьому в найменуванні ароматизатора можна посилатися на рослинне або тваринне походження або джерело складових речовин тільки в тому випадку, якщо смако-ароматичний компонент був виділений в результаті відповідних фізичних, ферментативних або мікробіологічних процесів, або був отриманий в ході традиційного процесу приготування їжі виключно (або майже виключно) зі згаданого в назві ароматизатора харчового або ароматичної сировини. Іншими словами натуральний ароматизатор, наприклад, «полуниця», може бути отриманий *виключно або майже виключно* зі смако-ароматичних препаратів або смако-ароматичних речовин, виділених з полуниці. Хоча поняття *майже виключно* не визначене, вдалося досягти угоди про те, що рівень, що перевищує 90% з названого джерела, прийнятний як для законодавця, так і для виробників ароматизаторів. Часто до найменування таких ароматизаторів додають аббревіатуру FTNF. Натуральні ароматизатори, у складі яких використано також інша ненатуральна сировина, в країнах ЄС називають, наприклад, «ароматизатор натуральний, тип полуниця», «ароматизатор натуральний зі смаком (ароматом) полуниці». Однак прецеденту розгляду цього питання в судах з винесенням рішення про допустимість таких назв немає.

Ароматизатор ідентичний натуральному – ароматизатор, смако-ароматична частина якого містить одне або декілька смако-ароматичних

речовин ідентичних натуральним, може також містити натуральні смако-ароматичні речовини.

Ароматизатор штучний – ароматизатор, смако-ароматична частина якого містить одне або декілька штучних смако-ароматичних речовин, може містити також натуральні і ідентичні натуральним смако-ароматичні речовини.

Ароматизатор технологічний (реакційний) – ароматизатор, отриманий взаємодією аміносполук і редукуючих цукрів.

Ароматизатор коптільний (димовий) – ароматизатор, на основі очищених димів, що застосовуються у традиційному копченні.

Речовина смако-ароматична (flavouring substance) – органічна речовина з характерним запахом, що призначається для виробництва харчових ароматизаторів.

Речовина смако-ароматична натуральна – смако-ароматична речовина (або їх суміш), що виділена із сировини рослинного або тваринного походження, в тому числі переробленої традиційними способами приготування харчових продуктів, за допомогою фізичних або біотехнологічних методів.

Речовина смако-ароматична ідентична натуральному – смако-ароматична речовина, що ідентифікована у сировині рослинного або тваринного походження, отримана за допомогою хімічних методів; суміш речовин, що виділена з димів, що застосовується у традиційному копченні, або отримане у результаті взаємодії аміносполук з редукуючими цукрами.

Речовина смако-ароматична штучна – смако-ароматична речовина, що не ідентифікована у сировині рослинного або тваринного походження і отримана шляхом методу хімічного синтезу.

Попередник ароматизатору – не обов'язково, що володіє властивостями ароматизатору, який навмисно додається до харчової продукції з єдиною метою отримання смаку і аромату шляхом деструкції або реакції з іншими компонентами в процесі приготування їжі.

Препарат смако-ароматичний – суміш смакоароматичних або інших речовин, що отримана фізичними, ферментативними або мікробіологічними процесами з харчової продукції або з харчової сировини, в тому числі після обробки, традиційними способами приготування харчової продукції, і/або з продуктів рослинного, тваринного або мікробного походження, що не використовуються безпосередньо в якості їжі, що застосовується як такі або оброблених з використанням традиційних способів приготування харчової продукції.

Під час маркування харчового продукту на споживчій тарі треба зазначати специфічну назву інгредієнта – «ароматизатор», «ароматична речовина», «ароматичний препарат» – без зазначення його складу, але з обов'язковим зазначенням природи походження (наприклад, «натуральний ароматизатор яловичини»).

Класифікація ароматизаторів.

У залежності від призначення харчові ароматизатори діляться на ароматизатори для:

- кондитерських та хлібопекарських виробів;
- безалкогольних напоїв;
- маргаринової продукції (масложирової);
- інших харчових продуктів.

У залежності від складу смако-ароматичної частини ароматизатори діляться на:

- ароматизатори на основі смако-ароматичних сполук (натуральні і синтетичні);
- ароматизатори на основі смако-ароматичних препаратів (натуральні);
- ароматизатори на основі попередників ароматизаторів;
- ароматизатори термічні технологічні;
- ароматизатори копильні;
- ароматизатори сумішеві.

У залежності від форми випуску ароматизатора діляться на:

- рідкі (у вигляді розчинів і емульсій (емульсійні));
- сухі: порошкоподібні і гранульовані;
- пастоподібні.

Порошкоподібні ароматизатори найчастіше отримують мікрокапсулюванням – шляхом спільної розпилювальної сушки розчину рідкого ароматизатора і носія, в якості якого використовується модифікований крохмаль, декстрин, цукор, сіль, желатин.

Рідкі ароматизатори частіш за все розчиняють в харчовому спирті (етанолі), або пропіленгліколі або триацетині. Тому при аналізі рідких ароматизаторів обов'язковим є додаткове визначення масової частки етилового спирту, 1,2-пропіленгліколя (ГОСТ 52177-2003) у рідких ароматизаторах. Якість і стійкість ароматизатора в значній мірі визначається розчинником, який майже завжди входить до його складу.

У залежності від форми випуску ароматизатора корегується і технічний аналіз сировини.

Ароматизатори умовно поділяють на гострі і солодкі.

Гострі ароматизатори (пряні) надають смак і запах спецій, трав, овочів, диму, риби, грибів та ін.

Солодкі ароматизатори – всі види фруктових, ванільні, шоколадні, кавові. Харчовим ароматизаторам коди Е не присвоюються. Це пояснюється величезною кількістю ароматизаторів, що випускається у світі, які являють собою, як правило, багатокомпонентні системи складного складу, що ускладнює питання їх гігієнічної оцінки та включення до міжнародної цифрової системи кодифікації.

До харчових ароматизаторів не належать водно-спиртові настої і вуглекислотні екстракти рослинної сировини, а також плодово-ягідні соки (включаючи концентровані), сиропи, вина, коньяки, лікери, прянощі та інші продукти.

Основними джерелами отримання ароматичних речовин можуть бути:

- Ефірні масла, запашні речовини, екстракти і настої;
- Натуральні плодоовочеві соки, у тому числі рідкі, пастоподібні і сухі концентрати;
- Прянощі та продукти їх переробки;
- Хімічний і мікробіологічний синтез.

Найбільшого поширення набули останнім часом так звані натуральні аромати – ефірні масла, екстракти прянощів та сухі порошки рослин.

Ефірні олії – рідкі суміші летких органічних речовин, що виробляються рослинами, зумовлюючи їх запах. Основними компонентами ефірних олій – є терпеноїдні сполуки – терпени та їх похідні. Ефірні олії – багатокомпонентні суміші з перевагою часто одного або кількох складових.

Ароматичні есенції – складні композиції духмяних речовин, натуральних, ідентичних натуральним, штучного походження у відповідному розчиннику або змішані з твердим носієм (крохмалем, лактозою, білками, повареною сіллю).

Вони застосовуються в різних галузях харчової промисловості й містять як натуральні, так і синтетичні компоненти, основними з яких є амілацетат, бутилацетат, етилацетат, етилформіат, цитраль, ваніляль, ефірні олії, соки, натуральні настої із трав, прянощів, екстракти. Тобто склад есенції може бути досить складним, а її компоненти будуть формувати різні запахи і смак.

За хімічною будовою ароматизатори є переважно аліфатичними і ароматичними спиртами, кетонами, альдегідами, кислотами естерами, тіолами, органічними моно-, ди-, і полісульфідами; заміщеними піразинами, тіазолами, похідними фурану та інших гетероциклічних сполук.

Як ароматизатори також можна розглядати і прянощі. Спеції і прянощі – це продукт виключно рослинного походження. Рослини, що є сировиною для отримання цього виду добавок, відносяться більше, ніж до 30 різних ботанічних сімейств. Найбільш важливими прянощами є перець, паприка, чілі. Найбільш дорогі прянощі – шафран, кардамон і ваніль.

2.2.1. Аналіз основних показників якості ароматизаторів

Визначення зовнішнього вигляду, кольору, запаху ароматизатора.

Визначення запаху. Метод полягає у органолептичному порівнянні проби для аналізу ароматизатору з контрольним зразком (еталоном) ароматизатором даного найменування. За контрольний зразок приймають зразок ароматизатору даного найменування, запах якого узгоджено дегустаційним складом комісії виробника. Для контрольного зразка обирають пробу об'ємом не менше 250 см³ (г) ароматизатору, що виготовлено у виробничих умовах. Контрольний зразок зберігають у герметичній тарі протягом терміну придатності, що зазначено у нормативній документації.

Визначення запаху рідкого ароматизатору (ГОСТ 12026). Смужки паперу 10×160 мм відповідно ГОСТ 12026 змочують (приблизно на 3 см) в досліджуваній пробі і в контрольному зразку, після чого порівнюють їх запах. Ароматизатор вважають відповідним, якщо запах «вологих» смужок проби для аналізу і контрольного зразка співпадають.

Визначення запаху пастоподібного або порошкоподібного ароматизатору. Пробу ароматизатору, що аналізується, масою від 30 до 50 г розміщують на білому фільтрувальному папері та оцінюють запах. Ароматизатор вважають відповідним, якщо запах проби для аналізу і контрольного зразка співпадають.

Визначення показника заломлення рідких ароматизаторів за ГОСТ 14618.10.

Визначення густини рідких ароматизаторів за ГОСТ 14618.

Рідкі ароматизатори частіш за все розчиняють у харчовому спирті (етанолі) або пропіленгліколі, або триацетині. Тому при аналізі рідких ароматизаторів обов'язковим є додаткове визначення масової частки етилового спирту, 1,2 пропіленгліколя (ГОСТ 52177-2003) у рідких

ароматизаторах. Якість і стійкість ароматизатора в значній мірі визначається розчинником, який майже завжди входить до його складу.

Визначення масової частки етилового спирту.

У харчових ароматизаторах визначення вмісту етилового спирту можливо газохроматографічним ферментативним методами.

Визначення вмісту етилового спирту методом газової хроматографії.

Визначення об'ємної частки етилового спирту у рідких ароматизаторах проводять хроматографічним методом на приладі з пламенево-іонізаційним детектором. Діапазон об'ємної частки етилового спирту 1,0 ... 85 %. Визначення масової частки етилового спирту проводять відповідно до ГОСТ 32365-2013 «Ароматизаторы пищевые. Методы определения содержания этилового спирта».

Метод засновано на використанні варіанту газово-адсорбційній хроматографії у поєднанні з «холодним» введенням проби для аналізу і особливими властивостями сорбенту «Полісорб 1» по відношенню до етилового спирту. «Холодне введення» (введення проби для аналізу за температури нижче кипіння речовини, що аналізується) дозволяє повністю відділити етиловий спирт від легкокиплячих і висококиплячих компонентів ароматизатору.

Підготовка хроматографічної колонки. Хроматографічну колонку промивають послідовно водою, етиловим спиртом, ацетоном, висушують у потоці повітря і заповнюють насадкою. Заповнену колонку розміщують у термостаті хроматографа, підключають до випарника, не з'єднуючи з детектором. Колонку концентрують з газом-носієм (азотом) зі швидкістю 40 см³/хв у режимі програмування температури від 4 °С/хв до 6 °С/хв до 170 °С/хв і ще від 0,5 до 1,0 год за цієї температури. Після охолодження вихідний кінець колонки з'єднують з детектором і перевіряють стабільність нульової лінії за робочої температури термостату колонок. Підготовку хроматографа до роботи проводять відповідно з інструкцією по експлуатації,

що додається до приладу. Прилад градуують за градуювальним розчином. В якості градуювальника розчинів використовують розчини етилового спирту в дистильованій воді з концентраціями, що близькі до заданого діапазону вимірювань.

Виконання вимірювання. Вимірювання виконують при наступних режимних параметрах хроматографа: температура термостату колонки – 80 °С; температура випарювання (інжектору) – 50 ± 5 °С; температура перехідної камери – 80 °С; витрата газу носія азоту – від 30 до 40 см³/хв; витрата водню – 30 см³/хв; витрата повітря – 300 см³/хв; об'єм проби для аналізу – 0,2 мм³. Після аналізу 20 ... 30 проб для аналізу підвищують температуру випарника, термостата колонки і перехідної камери до 150 °С і підтримують її протягом 30 ... 40 хвилин для очищення хроматографічної системи від висококиплячих сполук.

Визначення калібрувальної характеристики. Градуювання пламенево-іонізаційного детектору хроматографу виконують методом абсолютного градуювання. Для визначення калібрувального коефіцієнту хроматографують не менше чотирьох калібрувальних розчинів з вмістом етилового спирту, що відповідають всьому діапазону вимірювань. Кожну градуювальну суміш аналізують не менше трьох раз. Залежність об'ємної частки речовин від площі піку виражають рівнянням (2.6).

$$Q = K_i \cdot A \quad , \quad (2.6)$$

де Q – об'ємна частка спирту в лабораторній пробі, %;

K_i – площа хроматографувального піку, од. рахунку;

A – градуювальний коефіцієнт, % од. рахунку.

Значення градуювального коефіцієнту для кожного i -го градуювального розчину розраховують за формулами (2.7), (2.8).

$$K_f = \frac{Q_f}{A_f} \quad , \quad (2.7)$$

$$A_f = \frac{A_{f1} + A_{f2} + A_{f3}}{3}, \quad (2.8)$$

де A_{f1}, A_{f2}, A_{f3} – площа хроматографічних піків трьох паралельних проб аналізу, од. рахунку; Q_f – об'ємна частка етилового спирту в i -ому градуювальному розчині, %.

Визначають середнє значення K .

Газохроматографічний аналіз лабораторної проби ароматизатору. Після встановлення робочих параметрів, включення системи автоматизації аналізу для запису хроматограм і обробки отриманих даних, стабільної нульової лінії на робочій шкалі детектору приступають до аналізу.

Для визначення об'ємної частки етилового спирту досліджуваного ароматизатору у випарник хроматографа вводять двічі $0,2 \text{ мм}^3$, взятої з лабораторної проби ароматизатору. Об'ємну частку етилового спирту у лабораторній пробі ароматизатору визначають за формулою (2.9).

$$X = K \cdot \bar{A}, \quad (2.9)$$

де K – середньоарифметичне значення коефіцієнта градуювання етилового спирту, % f од. рахунку; \bar{A} – середнє значення площі піку етилового спирту у ароматизаторі трьох паралельних визначень.

Визначення вмісту етилового спирту ферментативним методом.

Метод призначений для визначення масової частки етилового спирту в рідких і пастоподібних ароматизаторах. Діапазон вимірювання масової частки етилового спирту від 0,002% до 12,0%.

Метод заснований на окисненні етилового спирту в присутності нікотинамідаденіндинуклеотиду (НАД) і алкогольдегідрогенази (АДГ), подальшому окисненні ацетальдегіду, що утворився в присутності альдегіддегідрогенази (АЛДГ) до оцтової кислоти і фотометричному вимірюванні масової частки нікотинамідаденіндинуклеотиду, що утворився

(відновлена форма) (НАДН), еквівалентного масовій частці етилового спирту відповідно до рівнянь.

Визначення 1,2-пропіленгліколя.

Визначення 1,2-пропіленгліколю рідких ароматизаторах визначають хроматографічним методом. Діапазон об'ємної частки від 1 до 92 % включно.

Метод засновано на газохроматографічному розділенні компонентів ароматизатору на приладі з пламенево-іонізаційним детектором і використанні двох варіантів хроматографування: газОВО-адсорбційний і газОВО-рідинний.

Для визначення об'ємної частки 1,2 пропіленгліколю досліджуваного ароматизатору у випарник хроматографа вводять тричі 0,1 до 0,5 мм³, взятої з лабораторної проби ароматизатору, використовуючи хроматографічну колонку, що забезпечує оптимальне відділення 1,2-пропіленгліколю від інших компонентів ароматизатору. За отриманими хроматограмами вимірюють площі піків і розраховують середнє значення площі піку 1,2-пропіленгліколя. Об'ємну частку етилового спирту у лабораторній пробі ароматизатору визначають за формулою (2.10).

$$X = K \cdot \bar{A}, \quad (2.10)$$

де K – середньоарифметичне значення коефіцієнта градування 1,2-пропіленгліколя, % f од. рахунку; \bar{A} – середнє значення площі піку 1,2-пропіленгліколя у ароматизаторі трьох паралельних визначень.

Визначення масової долі вологи.

Визначення масової частки вологи проводять відповідно до ГОСТ 32364-2013 "Ароматизаторы пищевые. Метод определения массовой доли влаги".

Діапазон кількості вологи, що визначається, змінюється у межах від 1,0 % до 50 % у порошкоподібних та пастоподібних ароматизаторах. Визначення масової долі вологи у рідких ароматизаторах (розчинених у рідинах). В основі метода вимірювання лежить об'ємний метод аналізу,

заснований на взаємодії йоду і діоксиду сірки у розчині метанолу в присутності води (у зв'язку з оборотністю реакції для її закінчення застосовують піридин).

2.3. Підсилювачі смаку та аромату

Підсилювачі смаку та аромату – це такі речовини, що підсилюють, відновлюють і стабілізують смак і аромат харчових продуктів, які частково втрачаються при переробці та зберіганні. Самі по собі вони переважно не мають відповідного смаку та аромату. До таких підсилювачів належать сполуки різної хімічної будови: дикетони, гетероциклічні сполуки, амінокислоти та їхні похідні, нуклеотиди (складові нуклеїнових кислот), деякі ензими тощо. До найбільш розповсюджених відносяться: кальцій глютамат (Е 623), магній глютамат (Е 625), мальтон (Е 636), цинк ацетат (Е 650).

Кальцій глютамат (Е 623) – підсилювач смаку та аромату, замінник солі. Глютамат кальцію є сумішшю кількох гідратів загальної формули $C_{10}H_{16}N_2O_8Ca \cdot nH_2O$, $n=0, 1,2$ або 4 . Фізико-хімічні властивості: це білий кристалічний порошок, який добре розчиняється у воді і не розчиняється в етанолі. До основних вимог відносяться наступні параметри: вміст вологи (за Фішером) – не більше 19,0 %, вміст хлоридів – не більше 0,2 %. Показник питомого обертання $[\alpha]^{20}_D$ становить від $+27,4^\circ$ до $+29,2^\circ$ для 10 % розчину в 2N хлоридній кислоті.

1-Заміщений натрій глютамат (Е 621) – підсилювач смаку і аромату харчового продукту, що отримують нейтралізацією глютамінової кислоти натрій гідроксидом. Вміст основної речовини не менше 99,0 % і не більше 101,0 % в перерахунку на суху речовину, хлоридів – не більше 0,2 %,

показник активної кислотності 5 % розчину від 6,7 до 7,2, температура плавлення 232 °С.

2.4. Підсолоджувачі

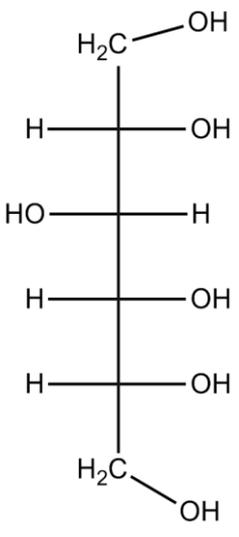
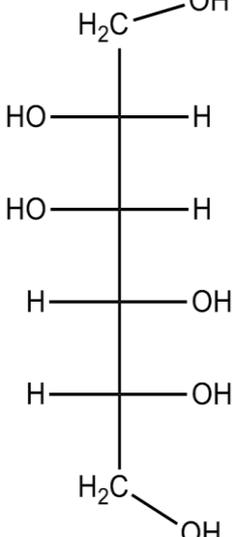
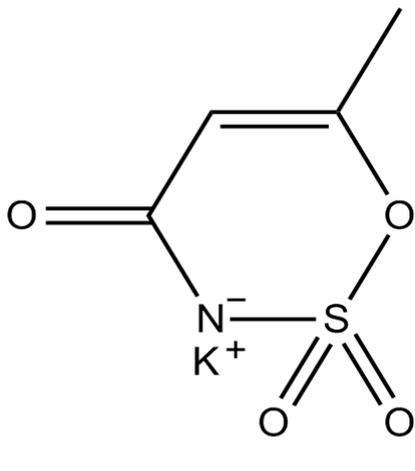
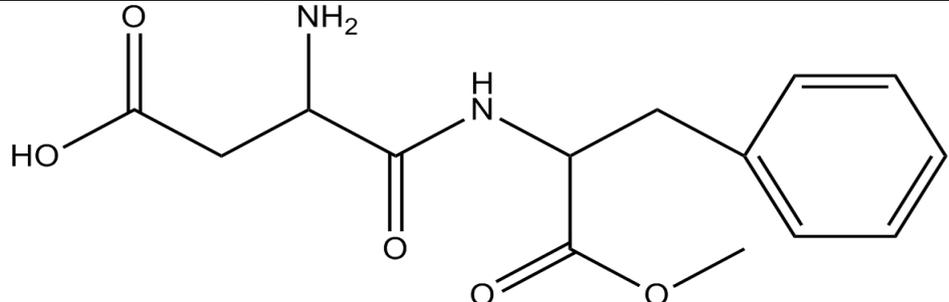
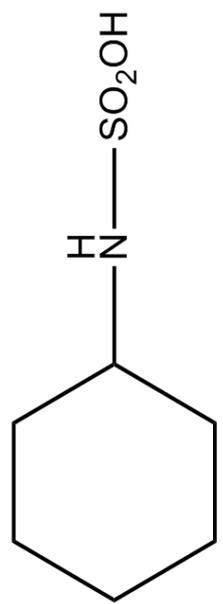
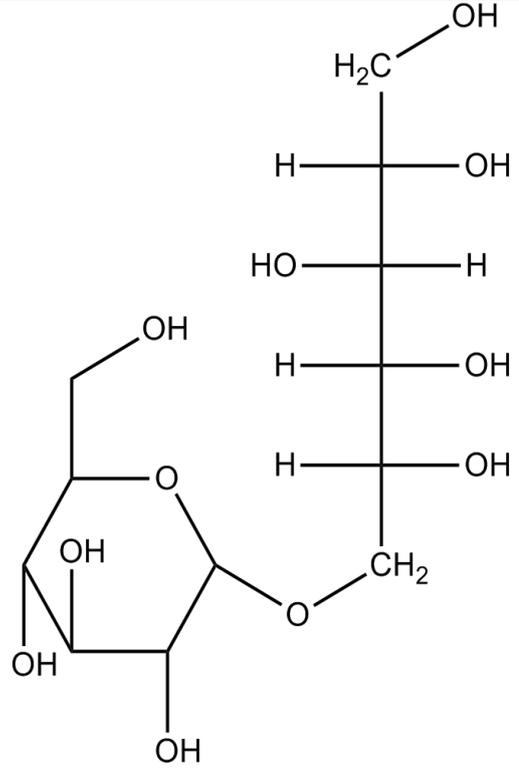
Підсолоджуючі речовини і цукрозамінники у виробництві харчових продуктів та в індустрії напоїв вже давно розглядаються не тільки як економічно вигідні інгредієнти.

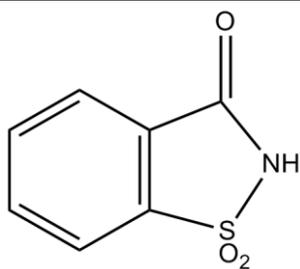
Підсолоджувач – це речовини, що використовуються для надання солодкого смаку продуктам харчування або у столових підсолоджувачах.

До інтенсивних підсолоджувачів належать такі речовини, які проявляють солодкість значно більшу, ніж стандартна сахароза. Інтенсивні підсолоджувачі бувають натуральні і синтетичні. За хімічною будовою вони можуть суттєво відрізнятися між собою. Перелік підсолоджувачів, що дозволені в Україні представлено у таблиці 2.17.

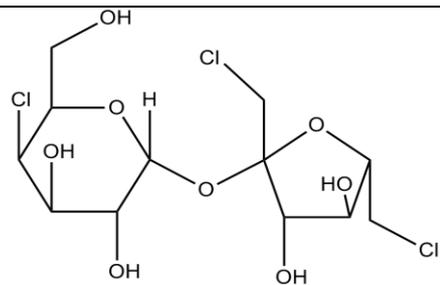
Таблиця 2.17 - Перелік підсолоджувачів, що дозволені в Україні

Підсолоджувачі	
Е-номер	Назва
Е 420	Сорбітол
Е 421	Манітол
Е 950	Калій ацесульфам
Е 951	Аспартам
Е 952	Цикламати
Е 953	Ізомальт
Е 954	Сахарини
Е 955	Сукралоза
Е 957	Тауматин
Е 959	Неогесперидин Дигідрохалкон
Е 960	Стевіозиди
Е 961	Неотам
Е 962	Сіль аспартам-ацесульфама
Е 965	Мальтитол
Е 966	Лактитол
Е 967	Ксилітол
Е 968	Еритритол

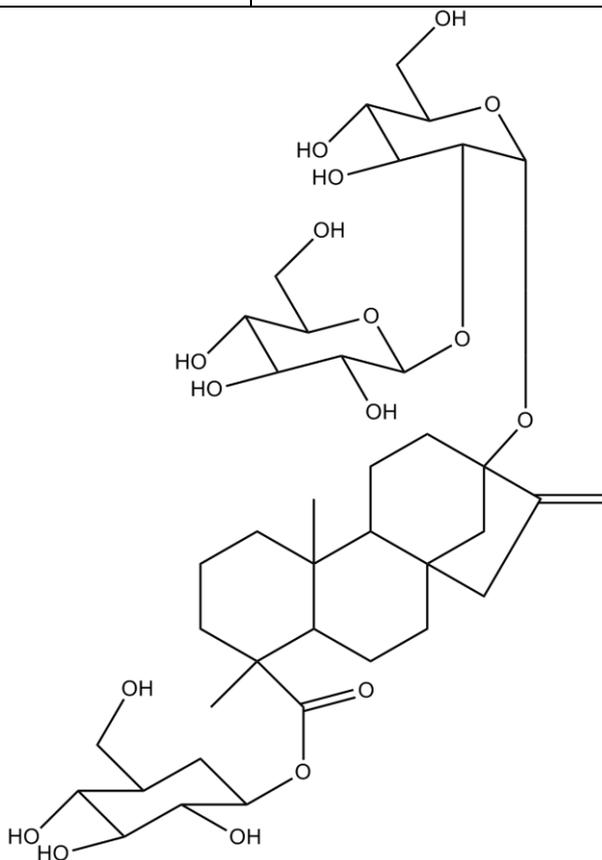
 <p>Fischer projection of D-glucose. The vertical chain consists of a top CH₂OH group, four chiral carbons, and a bottom CH₂OH group. The chiral carbons have the following substituents from top to bottom: (H on left, OH on right), (OH on left, H on right), (H on left, OH on right), and (H on left, OH on right).</p>	 <p>Fischer projection of D-glucose, identical to the one in the first cell.</p>	 <p>Chemical structure of potassium 2-methyl-2-sulfoniobenzoate. It features a benzene ring with a methyl group at the 2-position and a sulfonate group (-SO₃⁻) at the 1-position. The sulfonate group is shown as a sulfur atom double-bonded to two oxygen atoms and single-bonded to a negatively charged nitrogen atom, which is associated with a potassium cation (K⁺).</p>
E 420	E 421	E 950
 <p>Chemical structure of N-(2-amino-3-oxopropyl)-2-methoxybenzamide. It consists of a benzamide core with a methoxy group at the 2-position and an N-(2-amino-3-oxopropyl) substituent.</p>		
E 951		
 <p>Chemical structure of cyclohexylsulfonic acid, showing a cyclohexane ring attached to a sulfonic acid group (-SO₂OH) via a nitrogen atom.</p>	 <p>Chemical structure of D-glucose in its cyclic pyranose form. The anomeric carbon (C1) is on the right, bonded to a CH₂OH group. The other carbons have hydroxyl groups in specific orientations: C2 (OH up), C3 (OH down), C4 (OH up), and C5 (OH down).</p>	
E 952	E 953	



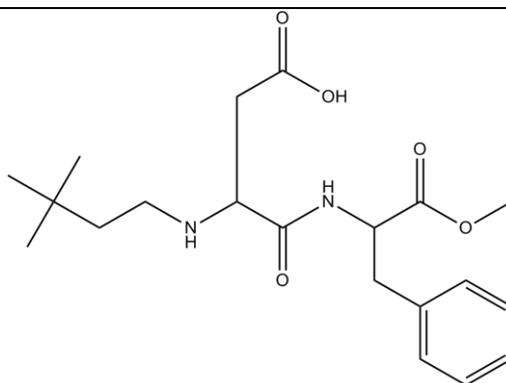
E 954



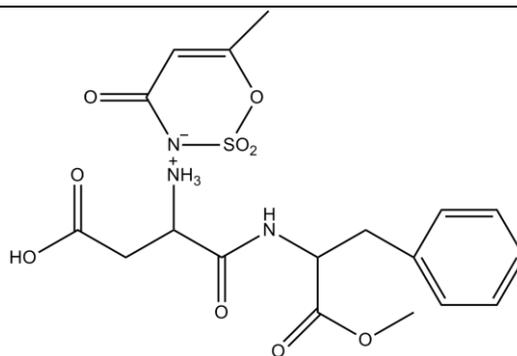
E 955



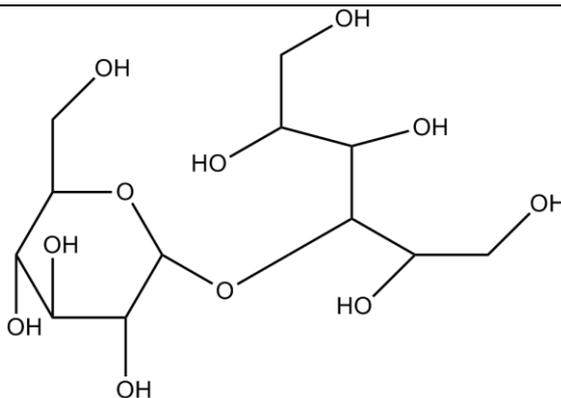
E 960



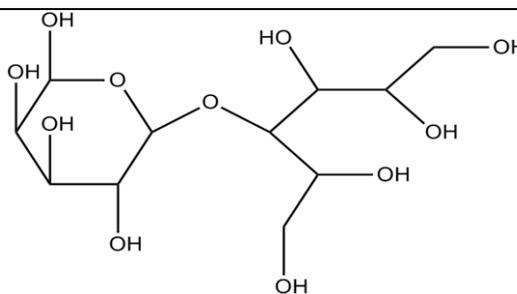
E 961



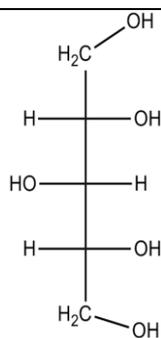
E 962



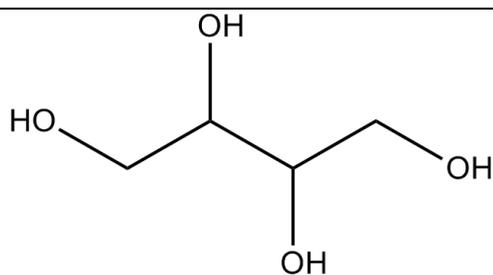
E 965



E 966



E 967



E 968

Маркування столового підсолоджувача, який містить багатоатомні спирти та/або аспартам і/або сіль аспартам-ацесульфаму, містить наступні попередження:

- (a) багатоатомні спирти: «надмірне споживання може мати послаблюючу дію»;
 - (b) аспартам /сіль аспартам-ацесульфаму: «містить джерело фенілаланіну».
- Виробники столових підсолоджувачів повинні відповідними способами робити доступною інформацію для забезпечення безпечного їх використання споживачами. Інструкції для застосування цієї частини можуть бути ухвалені відповідно до регламентуючої процедури з перевіркою правильності.

Нормативних документів, щодо ідентифікації підсолоджувачів поки що не розроблено, однак передбачені методи визначення калій ацесульфама, аспартама і сахарину методом високоефективної рідинної хроматографії у готовій продукції. Також допускається застосування цього методу при визначенні в харчовій продукції кофеїну, сорбінової і бензойної кислот, а також інших добавок.

Метод заснований на екстрагуванні штучних підсолоджувачів з проби водою або водним розчином, очищення екстракту методом твердофазної екстракції або за допомогою реактивів Карреза і подальшому кількісному визначенні підсолоджувачів за допомогою високоефективної рідинної хроматографії із застосуванням хроматографічної колонки з обернено-фазовим сорбентом і спектрофотометричного детектування за довжини хвилі 220 нм.

Інтенсивні (штучні) підсолоджувачі в розчині проби ідентифікують шляхом порівняння часу утримування піку аналіту на хроматограмі розчину проби згодом утримування піку аналіту на хроматограмі градуювального розчину або на хроматограмі, отриманій шляхом одночасної інжекції градуювального розчину. Ідентифікацію можна також проводити шляхом порівняння хроматограм розчину проби з додаванням і без додавання стандартного розчину аналіту методом співставлення спектрів поглинання піків аналіту на цих хроматограмах в характерному для даної речовини діапазоні довжин хвиль.

Проводять хроматографічний аналіз розчину проби для аналізу і градуювальних розчинів при рівних обсягах інжекції.

Для запобігання появи на хроматограмі піків, що ускладнюють ідентифікацію піку аналіту, рекомендується промивати аналітичну колонку.

При кількісному визначенні за методом зовнішнього стандарту вимірюють площу або висоту піків аналізованих речовин на хроматограмі розчину проби і співвідносять їх з концентрацією речовин, що аналізуються в градуювальному розчині з найбільш близькими значеннями площі або висоти піків цих речовин, або використовують градуюваний графік.

Для побудови калібрувального графіка проводять хроматографічний аналіз достатнього числа калібрувальних розчинів з відповідними концентраціями речовин, що аналізуються. За результатами цих аналізів будують графік залежності висоти або площі піку аналіту від його масової концентрації в калібрувальних розчинах, вираженої в міліграмах на кубічний дециметр. Перевіряють лінійність калібрувального графіка.

Як альтернативу калібрування можна виконати з використанням регресійного аналізу. Перевіряють відповідність лінії регресії вимозі лінійності.

Питання до самоконтролю

1. Що таке барвники? Як їх одержують?
2. У чому подібність і відмінність натуральних та синтетичних барвників?
3. Які основні параметри якості натуральних барвників та синтетичних?
4. Які синтетичні барвники застосовують у харчовій промисловості?
5. Як класифікують барвники за призначенням? Наведіть приклади.
6. Назвіть галузі застосування синтетичних неорганічних барвників.
7. Які речовини застосовуються для коректування забарвлення?
8. Наведіть приклади харчових добавок, які руйнують забарвлення.
9. Охарактеризуйте та назвіть галузі застосування барвників.
10. Проаналізуйте стан вітчизняного ринку овочевих натуральних консервів, плодкових пюре, соків з м'якоттю щодо використання барвників.
11. Як зменшити шкідливий вплив барвників на організм людини?
12. Що таке «підсолоджувачі»?
13. У виробництві яких продуктів використовують підсолоджувачі?
14. Охарактеризуйте підсолоджувачі природного походження.
15. Охарактеризуйте підсолоджувачі синтетичного походження.
16. Що таке «сумішеві підсолоджувачі»? Коли їх застосовують?
17. Що спільного та відмінного між підсолоджувачами та цукрозамінниками?
18. Охарактеризуйте найважливіші цукрозамінники.
19. Що таке коефіцієнт солодкості?
20. З якою метою у виробництві харчових продуктів застосовують ароматизатори?
21. Як класифікують ароматизатори?
22. Охарактеризуйте ароматизатор ванілін.
23. Охарактеризуйте харчову добавку Е 621.
24. Які речовини використовують для модифікації смаку та аромату?
25. Наведіть параметри аналізу якості підсолоджувачів.

3. АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ КОНСИСТЕНЦІЮ ПРОДУКТІВ, ЗМІНЮЮТЬ СТРУКТУРУ Й ФІЗИКИ-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

До цієї групи харчових добавок можуть бути віднесені речовини, які використовують для створення необхідних або зміни існуючих реологічних властивостей харчових продуктів, тобто добавки, що регулюють або формують їхню консистенцію. До їх числа належать добавки різних функціональних класів: загусники, гелеутворювачі, стабілізатори фізичного стану харчових продуктів, поверхнево-активні речовини (ПАР), зокрема, емульгатори та піноутворювачі.

Хімічна природа харчових добавок, які віднесено до цієї групи, досить різноманітна. Серед них є продукти природного походження й одержані штучним шляхом, у тому числі хімічним синтезом. У харчовій технології вони використовуються у вигляді індивідуальних сполук або сумішей.

В останні роки в секторі харчових добавок, що регулюють консистенцію продукту, велика увага стала приділятися стабілізаційним системам, що включають кілька компонентів: емульгатор, стабілізатор, загусник. Їх якісний склад, співвідношення компонентів можуть бути досить різноманітними, що залежить від характеру харчового продукту, його консистенції, технології одержання, умов зберігання, способу реалізації.

3.1. Загусники і гелеутворювачі

Ця група харчових добавок включає сполуки двох функціональних класів:

- загусники – речовини, що використовуються для підвищення в'язкості (функціональний клас 23);

- гелеутворювачі (функціональний клас 15) – сполуки, що надають харчовому продукту властивостей гелю (структурованої високодисперсної системи з рідким дисперсійним середовищем, що заповнює каркас, який утворений часточками дисперсної фази (табл. 3.1).

При додаванні цих сполук у рідку харчову систему в процесі приготування харчового продукту загусники і гелеутворювачі зв'язують воду, в результаті чого харчова колоїдна система втрачає рухливість і консистенція харчового продукту змінюється. Ефект зміни консистенції (підвищення в'язкості або гелеутворення) буде визначатись, зокрема, особливостями хімічної будови введених добавок.

У хімічному відношенні добавки цієї групи є полімерними сполуками, в макромолекулах яких рівномірно розміщені гідрофільні групи, що взаємодіють з водою. Вони можуть також приймати участь у обмінній взаємодії з іонами водню і катіонами металів (особливо кальцію) і, з органічними молекулами меншої молекулярної маси.

Серед них натуральні природні речовини тваринного походження (желатин) і рослинного (пектин, агароїди, камедь) походження, а також речовини, що отримують штучно (напівсинтетичним шляхом), у тому числі з природніх джерел (модифіковані целюлози, крохмалі).

Проміжне положення між цими двома групами займають натрій альгінат й низькоетерифікований пектин. До синтетичних загусників відносять водорозчинні полівінілові спирти та їхні ефіри. Харчові загусники і гелеутворювачі, що дозволені для використання при виробництві харчових продуктів наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Харчові загусники і гелеутворювачі, що дозволені для використання при виробництві харчових продуктів.

Е-номер	Харчова добавка	Технологічна функція
Е 400	Альгінова кислота	Загусник, стабілізатор
Соли альгінової кислоти (альгірати)		
Е 401	Натрій альгінат	Загусник, стабілізатор
Е 402	Калій альгінат	Загусник, стабілізатор
Е 403	Амоній альгінат	Загусник, стабілізатор
Е 404	Кальцій альгінат	Загусник, стабілізатор, піногасник
Е 405	Пропіленгліколь-альгінат	Загусник, емульгатор
Е 406	Агар-агар	Гелеутворювач, загусник, стабілізатор
Е 407	Карагінан і солі амонію, калію і натрію	Теж саме
Е 409	Арабіногалактан	Загусник, стабілізатор, гелеутворювач,
Е 410	Камедь ріжкового дерева	Загусник, стабілізатор
Е 411	Овсяна камедь	Загусник, стабілізатор
Е 412	Гуарова камедь	Загусник, стабілізатор
Е 413	Трагакант	Загусник, стабілізатор, емульгатор
Е 414	Гуміарабік	Загусник, стабілізатор
Е 415	Ксантанова камедь	Теж саме
Е 416	Камедь крайми	Теж саме
Е 417	Камедь Тари	Загусник, стабілізатор
Е 440*	Пектини	Загусник, стабілізатор
Е 440i	Амідовані пектини	Загусник, стабілізатор
Е 460i	Целюлоза мікрокристалічна	Емульгатор, текстура тор, диспергатор
Е 460ii	Целюлоза порошкоподібна	Емульгатор, текстура тор, диспергатор
Модифіковані целюлози		
Е 461	Метилцелюлоза	Загусник, стабілізатор, емульгатор
Е 462	Етилцелюлоза	Стабілізатор
Е 463	Гідроксипропілцелюлоза	Стабілізатор
Модифіковані крохмалі		
Е 1400	Декстрини крохмаль оброблений термічно білий жовтий	Загусник, стабілізатор
Е 1401	Крохмаль, оброблений кислотою	Загусник, стабілізатор
Е 1402	Крохмаль, оброблений лугом	Теж саме
Е 1403	Відбілений крохмаль	Теж саме
Е 1404	Окиснений крохмаль	Загусник
Е 1405	Крохмаль оброблений ферментними препаратами	Загусник
Гелеутворювачі білкової природи		
Желатин		Гелеутворювач

До найрозповсюдженіших гелеутворюючих сполук відносяться пектини, агар та желатин. Пектини поділяються на пектини (i) та амідовані пектини (ii). Пектин (E 440*i), основою якого є полігалактуронова кислота, міститься у ягодах, фруктах, бульбах і стеблах рослин у кількості 0,5 ... 2,5 %. Як сировину для виробництва пектину використовують яблучні витяжки, шкурки цитрусових плодів, буряковий жом. Пектинові речовини здатні утворювати драгли у водному розчині у присутності харчової кислоти і цукру при концентрації їх 0,8 ... 1,2 %, цукру 65 ... 70 %, кислоти 0,8 ... 1 % (рН 3,0 ... 3,2). Пектин має властивості гелеутворювача, стабілізатору, загусника, вологоутримувача, освітлювача, речовини, що полегшують фільтрування.

Аналіз основних показників якості пектину. Аналіз якості пектину проводять відповідно ГОСТ 54066-2010 Р. Пектин. Ідентифікація.

Метод експрес ідентифікації амідованого пектину. Вище зазначений стандарт поширюється на харчову добавку пектин E 440, що застосовується у виробництві харчових і нехарчових продуктів і встановлює якісний метод експрес-ідентифікації.

Метод засновано на кислотному гідролізі проби, що аналізується, її наступної деетерифікації, і якісної реакції борної кислоти з амідними групами в молекулі пектину. Зміна кольору проби (від червоного до зеленого) вказує на утворення аміаку, що надає змогу ідентифікувати досліджувану пробу як амідований пектин.

Аналіз основних показників якості агару. Агар виробляється з морської водорості анфельції. Це полісахарид, який складається із залишків галактози. Міцні драгли можна одержати при масовій частці агару від 0,3 до 1 %. При введенні цукру міцність драглів збільшується. Аналіз основних показників якості агару проводять відповідно доГОСТу 16280-2002 Агар харчовий. Технічні умови. Вище зазначений стандарт поширюється на агар, що виготовляється із червоних водоростей сімейства *Ahnfeltiaceae* роду *Ahnfeltia*. Обов'язкові вимоги до якості продукції – це показники «Запах

агару і гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 %, «Смак агару и гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 %, «Наявність сторонніх домішок». Агар харчовий отримують вищого, 1 і 2 сорту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Органолептичні показники агару

Показник	Показники і норми для сортів		
	вищого	1,2	
Зовнішній вигляд	Крупа, гранули, порошок, лушпиння, пластинки, плівка		
Колір	Від світло-кремового до темно-кремового	Від бежевого до світло-коричневого	
Запах агару и гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 %	Без по стороннього запаху		
Смак агару и гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 %	Без по стороннього присмаку		
Наявність сторонніх домішок	Не допускається		
Колір гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 %, світло пропускання, не менше	вищій	1	2
	60	45	
Міцність гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 % и цукру 70 %, не менше	1600	1000	700
Втрата міцності гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 % після нагріву розчину протягом 2 годин, % не більше	10	15	
Температура плавлення гелю з масовою часткою сухого агару 0,85 % °С.	80		
Температура гелеутворення розчину агару з масовою часткою сухого агару 0,85 %°С.	30		
Температура гелеутворення розчину агару з масовою часткою сухого агару 0,85 % і цукру % °С, не вище	42		
Масова частка води, % не більше	18		
Масова частка золи, % не більше	4,5	6,0	
Наявність йоду	Не допускається		
Масова частка речовин, нерозчинних у гарячій воді, % не більше	0,4	0,6	

Агароїд – полісахарид, що містить сірку, натрій, кальцій, калій та інші. Одержують його з морських водоростей філофори. Драглеутворююча здатність його значно нижча ніж у агару, тому вносять його в тричі більше.

Фурцеларан одержують з морських водоростей фурцелярії. Це полісахарид, схожий на агар, але з меншою драглеутворюючою здатністю.

Желатин – це білок, що одержують з кісток, сухожилля та шкір тварин. Набухає у воді, при охолодженні утворює драгли, коли вміст у розчині складає 1 ... 8 %. Застосовується для виробництва желе у кондитерському виробництві, як освітлювач при обклеюванні вин.

Фізико-хімічні властивості. Це порошок або гранули від білого до бурого кольору, які добре розчиняються у воді, молоці, розчинах цукру та солі; середньо у холодній воді, спиртах; не розчиняється в органічних розчинниках. рН становить 4,3 ... 5,8. Значення в'язкості водних розчинів 15 ... 75 Па с.

Аналіз основних показників якості харчових добавок Е 415 – Е 417.

Харчова добавка Е 415 ксантанова камедь являє собою високомолекулярний полісахарид, молекули якого складаються в основному з мономерів D-глюкози і D-манози, а також містять мономери D-глюкуронової і піровиноградної кислот, пов'язаних з іонами натрію, калію і кальцію. За органолептичними показниками і розчинністю харчова ксантанова камедь повинна відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Органолептичні показники і розчинність

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд і колір	Білий, кремово-білий або сірувато-білий сипучий порошок
Запах	Відсутній
Розчинність	Розчинна в дистильованій воді, нерозчинні в етиловому спирті

За фізико-хімічними показниками харчова ксантанова камедь повинна відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Характеристика
Тест на гелеутворення	Витримує випробування
Масова частка основної речовини у висушеній ксантановій камеді, %	91,0 - 108,0*
що відповідає масовій частці карбон (IV) оксиду, %	4,2 - 5,0*
Масова частка втрат при висушуванні, %, не більше	15,0
Масова частка втрат при прожарюванні, %, не більше	16,0
Масова частка піровиноградної кислоти, %, не менше	1,5
Масова частка азоту, %, не більше	1,5
Масова частка етилового або ізопропілового спирту, або сумарно, %, не більше	0,05
* Відповідно до нормативно правових актів, що діють на території держави	

Органолептичні і фізико-хімічні показники харчової ксантанової камеді в пошкодженій упаковці перевіряють окремо. Результати контролю поширюють тільки на продукцію в цій упаковці. Порядок і періодичність контролю показників безпеки (залишковий вміст мікроорганізмів *Xanthomonas campestris*, вміст свинцю) встановлює виробник в програмі виробничого контролю.

Визначення розчинності.

Метод заснований на визначенні кількості об'ємних частин дистильованої води або етилового спирту, необхідних для розчинення однієї масової частини проби. Пробу харчової ксантанової камеді, що аналізується, поміщають в колбу, яка містить певний об'єм розчинника (дистильованої води або етилового спирту). При виборі кількості об'ємних частин розчинника на одну масову частину проби керуються таблицею 3.5. Вміст перемішують круговими рухами колби протягом не менше 30 с, але не більше 5 хв до розчинення проби. Кінцевий результат аналізу порівнюють з критеріями розчинності ксантанової камеді, наведеними в таблиці 3.5. Харчова ксантанова камедь повинна відповідати таким критеріям розчинності – "Розчинна" (якщо розчинник дистильована вода) і "нерозчинних" (якщо розчинник етиловий спирт).

Таблиця 3.5 - Критерії розчинності харчової ксантанової камеді (Е 415)

Критерії розчинності харчової ксантанової камеді	Кількість об'ємних частин розчинника на одну масову частину проби (1 см відповідає 1 г)
Дуже добре розчинна	Менше 1
добре розчинна	От 1 до 10
Розчинна	От 10 до 30
помірно-розчинна	От 30 до 100
слабо розчинна	От 100 до 1000
Дуже слабо розчинна	От 1000 до 10000
Нерозчинна	Більше 10000

Визначення органолептичних показників.

Зовнішній вигляд і колір харчової ксантанової камеді визначають переглядом аналізованої проби масою не менше 50 г, вміщеній на аркуш білого паперу або на скляну пластинку при розсіяному денному світлі або освітленні люмінесцентними лампами типу ЛД по ГОСТ 6825. Освітленість поверхні робочого столу повинна бути не менше 500 лк. Харчову ксантанову камедь вважають відповідно високої якості, якщо зовнішній вигляд і колір відповідають вимогам, встановленим у таблиці 3.3. Для визначення запаху харчової ксантанової камеді готують розчин масовою часткою 1 %. Для цього розчиняють аналізовану пробу харчової ксантанової камеді масою 1 г в 99 см дистильованої води в склянці місткістю 250 см. Чистий, без стороннього запаху стаканчик заповнюють на 1/2 об'єму приготованим розчином. Стаканчик закривають кришкою і витримують протягом 1 год за температури повітря (20±2) °С. Запах визначають органолептично на рівні краю стаканчика відразу ж після відкриття кришки.

Харчову ксантанову камедь вважають, що вона відповідає вимогам цього стандарту, якщо запах відсутній.

Тест на гелеутворення.

Метод заснований на здатності суміші ксантанової камеді з камеддю ріжкового дерева при розведенні у воді, нагріванні і наступному

охолодженні утворювати міцні еластичні гелі. Методика виконання. Відмірюють циліндром 300 см³ дистильованої води в стакан місткістю 400 см³. Поміщають склянку на водяну баню і нагрівають дистильовану воду в склянці до температури (80±2) °С. Потім опускають в стакан ротор механічної мішалки, включають максимальну швидкість перемішування і поступово висипають суміш камеді. Продовжують перемішування до повного розчинення суміші камеді і потім ще 30 хв, підтримуючи температуру в склянці не нижче 60 °С. Після закінчення перемішування знімають стакан з водяної бані і залишають у спокої за кімнатної температури на 2 год. Не менш, ніж через 2 години після приготування, порівнюють аналізований розчин з контрольним. Якщо контрольний розчин являє собою рідину, а аналізований перетворився в міцний еластичний гель, зразок ксантанової камеді витримує тест на гелеутворення.

Визначення масової частки основної речовини.

Метод полягає в розрахунку масової частки основної речовини в ксантанової камеді на основі попереднього розрахунку масової частки карбон (IV) оксиду (вуглекислого газу), виділеного з висушеної ксантанової камеді методом декарбоксілювання з подальшим титриметричним визначенням його кількості.

Визначення масової частки втрат при висушуванні.

Метод заснований на здатності харчової ксантанової камеді, вміщеній в сушильну шафу, звільнитися від летких речовин за температури 105°С. Масову частку втрат визначають за різницею в масі харчової ксантанової камеді до і після висушування.

Визначення масової частки втрат при прожарюванні.

Метод заснований на здатності харчової ксантанової камеді звільнитися від летких речовин за температури 550 °С.

Визначення масової частки пірвіноградної кислоти.

Визначення масової частки піровиноградної кислоти спектрофотометричним методом засновано на порівнянні інтенсивності поглинання аналізованого і контрольного розчинів за довжини хвилі 375 нм.

Визначення масової частки азоту.

Масову частку азоту в харчовій ксантановій камеді визначають за методом К'ельдаля. Суть методу полягає в розкладанні проби, що аналізується нагріванням з концентрованою сульфатною кислотою в присутності каталізатора з утворенням солей амоніаку, переведення амоніаку в аміак лугом, перегонці і титруванні отриманого аміаку, розрахунку вмісту азоту в аналізованій пробі.

Визначення масової частки етилового та ізопропілового спиртів.

Масову частку етилового та ізопропілового спиртів визначають методом внутрішнього стандарту парофазної газової хроматографії складних ефірів, що утворюються з етилового та ізопропілового спиртів в присутності нітритів, порівнюючи розраховану суму наведених площ піків, R , складних ефірів етилового та ізопропілового спиртів для хроматограми контрольного розчину суміші етилового і ізопропілового спиртів і розчину внутрішнього стандарту з обчисленою сумою наведених площ піків, R , складних ефірів етилового та ізопропілового спиртів для хроматограми аналізованої проби харчової ксантанової камеді і розчину внутрішнього стандарту.

3.2. Стабілізатори

Стабілізатори – такі речовини, які дозволяють зберігати однорідну суміш двох або більше компонентів, що не змішуються між собою, в харчовому продукті. За своєю функціональною дією стабілізатори займають проміжне положення між емульгаторами та загусниками, оскільки ефект стабілізації може бути досягнутий внаслідок, як адсорбції їхніх молекул на межі поділу фаз, так і збільшення в'язкості дисперсійного середовища. Від емульгаторів вони відрізняються меншою поверхневою активністю, що пов'язано з хімічною будовою їхніх молекул. При цьому гідрофільні групи стабілізаторів розташовані переважно рівномірно по всій довжині молекули, що певним чином впливає на характер формування топології колоїдної системи на межі поділу фаз.

За своєю технологічною функцією їх вважають поліфункціональними харчовими добавками (текстураторами), які широко використовуються у технології виготовлення харчової продукції. Тому до стабілізаторів належать також речовини різного технологічного призначення: желеутворювачі, загусники, ущільнювачі, вологоутримуючі агенти, стабілізатори забарвлення, піни тощо.

Стабілізатори, що дозволені до використання при виготовленні харчових продуктів в Україні представлені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 - Стабілізатори що дозволені до використання при виготовленні харчових продуктів в Україні

Е-номер	Харчова добавка
Е 263	Кальцій ацетат
Е 383	Кальцій гліцерофосфат
Е 570	Жирні кислоти (із харчових жирів)
Е 501	Калій карбонат
Е 999	Квілайі екстракт
Е 387	Оксистеарин
Е 1201	Полівінілпіролідон
Е 1505	Триетилцитрат

Як стабілізатори дозволяється використовувати й інші поліфункціональні харчові добавки (поліфосфати, пірофосфати та ін.).

За хімічною будовою стабілізатори поділяються на органічні та неорганічні.

Найбільшого розповсюдження набули неорганічні, до яких відносяться поліфосфати (Е 425).

Поліфосфати – це солі відповідних поліфосфатних кислот, до яких належать конденсовані кисневмісні сполуки фосфору із ступенем окиснення +5. Залежно від хімічної будови такі кислоти поділяються на лінійні, циклічні та розгалужені.

Лінійні поліфосфатні кислоти мають загальну формулу $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$, у молекулах яких тетраедричні конфігурації угруповань PO_4 сполучені спільним атомом кисню, який розташований в одній із вершин їхніх тетраєдрів.

Циклічні поліфосфати (метафосфатні) кислоти $(HPO_3)_n$, де $n > 3$.

Розгалужені поліфосфатні кислоти, у свою чергу, поділяються на ізометафосфатні (містять один метафосфатний цикл і кілька лінійних ланцюгів – PO_3-O-) та ізополіфосфатні (містять тільки розгалужені ланцюги – PO_3-O-).

Відповідно до класифікації поліфосфатних кислот існує певний розподіл для їх солей – поліфосфатів.

До поліфосфатів належать: (i) натрій поліфосфат, (ii) калій поліфосфат, (iii) натрій-кальцій поліфосфат, (iv) кальцій поліфосфат, (v) амоній поліфосфат.

Е 452*(i) натрій поліфосфат в більшості випадків використовується в якості стабілізатора, а може проявляти також властивості емульгуючої солі, вологоутримуючого агента, фіксатору забарвлення, синергіста антиоксидантів, поживного середовища для дріжджів.

Натрій поліфосфат є сумішшю високомолекулярних поліфосфатів лінійної будови (приблизно 90 %) і метафосфатів циклічної будови (приблизно 10 %) із загальною формулою $nNa_2O \cdot mP_2O_5$, де $1,0 \leq n/m \leq 1,7$ (переважно $1,0 \leq n/m \leq 1,3$); при $n/m = 1,1$ речовина називається сіллю Грема.

В свою чергу, лінійні натрій поліфосфати поділяються на водорозчинні (сіль Мадрела), які відрізняються своєю будовою.

Так, солі Грема (водорозчинні поліфосфати) вважаються поліметафосфатами $(\text{NaHPO}_3)_x$ де $x \geq 2$ з кінцевими Na_2HO_4^- групами. Співвідношення $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$ змінюється від 1,3 (для тетраполіфосфату натрію, де $x = 4$), до приблизно 1,1 (солі Грема, або «гексаметафосфату», де $x = 13 - 18$) і до 1,0 (високомолекулярних поліфосфатів, де $x = 20 - 100$ і більше – позначається ∞ .)

Водонерозчинні поліфосфати (сіль Мадрелла) складаються з двох довгих ланцюгів поліметафосфатів $(\text{NaPO}_3)_\infty$, один з яких утворює спіраль навколо іншого при співвідношенні $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$ приблизно дорівнює 1,0.

Солі Грема – це безбарвні склоподібні пластинки, гранули або порошок, який добре розчиняється у воді. При розчиненні він гідролізується до ортофосфатів. Залежно від структури натрій поліфосфату, рН їхніх водних розчинів коливається в межах від 3 до 9. Втрати при прокалюванні (червоне розжарювання) – не більше 1,0 %.

Солі Мадрела – це білий кристалічний порошок, який не розчиняється у воді; розчиняється у мінеральних кислотах, водних розчинах калій- та амоній хлоридів. рН водної суспензії (1:3) становить приблизно 6,5.

Е 452*(ii) калій поліфосфат в більшості випадків використовується в якості стабілізатора. Наведений стабілізатор є сумішшю калієвих солей поліфосфатних кислот лінійної будови загальної формули $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$, де n – не менше 2. Це безбарвні або білі склоподібні кристали, маси або порошки, які слабо розчиняються у воді (1 г/100г за температури 20 °С).

Е 452* (iii) натрій-калій поліфосфат використовується в якості стабілізатора, емульгуючої солі, вологоутримуючого агенту, фіксатору забарвлення, синергіста антиоксидантів, ущільнювача (рослинних тканин), поживного середовища для дріжджів. Це білий порошок, який добре розчиняється у кислому середовищі; середньо – у воді.

Е 452* кальцій поліфосфат (iv) та амоній поліфосфат (v).

Кальцій поліфосфат за хімічною будовою є сумішшю кальцієвих солей поліфосфатних кислот загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$. Амоній поліфосфат є сумішшю амонієвих солей поліфосфатних кислот лінійної будови загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$.

Кальцій поліфосфат добре розчинний у кислому середовищі, середньо – у воді. Втрати при прокалюванні становлять не більше 2,0 % (105 °С, 4 години і наступне нагрівання за температури 550 °С протягом 30 хвилин). Амоній поліфосфат добре розчинний у воді. рН 1 % водного розчину 4,0 – 9,0. Втрати при прокалюванні – не більше 2,0 %.

Аналіз основних показників якості поліфосфатів

Оцінка якості поліфосфатів проводиться відповідно до ГОСТ31686-2012.

За органолептичними показниками харчові натрій поліфосфати повинні відповідати наступним вимогам: зовнішній вигляд – склоподібні прозорі пластинки, гранули або порошок. Колір – безбарвний або білий, без запаху.

За фізико-хімічними показниками поліфосфати повинні відповідати показникам якості, що наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Фізико-хімічними показниками поліфосфатів

Найменування показника	Значення показника
Тест на натрій-йон	Витримує дослід
Тест на фосфат-іони	Витримує дослід
Масова частка загальної кількості P_2O_5 , %	Від 60 до 71,0 включно
Масова частка не розчинних у воді речовин, % не більше	0,1
Кислотність водного розчину масою часткою харчового поліфосфату натрію 1 %, од.рН	Від 3,0 до 9,0
Масова частка втрат при прокалюванні, % не більше	1,0

Тест на натрій-йони. Метод заснований на якісному визначенні натрій-йонів. Наважку проби масою від 1,0 до 1,5 г розчиняють у 100 см³ дистильованої води. До 5 см³ розчину додають піпеткою 1 ... 2 см³ розчину оцтової кислоти, за необхідності фільтрують, після чого додають піпеткою 1 см³ цинк ранілацетату. Утворення жовтого кристалічного осаду підтверджує наявність у розчині іонів натрію.

Тест на фосфат-іони. Метод заснований на якісному визначенні фосфат-іонів. Наважку проби масою від 1,0 до 1,5 г розчиняють у 100 см³ дистильованої води. До 5 см³ розчину додають піпеткою 1 ... 2 см³ розчину аргентум нітрату. Утворення осаду жовтого кольору підтверджує наявність у розчині фосфат іонів.

Визначення масової частки загальної кількості P₂O₅. Метод засновано на осадженні фосфатів у вигляді фосформолібдату хіноліну у водно-оцтовому розчині після гідролізу харчового полі натрій фосфату у середовищі нітратної кислоти і використовується в якості арбітражного методу.

Наважку проби масою 0,8 г з результатами зважування до третього знаку розміщують у стакан об'ємом 400 см³, наливають 100 см³ дистильованої води і 25 см³ розчину нітратної кислоти і кип'ятять протягом 10 хвилин. Після чого охолоджують розчин до кімнатної температури і кількісно переносять у колбу об'ємом 500 см³, доводять дистильованою водою до мітки і ретельно перемішують. Відбирають піпеткою 20 см³ розчину, і переносять у колбу об'ємом 500 см³, знову додають 100 см³ дистильованої води і нагрівають до кипіння. Після чого додають при перемішуванні 50 см³ молібденового реактиву і знову кип'ятять протягом 1 хвилини. Після чого розчин швидко охолоджують протягом 10 хвилин при обережному перемішуванні. Розчин над осадом, зливають за допомогою вакууму через тигель для фільтрування, що попередньо висушений до постійної маси за температури 250 °С. Осадок промивають дистильованою водою. Залишок осаду кількісно переносять у фільтруючий тигель і промивають чотири рази дистильованою водою, звертаючи увагу на те, щоб вода кожний раз була видалена. Тигель для фільтрування з осадом висушують за температури 250 °С до постійної маси протягом 30 хвилин, після чого охолоджують у ексикаторі і одразу зважують з точністю до третього знаку.

Масову частку загальної кількості P_2O_5 розраховують за формулою (3.1).

$$X_1 = \frac{V_1 \cdot m_1 \cdot 0,032074 \cdot 100}{V \cdot m}, \quad (3.1)$$

де V_1 – загальний об'єм розчину, cm^3 ;

m_1 – маса висушеного осаду, г;

0,032074 – коефіцієнт перерахунку хінолін фосфоромолібдату на P_2O_5 ;

100 – коефіцієнт перерахунку результату у проценти;

V – об'єм розчиненого харчового натрій поліфосфату, що взятий для дослідження, cm^3 ;

m – маса наважки проби, г.

Фотоколориметричний метод. Метод засновано на гідролізі проби поліфосфатів натрію і фотометричному визначенні загальної кількості харчових фосфатів натрію у вигляді фосфорнованадієвомолібденової комплексної сполуки. Оптичну густину вимірюють відносно розчину порівняння, що містить відому кількість P_2O_5 .

Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин. Метод засновано на розчиненні харчового натрій поліфосфату у дистильованій воді за певних умов і визначення масової частки нерозчинних у воді речовин.

Наважку проби масою 10 г зважують з точністю до четвертого знаку, розміщують у стакані об'ємом $250 cm^3$ і розчиняють в об'ємі $100 cm^3$ дистильованої води. Після чого розчин фільтрують через фільтрувальний тигель, попередньо висушений до постійної маси. Нерозчинний залишок на фільтрі промивають гарячою водою, висушують у сушильній шафі за температури від $100 ^\circ C$ до $110 ^\circ C$ протягом 2 годин, охолоджують і зважують.

Масову частку нерозчинних у воді речовин харчового натрій поліфосфату, розраховують за формулою (3.2).

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (3.2)$$

де m_1 – маса тиглю для фільтрування з осадом нерозчинних речовин після висушування, г;

m_2 – маса тиглю для фільтрування;

100 – коефіцієнт перерахунку результату у процентах;

m – маса наважки.

Визначення рН водного розчину. Метод засновано на визначенні показника активності-йонів водню розчину харчового натрій поліфосфату масовою часткою 1% шляхом виміру рН на рН-метрі зі скляним електродом.

Визначення масової частки втрат при прокалюванні. Метод засновано на здатності харчового натрій поліфосфату, що розміщено у муфельну піч, втрачати леткі сполуки за температури від 105 °С до 550 °С. Масову долю втрат визначають за різницею у наважці маси харчового натрій поліфосфату до і після прокалювання.

Чистий пустий тигель для зважування сушать разом з кришкою у відкритому вигляді за температури від 100 °С до 105 °С у сушильній шафі до постійної маси. Наважку проби масою від 1 до 2 г зважену, з точністю до четвертого знаку розміщують у тиглі і сушать у сушильній шафі за температури 550 °С протягом 30 хвилин. Після цього тигель швидко закривають кришкою, охолоджують у ексикаторі до кімнатної температури і зважують.

Як стабілізатори також використовують **пірофосфати**. До пірофосфатів (дифосфатів) належать: (i) натрій дигідрогенпірофосфат $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, (ii) натрій моногідрогенпірофосфат $\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$, (iii) натрій пірофосфат $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (б/в) і декагідрат $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$, (iv) калій дигідрогенпірофосфат $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, калій пірофосфат $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, (vi) кальцій пірофосфат $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$, (vii) кальцій дигідрогенпірофосфат $\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$, (viii) магній пірофосфат $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Аналіз основних показників якості пірофосфатів.

Оцінювання якості поліфосфатів проводиться відповідно до ГОСТ 55054-2012. Загальні технічні вимоги. Стандарт поширюється на харчову добавку пірофосфати Е 450, що представляє собою натрієві, калієві і кальцієві солі пірофосфорної кислоти і призначені для використання у харчовій промисловості. За органолептичними показниками пірофосфати повинні відповідати вимогам, що наведено в таблиці 3.7.

Таблиці 3.7 - Органолептичні показники пірофосфатів

Е-номер харчової добавки	Характеристика		
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах
Е 450 (i)	Кристалічний порошок або гранули	Білий	Без запаху
Е 450 (ii)	Порошок або гранули	Білий	Без запаху
Е 450 (iii)	Кристали, кристалічний або гранульований порошок, кристали дека гідрату вивітрюються на повітрі	Білий	Без запаху
Е 450 (v)	Кристали, кристалічний або гранульований порошок	Білий	Без запаху
Е 450 (vi)	Дрібний порошок	Білий	Без запаху
Е 450 (vii)	Кристали або дрібний порошок	Білий	Без запаху

За фізико-хімічними показниками пірофосфати повинні відповідати показникам якості, що наведено у таблиці 3.8.

Тест на калій-йони.

Метод заснований на якісному визначенні калій-йонів у харчовому калій пірофосфаті. Наважку проби масою від 1,0 до 1,5 г розчиняють у 100 см³ дистильованої води. До 2 см³ розчину добавляють піпеткою 1 ... 2 см³ розчину тартратної кислоти (з масовою часткою 1 %), 1 см³ розчину натрій оцтовокислого і 0,5 см³ спирту етилового ректифікованого (95 %) і струшують. Поступове утворення білого кристалічного осаду підтверджує наявність у розчині іонів калію.

Таблиці 3.8 - Фізико-хімічні показники пірофосфатів

Найменування показника	Значення показника
------------------------	--------------------

Тест на натрій-йон (для Е 450 (i), Е 450 (ii), Е 450 (iii))	Витримує
Тест на калій-йон (Е 450 (v))	Витримує
Тест на кальцій-йон (Е 450 (vi) і Е 450 (vii))	Витримує
Тест на фосфат-іони ($\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{3-}$, $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$)	Витримує
Масова частка основної речовини, % не менше	
Е 450 (i) після висушування	95,0
Е 450 (iii) після висушування	95,0
Е 450 (v) після висушування	95,0
Е 450 (vi)	96,0
Масова частка зального вмісту P_2O_5 , %	Від 57,0 до 59,0
Е 450 (i) після висушування	включно, 64,0
Е 450 (vii) після висушування, не більше	
Масова частка втрат при висушуванні, % не більше	
Е 450 (i)	0,5
Е 450 (ii)	
Безводний	0,5
Моногідрат	1,0
Е 450 (vii)	1,0
Масова частка втрат при прокалюванні, %, не більше	
Е 450 (ii)	
Безводний	4,5
Моногідрат	11,5
Е 450 (iii)	
безводний	0,5
Декагідрат	Від 38,0 до 42,0
Е 450 (v)	2,0
Е 450 (vi)	1,0
Масова доля нерозчинних у воді речовин, %, не більше	
Е 450 (i)	1,0
Е 450 (ii)	0,2
Е 450 (iii)	0,2
Е 450 (v)	0,2
Масова частка нерозчинних у кислоті речовин, % не більше	
Е 450(vii)	0,4
рН водного розчину з масовою часткою натрій і калій пірофосфату 1%, од. рН	
Е 450 (i)	Від 3,7 до 5,0
Е 450 (ii)	включно
Е 450 (iii)	6,7 – 7,5
Е 450 (v)	9,9 – 10,8
Е 450 (vi)	10,0 – 10,7
рН водної суспензії з масовою часткою кальцій піросульфату 10%, од. рН	
Е 450 (vi)	5,5– 7,0

Тест на кальцій-йони. 0,1 г проби розчиняють у 5 см³ хлоридної кислоти і 5 см³ дистильованої води при нагріванні до кипіння, після чого додають метилового червоного і 1 см³ водного розчину амоніаку до зміни окрасу індикатору. Після чого додають 5 см³ амоній щавлевокислого.

Поступово утворюється білий дрібнокристалічний осад. Нерозчинність осаду в оцтовій кислоті, але розчинність у хлоридній кислоті підтверджує наявність кальцій-іонів у пробі, що аналізується.

Тест на фосфат-іони. Метод заснований на якісному визначенні фосфат-іонів. Наважку проби масою від 1,0 до 1,5 г розчиняють у 100 см³ дистильованої води. До 5 см³ розчину додають піпеткою 1 ... 2 см³ концентрованої нітратної кислоти і 5 см³ амоній молібденовокислого і нагрівають. Утворення осаду ярко жовтого «канаркового» кольору підтверджує наявність у розчині фосфат-іонів.

Часто добавки цього функціонального класу в харчових системах проявляють супутні технологічні функції емульгаторів, загусників і комплексоутворювачів.

Визначення масової частки основної речовини харчових пірофосфатів. Метод засновано на розчиненні харчового пірофосфату в хлоридній кислоті та наступним його титруванням натрій гідроксидом при рН 3,8.

Аналіз основних показників якості кальцій ацетату.

Харчовий кальцій ацетат Е 263 є кальцієвою сіллю оцтової кислоти. Харчовий кальцій ацетат виробляють у відповідності з вимогами діючих стандартів та застосовують у відповідності з нормативно правовими актами України. Харчовий кальцій ацетат гігроскопічний, гарно розчинний у воді, нерозчинний в етанолі.

За органолептичними показниками харчовий кальцій ацетат повинен відповідати відповідним вимогам, вказаним в таблиці 3.9.

За фізико-хімічними показниками харчовий кальцій ацетат повинен відповідати вимогам, вказаних у таблиці 3.10.

Таблиця 3.9 - Органолептичні показники

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	крупні кристали; моногідрат може бути у вигляді голок, гранул чи порошку
Колір	білий
Запах	без запаху або зі слабким запахом оцтової

Таблиця 3.10 - Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Норма
Тест на кальцій-йон	витримує випробування
Тест на ацетат-йон	витримує випробування
Визначення масової частки основної речовини	98,0
Визначення масової частки втрат при висушуванні	11,0
Визначення рН водного розчину кальцій ацетату з масовою часткою 10 %	від 6,0 до 9,0 включно
Визначення масової частки нерозчинних у воді речовин	0,3
Тест на мурашину кислоту та суміші, що окислюються	витримує випробування
Тест на альдегіди	витримує випробування

Зовнішній вигляд та колір харчового кальцій ацетату визначають оглядом аналізованої проби, масою 50 г, розміщеної на білому папері або на скляній пластинці при розсіяному денному світлі або при освітленні люмінесцентною лампою. Освітлення поверхні робочого столу повинне бути не менше 500 люкс. Продукт, що розглядається, має представляти собою кристали, гранули або порошок білого кольору. Для визначення запаху стаканчик для зважування наповнюють на половину його об'єму харчовим кальцій ацетатом, закривають кришкою і витримують протягом однієї години за температури повітря (20±5) °С. Запах визначають органолептично на рівні краю стаканчику одразу після відкриття кришки. Запах не відчувається або відчувається слабкий запах оцтової кислоти.

Тест на кальцій-йон (Ca²⁺). Спосіб 1. Метод заснований на взаємодії іона кальцію і оксалат іону в слабкокислому середовищі з утворенням важкорозчинного кальцій оксалату. Спосіб 2. Метод оснований на здатності летких сполук кальцію забарвлювати полум'я у цегляно-червоний колір.

Спосіб 1. Аналізовану пробу масою 0,5 г розміщують у стакані ємністю 50 см³ і розчиняють у 10 см³ дистильованої води, додають 0,5 см³ розчину

хлоридної кислоти, розчину амоній оксалату і перемішують. Утворення практично нерозчинного у воді дрібнокристалічного осаду білого кольору свідчить про наявність у пробі кальцій-йону.

Спосіб 2. Петлю з платиного дроту, впаяну у скляну трубку, нагрівають у полум'ї пальника і швидко вносять до проби харчового кальцій ацетату, розтертого у порошок. Аналізована речовина, що прилипла до розжареного дроту, спікають у полум'ї пальника, потім на мить занурюють у концентровану хлористоводневу кислоту. Леткі хлористі сполуки кальцію, що утворюються, забарвлюють безбарвне полум'я у характерний цегляно-червоний колір.

Тест на ацетат-іон (CH_3CO_2^-). Спосіб 1. Метод заснований на взаємодії ацетат-іонів та етилового спирту (група C_2H_5^-) у присутності сульфатної кислоти з утворенням етилацетату, що виявляється за характерним запахом.

Спосіб 2. Метод заснований на взаємодії ацетат-іонів та іонів заліза (III) з утворенням ферум діоксиацетату, що забарвлює розчин у яскраво-червоний колір.

Спосіб 1. Аналізовану пробу масою від 2,0 до 2,5 г розміщують у стакан місткістю 150 см^3 і розчиняють у 100 см^3 дистильованої води. До 2 см^3 приготованого розчину, внесеного до стакану місткістю 25 см^3 , додають $0,5 \text{ см}^3$ сульфатної кислоти, $0,5 \text{ см}^3$ етилового спирту і нагрівають до температури $(70+5) \text{ }^\circ\text{C}$. Утворення етилацетату, що виявляється за характерним запахом, свідчить про наявність у пробі ацетат-іонів.

Спосіб 2. Аналізовану пробу масою від 2,0 до 2,5 г розміщують у стакан місткістю 150 см^3 і розчиняють у 100 см^3 дистильованої води. До 2 см^3 приготованого розчину, внесеного до стакану місткістю 25 см^3 , додають $0,5 \text{ см}^3$ розчину ферум (III) хлориду. Забарвлення розчину у яскраво-червоний колір свідчить про наявність у пробі ацетат-іонів.

Визначення масової частки основної речовини. Метод заснований на здатності трилона Б (динатрієва сіль етилдіамін - N,N,N'N' - тетраоцтової кислоти) утворювати у лужному середовищі безбарвну стійку комплексну

сполуку з іонами кальцію. Реакція здійснюється в присутності індикатора, що змінює колір аналізованого розчину при повному зв'язуванні Ca^{2+} в комплекс.

Тест на мурашину кислоту і окиснюючі домішки. Метод заснований на окисненні мурашиної кислоти та інших сумішей, що окислюються калій бихроматом у присутності сульфатної кислоти та калій йодиду. Йодиди характеризують процес окиснення з утворенням вільного іону, що забарвлює аналізований розчин у жовто-коричневий колір.

Тест на альдегіди. Метод заснований на дистиляції (відгонці) альдегідів з розчину харчового кальцій ацетату і кількісному їх визначенні, заснованому на окисно-відновній реакції з окисненням альдегідів до кислоти і одночасному відновленні Hg^{2+} до Hg^+ . Важко розчинна Hg_2Cl_2 у кислому середовищі випадає у вигляді білого осаду, що дає помутніння аналізованого розчину.

Визначення токсичних елементів. Метод заснований на визначенні свинцю на атомно-абсорбційному спектрофотометрі в полум'ї ацетилен-повітря з налаштуванням приладу на резонансну (найбільш чутливу) лінію поглинання елемента з довжиною хвилі 283,3 або 217,0 нм.

3.3. Емульгатори

Емульгатори – це поверхнево-активні речовини (ПАР), які при адсорбції з рідини на поверхні поділу з іншою фазою (рідкої, твердої або газової) суттєво знижують поверхневий натяг води. Це сприяє утворенню та стабілізації емульсій. Емульсії – це колоїдні дисперсні системи з розвиненою поверхнею поділу двох або більше фаз, які не розчиняються (не змішуються) одна в другій. Емульсії формуються з рідкого дисперсійного середовища та рідкої (рідше газової) дисперсної фази. За хімічною будовою ПАР поділяються на іоногенні та неіоногенні. Вони мають переважно колоїдну або справжню розчинність у воді.

Як перші харчові емульгатори використовували натуральні речовини, а саме сапоніни, лецитин та інші. І хоча деякі з них зберегли свою популярність, найбільш широко у харчовій промисловості використовуються синтетичні емульгатори або продукти хімічної модифікації природніх речовин. За хімічною природою молекули класичних емульгаторів, що є поверхнево-активними сполуками, мають дифільну структуру, тобто містять полярні гідрофільні і неполярні гідрофобні групи атомів, які будучи об'єднані через об'єднувальний ланцюг (основу), відділені один від одного і розміщуються на протилежних сторонах молекули. Перші гідрофільні забезпечують розчинність у воді, другі (гідрофобні) – у неполярних розчинниках. Дифільна структура молекул емульгаторів обумовлює їх здатність до формування в об'ємній фазі розчинника асоціатів, які називаються міцелами.

Емульсії, що зустрічаються в харчових продуктах їх напівфабрикатах бувають двох видів: О/В (олія/вода) – міцели, або мікрокраплі олії (дисперсної фази) розподілені у воді (дисперсійному середовищі) – так звані прямі емульсії, і В/О - (вода/олія) – мікрокраплі води розподілені в олійному дисперсійному середовищі – зворотні емульсії.

Основні види харчових емульгаторів являються неіоногенними ПАВ. За хімічною природою вони відносяться до похідних одноатомних і багатоатомних спиртів, моно- і дисахаридів, структурними компонентами яких є залишки кислот різної будови. Молекули основних емульгаторів харчового призначення мають однакову гідрофобну (ліпофільну) частину, що представлена ацилами вищих жирних кислот, і відрізняється будовою гідрофільної частини молекул. У залежності від особливостей будови і властивостей харчової системи, до якої вводиться емульгатор, його поверхнева активність може проявлятися в різних, головним чином, технологічних якостях.

Основні технологічні функції емульгаторів у харчових системах:

Диспергування, емульгування і піноутворення;

Солюбілізація;
Комплексоутворення з крохмалем;
Взаємодія з білками;
Зміна в'язкості;
Модифікація кристалів;
Змочування і змазування.

Перелік емульгаторів, що використовуються в якості харчових добавок, зазначені у єдиному стандарті на харчові добавки Комісії Кодексу Аліментаріус CODEX STAN 192-1995 "General Standard for Food Additives" в частині Специфікацій на харчові добавки - емульгатори єдиного реєстру специфікацій харчових добавок, об'єднаного експертного комітету з харчових добавок ФАО / ВОЗ "Combined compendium of food additive specifications JECFA. Volume 4".

Питання до самоконтролю

1. Яке призначення харчових стабілізаторів?
2. Які речовини у харчовій промисловості використовують як загусники?
3. Які властивості мають модифіковані крохмалі?
4. Які є види модифікованих крохмалів?

5. Які властивості мають набухаючі крохмалі? Де їх використовують?
6. Які крохмалі мають властивості ПАР? У яких виробництвах їх застосовують?
7. Які крохмалі використовують для поліпшення якості хліба, печива, вафель?
8. Що таке патока? Які є види патоки?
9. Які технологічні властивості пектинів?
10. Які пектини є більш цінними у консервній промисловості?
11. Який загусник має тваринне походження?
12. Які загусники отримують з морських водоростей?
13. Охарактеризуйте харчову добавку Е 406. Де її застосовують?
14. Що таке камеді? Які є види камеді?
15. Яка камедь має найширше використання в харчовій промисловості?
16. Охарактеризуйте природний емульгатор – лецитин.
17. Назвіть речовини, які запобігання злежуванню та грудкуванню продуктів.
18. У чому полягає дія ПАР – стабілізаторів?

4. АНАЛІЗ РЕЧОВИН, ЩО СПРИЯЮТЬ ЗБІЛЬШЕННЮ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ТА ПОЛЕГШУЮТЬ ПЕРЕБІГ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

4.1. Аналіз показників якості консервантів

Консервант (харчового продукту): харчова добавка, призначена для захисту харчових продуктів від мікробіологічного псування і збільшення термінів зберігання або придатності. Консерванти використовують переважно у тих випадках, коли інші засоби збереження продуктів неможливі. Концентрація консерванту здебільшого незначна, його присутність не повинна погіршувати смакові якості харчових продуктів і впливати на людину.

Консерванти пригнічують розвиток бактерій шляхом дії на їхні клітинні оболонки, процеси метаболізму та синтез білків таких бактерій, активність ензимів тощо. При цьому кожний консервант проявляє свої індивідуальні властивості тільки для певного виду бактерій, внаслідок чого часто застосовуються їх суміші.

За хімічною будовою консерванти є сполуками різної будови і їх можна поділити на органічні та неорганічні.

У харчовій та косметичній промисловості більшого використання набули солі сорбінової кислоти (Е 200, Е 202, Е 203).

Аналіз основних показників якості сорбінової кислоти та її солей.

Сорбінова кислота (Е 200) – консервант харчового продукту, що отримують з кетену і кротонового альдегіду, що містить основну речовину у кількості не менше 99,0 % в перерахунку на суху речовину, вологи – не більше 0,5 %, що має температуру плавлення в межах від 132 °С до 135 °С, і представляє собою безбарвні кристали або білий порошок зі слабким специфічним запахом і слабкокислою смаком.

До консервантів також належать солі сорбінової кислоти: натрій сорбат (E 201), калій сорбат (E 202), кальцій сорбат (E 203).

Натрій сорбат – консервант харчового продукту, що отримують нейтралізацією аскорбінової кислоти карбонатом натрію у водному розчині, що містить основну речовину у кількості не менше 99,0 %, має температуру кипіння 233 °С, і представляє собою білий кристалічний порошок.

Калій сорбат – консервант харчового продукту, який отримують реакцією аскорбінової кислоти і калій хлориду у водному розчині при нагріванні.

Кальцій сорбат – консервант харчового продукту, одержуваний реакцією сорбінової кислоти і кальцій хлориду у водному розчині при нагріванні.

За органолептичними показниками і розчинності харчова сорбінова кислота представляє собою безбарвні кристали або сипучий порошок, що слабо розчиняється у воді, добре розчиняється в етиловому спирті. За фізико-хімічними показниками сорбінова кислота повинна відповідати, вимогам, які вказані у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Характеристика
Тест на сорбінову кислоту	Витримує
Тест на подвійні зв'язки	Витримує
Масова доля основної речовини на сухій основі, % не менше	99,0
Масова частка вологи, % не більше	0,5
Масова частка сульфатної золи, % не більше	0,2
Масова частка альдегідів (на формальдегід), % не більше	0,1

Зовнішній вигляд і колір харчової сорбінової кислоти визначають переглядом попередньо зваженої в склянці місткістю 250 см³ аналізованої проби масою не менше 50 г, вміщеній на аркуш білого паперу або на скляну пластинку при розсіяному денному світлі або освітленні люмінесцентними лампами. Харчову сорбінову кислоту вважають такою, що відповідає вимогам стандарту, якщо зовнішній вигляд і колір відповідають нормам, встановленим у таблиці 1.2. Для визначення запаху стаканчик для

зважування заповнюють на половину його місткості харчовою сорбіновою кислотою, закривають кришкою і витримують протягом 1 год за температури повітря (20 ± 5) °С. Запах визначають органолептично на рівні краю стаканчика відразу після відкриття кришки. Запах повинен бути слабкий, характерний для харчової сорбінової кислоти.

Тест на сорбінову кислоту. Метод засновано на визначенні температури плавлення сорбінової кислоти, або довжини хвилі, що відповідає максимуму світлопоглинання.

Тест на подвійні зв'язки. Метод засновано на обезбарвленні бромних речовинами, що містять подвійні зв'язки. Пробу масою 0,020 г розміщують у пробірку і додають піпеткою 1 см³ бромної води. Зникнення помаранчевого забарвлення після струшування пробірки підтверджує наявність подвійного зв'язку.

Визначення масової частки основної речовини. Метод засновано на титруванні харчової сорбінової кислоти розчином натрій гідроксиду у середовищі попередньо нейтралізованого безводного метанолу у присутності індикатору фенолфталеїну. Масову частку основної речовини сорбінової кислоти розраховують за формулою (4.1).

$$x = \frac{0,1121 \cdot K \cdot V \cdot 100}{m}, \quad (4.1)$$

де 0,1121 – еквівалентна маса сорбінової кислоти, що відповідає 1 см³ розчину натрій гідроксиду молярної концентрації 0,1 моль/дм³, г;

K – коефіцієнт титру розчину.

Масова частка вологи.

Визначають за методом Фішера.

Масова частка альдегідів (на формальдегід).

Метод засновано на визначенні альдегідів у харчовій сорбінової кислоті з використанням фуксинсірчаного реактиву (реактиву Шифа).

Масова частка сульфатної золи. Метод засновано на визначенні остатку, що не згорає у вигляді сульфатів після прокалювання сорбінової кислоти, після попередньої обробки сульфатною кислотою.

Аналіз основних показників якості бензойної кислота (E 210) та її солі. Бензойна кислота представляє собою кристалічний порошок білого кольору з характерним запахом і гіркуватим смаком, має показник активної кислотності водного розчину 4,0, температуру плавлення в межах від 121,5 °С до 123,5 °С. Добавка E 210 погано розчинна у воді, через що замість бензойної кислоти найчастіше застосовується натрій бензоат (харчова добавка E 211). Консервант харчового продукту, що отримують нейтралізацією бензойної кислоти натрій гідрокарбонатом або натрій карбонатом. Вміст основної речовини після сушіння не менше 99 %. Має температуру плавлення в межах від 121,5 °С до 123,5 °С, і представляє собою білий кристалічний порошок. Аналогічні властивості мають і калій бензоат (E 212), і кальцій бензоат (E 213).

Аналіз основних показників якості натрій бензоату E 211.

Тест на натрій-іони. Метод засновано на якісному визначенні натрій-іонів за реакцією з ацетатом цинкуранілом або за фарбуванням полум'я в жовтий колір.

Тест на бензоат-іони. Метод засновано на якісному визначенні бензоат-іонів за реакцією з ферум (III) хлоридом (утворення осаду рожево-жовтого кольору підтверджує присутність в розчині бензоат-іонів) або за розкладанням харчового натрій бензоату нітратною кислотою і ідентифікації осаду кристалічної бензойної кислоти за температурою плавлення.

Масова частка основної речовини у висушеному натрій бензоаті.

Метод засновано на титруванні харчового натрій бензоату хлористоводневою кислотою в присутності індикатора бромфенолового синього, при цьому в процесі реакції обміну виділяється слабозчинна у воді бензойна кислота, що добре розчиняється в шарі діетилового ефіру.

Масова частка втрат при висушуванні. Метод засновано на здатності харчового натрій бензоату звільнитися від летких речовин при нагріванні до температури 105 °С.

Масова частка хлорорганічних сполук (як хлоридів). Метод засновано на взаємодії хлорид-іонів і іонів срібла з утворенням важкорозчинного аргентум хлориду і полягає в розкладанні харчового натрій бензоату нітратною кислотою, відділенні осаду бензойної кислоти і хлорорганічних сполук, його сухої мінералізації з додаванням кальцій карбонату для запобігання втрат хлоридів, розчиненні зольного залишку і визначенні масової частки хлорорганічних сполук, виражених як хлориди, візуально – нефелометричним методом.

Тест на кислотність і лужність. Метод засновано на нейтралізації вільної кислоти або вільного лугу в харчовому натрій бензоаті натрій гідроксидом або хлоридною кислотою в присутності кислотно-основного індикатора.

Тест на легкозвуглюючі речовини. Метод засновано на взаємодії концентрованої сульфатної кислоти і легкозвуглюючих речовин, присутніх в харчовому натрій бензоаті з утворенням забарвлених сполук (блідево-рожевих).

Аналіз основних показників якості кальцій бензоату Е 211.

Тест на кальцій-йони. Метод засновано на якісному визначенні кальцій іонів за реакцією з амоній оксалатом або за забарвленням полум'я у цеглово-червоний колір.

Аналіз основних показників якості калій бензоату Е 211.

Тест на калій-йони. Метод засновано на поступовому утворенні білого кристалічного осаду натрій бітартрату, що підтверджує присутність у розчині іонів калію, або за фарбуванням полум'я у фіолетовий колір.

Аналіз основних показників якості кислоти пропіонової Е 280 та кальцій пропіоноату Е 283.

За органолептичними показниками харчова пропіонова кислота повинна відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Органолептичні показники пропіонової кислоти

Назва показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд і колір	Маслянистарицина, безбарвна або блідо-жовтого кольору
Запах	Різкий, дратівливий, характерний для пропіонової кислоти

За фізико-хімічними показниками харчова пропіонова кислота повинна відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Фізико-хімічні показники пропіонової кислоти

Назва показника	Характеристика (значення показника)
Тест на розчинність	Витримує випробовування
Відносна щільність за температури 20°C	От 0,993 до 0,997
Масова частка основної речовини, %, не менше	99,5*
Температурні межі перегонки:	
температура початку перегонки, °C, не менше	138,5
температура кінця перегонки, °C, не більше	142,5
Масова частка нелеткого залишку, %, не більше	0,01
Масова частка альдегідів (в перерахунку на пропіоновий альдегід), %, не більше	0,2
Масова частка мурашиної кислоти, %, не більше	0,1
* Відповідно до нормативно-правових актів, що діють на території держави, яка прийняла стандарт	

Тест на розчинність. Метод засновано на візуальному визначенні розчинності харчової пропіонової кислоти в дистильованій воді і етиловому спирті.

Визначення відносної густини. Суть методу полягає у визначенні відношення маси заданого обсягу харчової пропіонової кислоти за температури 20 °C до маси того ж об'єму дистильованої води за температури 20 °C. Щільність рідини визначають за допомогою пікнометра.

Визначення масової частки основної речовини. Метод засновано на нейтралізації пропіонової кислоти натрій гідроксидом у присутності кислотно-основного індикатора.

Визначення температурних меж перегонки. Суть методу полягає в перегонці 100 см³ харчової пропіонової кислоти і визначенні температур початку та кінця перегонки. Температура початку перегонки – це температура, зазначена в момент падіння першої краплі дистиляту з кінця трубки холодильника під час перегонки. Температура кінця перегонки – це температура, зазначена в момент випаровування останньої краплі рідини з дна колби під час перегонки (суха точка), не беручи до уваги краплі рідини, що стікає по стінках колби.

Визначення масової частки нелеткого залишку. Суть методу полягає у визначенні маси залишку проби харчової пропіонової кислоти після її випаровування і висушування залишку в сушильній шафі за температури 140 °С.

Визначення масової частки альдегідів. Метод засновано на здатності альдегідів, присутніх у харчовій пропіонової кислоті, приєднувати нуклеофільний реагент – натрій бісульфіт, що володіє електрофільними властивостями вуглецевого атома карбонільної групи з утворенням бісульфітних похідних альдегідів. Надлишок натрій бісульфіта визначають титруванням розчином йоду, при цьому натрій бісульфіт відновлює вільний йод до йодиду.

Визначення масової частки мурашиної кислоти. Метод засновано на окисненні мурашиної кислоти та інших органічних речовин, присутніх в харчовій пропіонової кислоті, здатних до окиснення натрій бромовоокислим, надлишок якого визначають йодометрично: додають в розчин калій йодистий і титрують йод, натрій тіосульфатом.

Аналіз основних показників якості калій пропіоату Е 283.

Харчовий калій пропіонат гігроскопічний добре розчинний у воді, розчинний в етанолі. За органолептичними показниками харчовий калій

пропіонат повинен відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.4. За фізико-хімічними показниками харчовий калій пропіонат повинен відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.5.

Таблиця 4.4 - Органолептичні показники

Найменування показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд	Безбарвні кристали або білий кристалічний порошок
Запах	Слабкий запах пропіонової кислоти

Таблиця 4.5 - Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Характеристика показника
Тест на калій-йон	Витримує випробування
Тест на пропіон-іон	Витримує випробування
Тест на лужну реакцію зольного залишку	Витримує випробування
Масова частка основної речовини у висушеному калій пропіонаті, %, не менше	99,0
Масова частка втрат при висушуванні, %, не більше	4,0
pH водного розчину масовою часткою калій пропіоната 10 %, од. pH	Від 7,5 до 10,5 включ.
Масова частка нерозчинних у воді речовин, %, не більше	0,1
Тест на вміст заліза не більше 30 млн (мг / кг)	Витримує випробування

Тест на пропіонат-іон. Метод засновано на розкладанні харчового калій пропіоната сульфатною кислотою і якісному визначенні пропіонової кислоти за характерним запахом.

Тест на лужну реакцію зольного залишку. Метод засновано на озоленні харчової добавки і обробці отриманої золи кислотою, що супроводжується утворенням газоподібної сполуки.

Визначення масової частки основної речовини у висушеному калій пропіонаті. Метод засновано на розкладанні харчового калій пропіоната фосфатною кислотою, з наступною відгонкою пропіонової кислоти, що утворилася з водяною парою, і титриметричному визначенні пропіонової кислоти.

Також як консервант використовується **етиловий ефір пара-гідроксибензойної кислоти (E 214)**, що є консервантом харчового продукту, який отримується з етил-пара-оксибензоата та натрій гідроксиду. Кінцевий продукт містить етилового ефіру пара-гідроксибензойної кислоти не менше 83 % в перерахунку на суху речовину і має температуру плавлення в межах від 115 °С до 118 °С, показник активної кислотності 0,1 % водного розчину в межах від 9,9 до 10,3 і представляє собою білий кристалічний гігроскопічний порошок. Також в якості харчових консервантів використовують **натрієву сіль етилового ефіру пара-гідроксибензойної кислоти (E 215)**, **метиловий ефір пара-гідроксибензойної кислоти (E 216)**, **натрієва сіль метилового ефіру пара-гідроксибензойної кислоти (E 219)**.

Сульфур (IV) оксид (E 220) – консервант харчового продукту, отриманий спалюванням сірки або випалюванням сульфідних руд, або дією сульфатної кислоти на натрій сульфід. Вміст основної речовини у кінцевому продукті повинен бути не менше 99 %, вологи – не більше 0,05 %. Представляє собою безбарвний негорючий газ з різким задушливим запахом.

Натрій ацетати (E 262*) – регулятори кислотності, консерванти. Натрій ацетати та калій ацетати існують у вигляді ацетату (i) та діацетату (ii). Натрій ацетат – це безбарвні гігроскопічні кристали, які здатні легко вивітрюватись, з т. топ. 324 °С для безводного і 58 °С для тригідрату. Вони добре розчині у воді (119 г/100 мл води для безводного ацетату і 76,2 г/100 мл для тригідрату за температури 0 °С); незначно в етанолі (2,1 г/100 мл за температури 25 °С для безводного і 7,8 г/100 мл за температури 25 °С для тригідрату), діетиловому етері. рН 1 % водного розчину становить 8,0 ... 9,5 рКb для 0,1 М водного розчину – 9,25. Втрати при висушуванні – не більше 2,0 % для безводного і 36,0 ... 42,0 % для тригідрату (120 °С, 4 години). З ацетатною кислотою натрій ацетат здатний утворювати адукти.

Натрій діацетат (E 262*ii) – це гігроскопічні безбарвні кристали або білий кристалічний порошок з т. топ. 328 ... 330 °С для безводного, який добре розчиняється у воді. рН 10 % водного розчину 4,5 ... 5,0.

Кальцій ацетат (E 263*) – консервант, регулятор кислотності, ущільнювач (рослинних тканин). Кальцій ацетат існує у вигляді безводної солі або моногідрату. Це гігроскопічна аморфна або кристалічна речовина, гранули або білий порошок з т. топ. 160 °С (розкл.) який добре розчиняється у воді (40 г/100 мл за температури 20 °С), погано в етанолі. рН 10 % водного розчину становить 6,0 ... 9,0. Втрати при висушуванні – не більше 11,0 %, для моногідрату (155 °С, до постійної маси).

Калій ацетати (E 261) (CH_3COOK) – консерванти, регулятори кислотності. Як харчова добавка застосовуються (і) калій ацетат та (іі) калій діацетат – аддукт калій ацетату з ацетатною кислотою.

E 261 (і) Калій ацетат – це безбарвні кристали, що розпливаються у повітрі, з т. топ. 292 °С. Вони добре розчиняються у воді (253 г/100 г за температури 20 °С), етанолі (33 г/100 мл за кімнатної температури); не розчиняється у діетиловому етері. рН 7,5 ... 9,0 для 5 % водного розчину. рК_б для 0,1 М водного розчину становить 9,7. Втрати при висушуванні – не більше 8,0 % (150 °С, 2 години).

Калій діацетат (E 261іі) ($\text{CH}_3\text{COOK}\cdot\text{CH}_3\text{COOH}$) – це безбарвні кристали, що розпливаються на повітрі. Вони добре розчиняються у воді, етанолі. рН 0,1 М водного розчину 7,0.

Аналіз якості кальцій, калій та натрій ацетатів.

Тест на ацетат-іон (CH_3CO_2^-). Метод 1. Заснований на взаємодії ацетат іонів і етилового спирту (C_2H_5^-) у присутності сульфатної кислоти з утворенням етилацетату (оцтовоетилового ефіру), що ідентифікується за характерних запахом.

Метод 2. Заснований на взаємодії ацетат іонів і іонів заліза з утворенням ферум діоксиацетату, що фарбує розчин у яскраво-червоний колір.

Визначення рН водного розчину з масовою часткою 10 %.

Метод заснований на потенціометричному визначенні показника активності іонів водню (рН) розчину харчового кальцій ацетату.

Визначення масової частки не розчинних у воді речовин.

Тест на мурашину кислоту і окиснювальні домішки. Метод заснований на окисненні мурашиної кислоти і інших домішкових речовин, що окиснюються калій бихроматом у присутності сульфатної кислоти і калій йодистого. Йодиди характеризують процес окиснення з утворенням вільного йоду, що фарбує аналізований розчин у жовто-коричнєве забарвлення.

Тест на альдегіди. Метод заснований на дистиляції альдегідів із розчину ацетату (Ca, K, Na) і якісному їх визначенні, що засновано на окиснювально-відновній реакції з окисненням альдегідів до кислот і одночасним відновленням двовалентної ртуті до одновалентної. Важко розчинний меркурій хлорид у кислому середовищі випадає у вигляді білого осаду, що надає аналізованому розчину мутність.

4.2. Аналіз показників якості антиоксидантів, ущільнювачів (рослинних тканин), отверджувачів, вологоутримувачів

Антиоксиданти (антиокиснювачі, інгібітори окиснення) – це речовини, які сповільнюють процес окиснення харчових продуктів і тим самим збільшують термін їхньої придатності. За функціональною дією вони повинні безпосередньо реагувати з молекулярним киснем, не допускаючи його до взаємодії з продуктом, обривати (призупиняти) радикально-ланцюговий процес окиснення, розщеплювати утворені при цьому в сполуках пероксидні зв'язки.

Відомо, що першочергово до окиснення здатні олії, жири та жиромісні продукти, які містять у структурі своїх молекул реакційно здатні вторинні та третинні атоми водню, подвійні зв'язки, алкільні фрагменти. В компонентах харчових продуктів присутні також інші функціональні групи та фрагменти, здатні до окиснення. Внаслідок такого спонтанного окиснення жиромісні інгредієнти харчових продуктів гіркнуть; овочі та фрукти – темніють, пиво та

безалкогольні напої – прокисають. Хімічна суть застосування антиоксидантів полягає у їх взаємодії з вільними радикалами, які утворюються за різними маршрутами в процесі оксидації.

Загалом, ефективний прояв антиоксидантної дії спостерігають при застосуванні суміші різних сполук із властивостями інгібіторів радикальних реакцій окиснення та синергістів антиоксидантів.

Аскорбінова кислота (E 300) – антиокислювач харчового продукту. Вміст основної речовини $C_6H_8O_6$ повинен складати не менше 99,0 %. Після сушіння має температуру плавлення від 189 °C до 193 °C. Представляє собою білий або блідо-жовтий кристалічний порошок.

Як антиоксиданти використовують натрій аскорбат (E 301), кальцій аскорбат (E 302), калій аскорбат (E 303), аскорбілпальмітат (E 304), аскорбіл стеарат (E 305), тіодипропіонатна кислота (E 388), дилаурилтіодипропіонат (E 389), дистеарилтіодипропіонат (E 390), концентрат суміші токоферолів (E 306), α -Токоферол (E 307), γ -Токоферол синтетичний (E 308*), δ -Токоферол синтетичний (E 309*), Етилгалат (E 313), Пропілгалат (E 310), Октилгалат (E 311), Додecilгалат (E 312), Ізоаскорбатна кислота (E 315), натрій ізоаскорбат (E 316*), калій ізоаскорбат (E 317), кальцій ізоаскорбат (E 318), *трет*-Бутилгідрокінон (E 319), ди-трет-бутилгідрокситолуен (E 321*), 4-Гексилрезорцинол (E 586), Аноксомер (E 323), Гвоякова камедь (E 241), глюкозооксидаза (E 1102*), кверцетин.

Аналіз показників якості дигідрокверцетину.

Дигідрокверцетин, представляє собою флавононол, одержуваний з природної рослинної сировини – прикореневої частини деревини сибірської модрини (*Larix sibirica* Ledeb), модрини Гмелін або даурської модрини (*Larix gmelini* (Rupr) Rupr. синонім *L. dahurica* Turcz). Призначений для використання в харчовій промисловості в якості антиоксиданту. Представляє собою дрібнокристалічний порошок від білого до кремового або світло-жовтого кольору, має температуру плавлення від 222 °C до 226 °C, із вмістом дигідрокверцетину в сухій речовині не менше 90 %.

Дигідрокверцетин мало розчинний у воді (розчинність зростає при підвищенні температури води), розчинний в етиловому спирті, пропіленгліколі. За органолептичними характеристиками дигідрокверцетин повинен відповідати вимогам, що наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Органолептичні характеристики дигідрокверцетину

Найменування показника	Характеристика
Смак і запах	Слабкий гіркий смак, без запаху
Зовнішній вигляд і консистенція	Дрібнокристалічний порошок
Колір	Від білого до кремового або світло-жовтого

За фізико-хімічними показниками дигідрокверцетин повинен відповідати значенням, зазначеним у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Фізико-хімічними показниками дигідрокверцетин

Найменування показника	Значення
Масова частка сухої речовини, % не менше	93,0
Масова частка дигідрокверцетину у сухій речовині, % не менше	90,0
Масова частка ізомеру дигідрокверцетину, % не менше	95,0
Масова частка біофлавоноїдних сполук у сухій речовині, % не більше	8,5
Сторонні домішки, у тому числі смоли, %	1,5
Температура плавлення	222 ...226

Визначення масової частки дигідрокверцетину і біофлавоноїдних сполук в сухій речовині. Визначення масової частки дигідрокверцетину і біофлавоноїдних сполук в сухій речовині проводять методом зворотньофазної високоефективної рідинної хроматографії (ЗВРХ). Проведення експерименту: послідовно вводять в прилад по 0,02 см³ розчинів стандартного зразка і аналізованої проби, чекають закінчення аналізу. На хроматограмі аналізованого розчину, крім піку дигідрокверцетину, допускається присутність піків супутніх біофлавоноїдів: аромадендрину, еріодиктіолу, кверцетину, нарінгеніну, кемпферолу і піноцембрину, а також піків неідентифікованих сполук.

Визначення масової частки 2R3R ізомеру дигідрокверцетину.

Визначення масової частки 2R3R ізомеру дигідрокверцетину проводять методом хіральної ЗВРХ.

Визначення температури плавлення в сухій речовині проводять капілярним методом. Засоби вимірювання, допоміжне обладнання і посуд:

- шафа сушильна, що забезпечує підтримку заданого режиму температури від 20 °С до 200 °С з похибкою ± 1 °С.
- прилад для визначення температури плавлення з діапазоном вимірювань в межах від 20 °С до 360 °С з електричним обігрівом і таймером (секундоміром), похибкою в контрольних точках (83 \pm 0,3) °С; (136 \pm 0,5) °С; (237 \pm 0,8) °С.
- запаяні з одного кінця капілярні трубки з нейтрального міцного скла діаметром від 0,9 до 1,1 мм і товщиною стінок від 0,1 до 0,15 мм.
- ступка порцелянова.
- товкач порцеляновий. Допускається застосування інших засобів вимірювання з метрологічними характеристиками і допоміжного обладнання з технічними характеристиками не гірше вищевказаних.

Нормативної документації, відповідно до якої виконувалась би оцінка харчових добавок, в якості антиоксидантів не розроблено, також як і відсутній чіткий перелік сполук, що рекомендується використовувати.

Ущільнювачі (рослинних тканин) або отверджувачі – це речовини, що поліпшують структуру та зовнішній вигляд харчових продуктів (овочів. Фруктів) у процесі переробки внаслідок ущільнення їхніх тканин. Завдяки цьому тканини стають стійкішими до температурного чинника при консервуванні, а також здатними зберігати наявні, мінеральні солі та інші корисні харчові інгредієнти.

Відомо, що овочі та фрукти містять навколо своїх волокон пектинові речовини, які утворюють відповідні укріплюючі гелі, але цього недостатньо для їхнього стабільного якісного стану при зберіганні. З цією метою додатково застосовують отверджувачі (ущільнювачі), які, взаємодіючи з

молекулами пектинів, утворюють відповідні солі – пектати з кращою захисною функцією. В якості отверджувачів застосовують солі як мінеральних кислот, так і органічних – ацетатної, лактатної, малатної, тартратної, цитратної кислот тощо.

Кальцій хлорид (Е 509*) – отверджувач, стабілізатор, регулятор кислотності, осушувач, поживне середовище для корисних мікроорганізмів. Безводний кальцій хлорид – біла пориста маса або гранули з т. топ. 782 °С, дигідрат – білі гранули з т. топл. 175 °С, гексагідрат – безбарвні кристали. Всі вони розпливаються на повітрі під дією вологи. Для всіх форм кальцій хлориду характерна добра розчинність у воді та етанолі, для гідрату – ацетоні.

Так безводний кальцій хлорид у воді має розчинність 74 г/100 г за температури 20 °С; дигідрат – 100 г/100 г за температури 0 °С. При розчиненні CaCl₂ у воді спостерігається виділення теплоти, при розчиненні його гексагідрату – поглинання теплоти.

За органолептичними показниками і розчинності всі види харчового кальцій хлориду (безводна форма, дигідрат і гексагідрат) повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Органолептичні показники і розчинність харчового кальцій хлориду

Найменування показника		Характеристика
Зовнішній вигляд	Безводна форма	Тверді гігроскопічні гранули або агломерати. Добре розчинні у воді і етиловому спирті
	Дигідрат	Тверді фрагменти, гранули. Добре розчинні у воді і етиловому спирті
	Гексагідрат	Тверді кристали. Дуже добре розчинні у воді і етиловому спирті
Колір	Безводна форма и дигідрат	Від білого до блідо-рожевого
	Гексагідрат	Безбарвний
Запах		Характерний слабо виражений
Смак		Від гіркого до солоного

За фізико-хімічними показниками харчовий кальцій хлорид повинен відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.9.

Визначення розчинності. Метод заснований на визначенні кількості об'ємних частин дистильованої води і етилового спирту, необхідного для розчинення однієї масової частини проби.

Таблиця 4.9 - Фізико-хімічними показники харчового кальцій хлориду

Найменування показника	Продукт	Значення показника
Масова частка кальцій хлориду, %, не менше	Безводна форма (CaCl ₂)	95,0
	Дигідрат (CaCl ₂ •2H ₂ O)	80,0
	Гексагідрат (CaCl ₂ •6H ₂ O)	50,0
Масова частка солей магнію (в перерахунку на MgCl ₂), %, не більше	Безводна форма (CaCl ₂), Дигідрат (CaCl ₂ •2H ₂ O), Гексагідрат (CaCl ₂ •6H ₂ O)	0,5
Масова частка нерозчинного у воді залишку, %, не більше	Безводна форма (CaCl ₂), Дигідрат (CaCl ₂ •2H ₂ O), Гексагідрат (CaCl ₂ •6H ₂ O)	0,1
Масова частка вільного лугу (у розрахунку на Ca(OH) ₂), %, не більше	Безводна форма (CaCl ₂), Дигідрат (CaCl ₂ •2H ₂ O), Гексагідрат (CaCl ₂ •6H ₂ O)	0,15
Масова частка сульфатів (в перерахунку на сульфат-йон), %, не більше	Безводна форма (CaCl ₂), Дигідрат (CaCl ₂ •2H ₂ O), Гексагідрат (CaCl ₂ •6H ₂ O)	0,05
Масова частка заліза, %, не більше		0,004
Масова частка лужних металів (калій і натрій), %, не більше		0,5
Якісний тест на кальцій		Витримує
Якісний тест на хлориди		Витримує
Вміст фторидів, мг/кг, не більше		40,0

Пробу, що аналізують розміщують в конічну колбу, яка містить певний об'єм розчинника (дистильованої води або етилового спирту). Вміст перемішують круговими рухами колби протягом 30 с, але не більше 5 хв до розчинення проби. Кінцевий результат визначення порівнюють з критеріями розчинності харчового кальцій хлориду, що наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 - Критерії розчинності харчового кальцій хлориду

Критерії розчинності харчового кальцій хлориду	Кількість об'ємних частин розчинника на одну масову частину проби
--	---

Дуже добре розчинний	Менше 1
Добре розчинний	Від 1 до 10
Розчинний	Від 10 до 30
Помірно розчинний	Від 30 до 100
Слабо розчинний	Від 100 до 1000
Дуже слабо розчинний	Від 1000 до 10000
Не розчинний	Більше 10000

Харчовий кальцій хлорид повинен задовольняти наступним критеріям розчинності – «Дуже добре розчинний» або «Добре розчинний».

Визначення масової частки кальцій хлориду. У стаканчику зважують від 2,0 до 2,1 г гідратованого або від 1,5 до 1,6 г кальцинованого, або від 2,5 до 2,7 см³ рідкого кальцій хлориду (результат в грамах записують з точністю до четвертого десяткового знаку), переносять у мірну колбу місткістю 250 см³, розчиняють у воді, доводять об'єм розчину до мітки і ретельно перемішують.

У конічну колбу місткістю 250 см³ відбирають піпеткою 20 см³ отриманого розчину, додають 100 см³ води, 5 см³ розчину натрій гідроксиду, 10 крапель розчину кальціона ІРЕА і титрують розчином трилону Б до переходу рожевого забарвлення розчину в блакитне. Масову частку кальцій хлориду у відсотках обчислюють за формулою (4.2).

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 0,00555 \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot 20}, \quad (4.2)$$

де V – об'єм розчину трилону Б з концентрацією 0,05 моль/дм³, що витрачено на титрування, см³.

K – поправний коефіцієнт (титр) розчину трилону Б з концентрацією 0,05 моль/дм³; m – маса наважки, г; 0,00555 – маса кальцій хлориду, що відповідає 1 см³ розчину трилону Б концентрації точно 0,05 моль/дм³, г/см³.

Аналіз показників якості натрій малатів.

Харчові натрій малати (Е 350) підрозділяються: Е 350 (і) натрій малат 1-заміщений; Е 350 (іі) натрій малат. Найменування харчових натрій малатів, їх хімічні назви, формули і молекулярні маси наведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11- Найменування харчових натрій малатів, їх хімічні назви, і молекулярні маси

Позначення і найменування харчової добавки	Хімічне найменування	Молекулярна маса
Е 350 (і) натрій малат 1-заміщений	Натрій кислий яблучнокислий	156,07
Е 350 (іі) натрій малат	Натрій яблучнокислий напівводний	187,05
	Натрій яблучнокислий 3-водний	232,10

Натрій малат розчинний в холодній воді (для розчинення 1 г речовини за температури 20 °С необхідно від 10 до 30 г дистильованої води) і не розчинний в етанолі: натрій малат 1-заміщений добре розчинний у воді (для розчинення 1 г речовини за температури 20 °С необхідно від 1 до 10 г дистильованої води). За органолептичними показниками харчові натрій малати повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.12. За фізико-хімічними показниками харчові натрій малати повинні відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.13. Масова частка основної речовини харчових натрій малатів повинна відповідати вимогам або нормативно-правовим актам, що діють на території держави, що прийняла стандарт. Вміст токсичних елементів (миш'як, свинець, ртуть) у харчових натрій малатах не має перевищувати норм, встановлених нормативними правовими актами, що діють на території держави, яка прийняла стандарт.

Таблиця 4.12 - Органолептичні показники

Е-код харчової добавки	Характеристики показника		
	Зовнішнього вигляду	Кольору	Запаху
Е 350 (і)	Порошок	Білий	Без запаху
Е 350 (іі)	Кристалічний порошок або грудки	Білий	Без запаху

Таблиця 4.13 - Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Характеристика показника
Тест на малат	Витримує випробування
Тест на натрій-йон	Витримує випробування
Тест на розчинність у воді	Добре розчинний
Масова частка втрат при висушуванні харчового натрій малату 1-заміщеного E 350(i) %, не більше	2,0
Масова частка втрат при висушуванні харчових натрій малатів E 350(ii) %, не більше	7,0
Напівводяний	Від 20,5 до 23,5 включно
Триводний	
Масова частка малеїнової кислоти, % не більше	0,05
Масова частка фумарової кислоти, % не більше	1,0
Масова частка лугу для харчових натрій малатів E 350(ii)	0,2
Тест на 1,2-дикарбонову кислоту	Витримує досліди

Зовнішній вигляд і колір харчових натрій малатів визначають переглядом аналізованої проби масою 50 г, вміщеної на аркуш білого паперу або скляну пластинку, при розсіяному денному світлі або освітленні люмінесцентними лампами.

Для визначення запаху готують розчин масовою часткою 2 %. Для цього розчиняють пробу масою 2 г в 98 см³ дистильованої води в склянці місткістю 250 см³. Чистий, без стороннього запаху стаканчик заповнюють на 1/2 об'єму приготованим розчином. Стаканчик закривають кришкою і витримують протягом 1 год за температури повітря (20±2) °С. Запах визначають органолептично на рівні краю стаканчика відразу ж після відкриття кришки.

Тест на малат. Метод заснований на утворенні забарвленої азосполуки в результаті реакції харчового натрій малату з сульфаніловою кислотою, натрій нітритом в лужному середовищі.

Тест на натрій-йон. Метод заснований на якісному визначенні натрій-йонів в харчових натрій малатах.

Визначення масової частки основної речовини харчового натрій малату 1-заміщеного E 350 (i). Метод заснований на розчиненні харчового

натрій малату 1-заміщеного в сульфатній кислоті і наступному його титруванню натрій гідроксидом.

Як ущільнювач використовують магній хлорид (E 511), магній сульфат (E 518), алюміній сульфат (E 520), алюміній-натрій сульфат (галун алюмо-натрієвий (E 521), алюміній-калій сульфат (галун алюмо-калієвий) (E 522), алюміній-амоній сульфат (галун алюмо-амонієвий) (E 523).

Для отверджувачів (ущільнювачів) належать також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах: кальцій сульфат (E 226), кальцій гідросульфат (E 227), кальцій формиат (E 238), кальцій ацетат (E 263), кальцій лактат (E 327), магній лактат (E 329), кальцій цитрати (E 333), кальцій фосфати (E 341), магній фосфати (E 343), магній цитрати (E 345), кальцій малати (E 352), кальцій тартрат (E 354), натрій-кальцій поліфосфат (E 452 iii), кальцій поліфосфат (E 452 iv), магній карбонати (E 504), кальцій сульфат (E 516), кістковий фосфат (E 542), кальцій глюконат (E 578).

Вологоутримувачі. Вологоутримувачі (вологоутримуючі агенти) – це речовини з гігроскопічними властивостями, які здатні регулювати кількість води в харчових продуктах, запобігаючи тим самим їхньому псуванню внаслідок процесів висихання, черствіння тощо. Ефективність вологоутримувачів збільшується із збільшенням їхньої гігроскопічності (здатності поглинати воду). До найважливіших вологоутримуючих агентів належать цукроподібні речовини (глюкоза, сахароза, сорбітол) гідроколоїди (пектинові речовини, агар, альгінатні кислоти), гліцерил, а також деякі солі мінеральних і органічних кислот.

Як вологоутримуючий агент використовують гліцерол (E 422), триацетин (E 1518), діацетин (E 1517), пропіленгліколь (E 1520). Гостовані методи дослідження основних показників якості для вище зазначених сполук відсутні. До вологоутримувачів відносять також речовини, які за основною технологічною функцією наведені в інших розділах: лецитин (E 322), натрій лактат (E 325), калій лактат (E 326), кальцій лактат (E 327), натрій фосфати

(E 339), калій фосфати (E 340), кальцій фосфати (E 341), альгінатні кислоти (E 400), натрій альгінат (E 401), калій альгінат (E 402), амоній альгінат (E 403), кальцій альгінат (E 404), агар (E 406), сорбітолі сорбітоловий сироп (E 420), Пектин (E 440).

Аналіз показників якості лецитину. За органолептичними показниками та відповідно до ідентифікаційних тестів лецитин повинен відповідати показникам, що наведено в таблиці 4.14 та 4.15.

Таблиці 4.14 - Органолептичні показники

Найменування показника	Лецитини E 322(i)			Частково гідролізовані лецитини E 322(ii)	
	Рідкий	Знежирений	Фракційований	Рідкий гідролізований	Знежирений гідролізований
Консистенція	Однорідна в'язка рідина	Порошок, гранули	Однорідна в'язка рідина, паста, порошок, гранули	Однорідна в'язка рідина	Порошок, гранули
Колір	Від світло-жовтого до темно-коричневого				
Запах	Характерний для сировини, з якої отриманий. Не допускається затхлий, кислий, сторонній запах, в тому числі запах розчинників				
Смак	Характерний для сировини, з якої отриманий. Не допускається затхлий, кислий, сторонній смак				

Таблиці 4.15 - Показники ідентифікаційних тестів лецитину.

Найменування тесту	Лецитини E 322(i)			Частково гідролізовані лецитини E 322(ii)	
	Рідкий	Знежирений	Фракційований	Рідкий гідролізований	Знежирений гідролізований
Тест на фосфор	Витримує випробування				
Тест на холін	Витримує випробування				
Тест на жирні кислоти	Витримує випробування				
Тест на гідролізований лецитин (тільки для рідких лецитинів)	Витримує випробування				

Регулятор кислотності (харчового продукту) – харчова добавка, призначена для зміни або регулювання кислотності або лужності харчових продуктів.

Регулятори рН з основними властивостями.

Натрій карбонати (Е 500), натрій гідрокарбонат (Е 500ii), калій карбонати (Е 501), калій гідрокарбонат (Е 501ii), магній карбонат, магній гідрокарбонат, ферум карбонат; натрій, калій, кальцій, амоній гідроксиди.

Регулятори рН з кислотними властивостями.

Натрій фосфати Е 339 (натрій ортофосфат однозаміщений (Е 339i), двозаміщений (Е 339ii), тризаміщений (Е 339iii)).

Калій фосфати Е340 (калій фосфат однозаміщений (Е 340i), двозаміщений (Е 340ii), тризаміщений (Е 340iii)).

Кальцій фосфати Е 341 (кальцій фосфат однозаміщений (Е 341i), двозаміщений (Е 341ii), тризаміщений (Е 341iii)).

Амоній фосфати Е 342 (амоній фосфат однозаміщений (Е 342i), двозаміщений (Е 342ii)).

Магній фосфати Е 343 (кальцій фосфат однозаміщений (Е 343i), двозаміщений (Е 343ii), тризаміщений (Е 343iii)).

Трифосфати Е 451 (натрій трифосфат п'ятизаміщений (i) та калій трифосфат п'ятизаміщений (ii)).

Натрій сульфат Е 514, Кальцій сульфат Е 516.

Органічні регулятори кислотності.

Натрій лактат Е 325, калій лактат Е 326, кальцій лактат Е 327, амоній лактат Е 328, магній лактат Е 329, натрій сукцинат Е 364, калій і кальцій, амоній малати Е 349, натрій Е 350, калій Е 351, кальцій Е 352, натрій фумарати Е 365, калій Е 366, кальцій Е 367, амоній Е 368, натрій цитрат Е 331, калій Е 332, кальцій Е 333, магній Е 334, амоній Е 335, натрій адипінат Е 356, калій Е 357, амоній Е 359, натрій глюконат Е 576, калій Е 577, магній Е 580, кальцій Е 578.

Питання для самоконтролю

1. Яка роль консервантів у тривалості збереження готової продукції?
2. Які речовини у харчовій промисловості використовують як консерванти?
3. На якій стадії виробництва вносять консерванти? Чому?
4. Від чого залежить дозування консервантів?
5. Які види консервантів дозволені до використання в Україні?
6. Чому астматикам не можна вживати добавку E 220?
7. Яку добавку використовують при виробництві сухофруктів?
8. Які властивості мають харчові добавки E 210 і E 211? У яких виробництвах їх застосовують?
9. Що таке антиоксиданти? Який механізм їх дії?
10. Які антиоксиданти дозволено використовувати в Україні?
11. Яке значення мають синергісти антиоксидантів? Наведіть приклади їх дії.
12. Екстракти яких рослин використовують як антиоксиданти?
13. Які антибіотики дозволено використовувати у харчовій промисловості? На чому ґрунтується їх дія?
14. Яка роль вологоутримуючих агентів у збереженні якості продукції? Наведіть приклади таких речовин.
15. Який механізм дії добавок, що попереджують злежування та грудкування продуктів харчування? Наведіть приклади таких речовин.
16. Які плівкоутворюючі добавки використовують у харчовій промисловості? На чому базується їх консервуюча дія?

5. ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Парфумерно-косметична продукція (ПКП) користується сталим споживчим попитом і на сучасному етапі виявляє тенденції до його подальшого зростання. Так, компанія Research and Markets прогнозує обсяги глобального ринку косметики до 2020 року на рівні 675 млрд доларів при збереженні темпів зростання в 6,4 % на рік. За прогнозами аналітиків, реалізація косметичної продукції буде постійно збільшуватися на тлі стабільного збільшення попиту шляхом підвищення потужностей виробництв, розширення спектру товарів і послуг, а також постійно зростаючого штату співробітників, зайнятих у галузі в різних країнах світу. Актуальними напрямками розвитку асортименту ПКП є косметика противікової дії різноманітних форм випуску: креми, маски, лосьйони, сироватки тощо. За даними Державної служби статистики в Україні зареєстровано понад 300 підприємств з виробництва парфумерно-косметичної продукції. За 2016 р. вироблено засобів косметичних з догляду за шкірою, у тому числі засобів сонцезахисних та для засмаги 4,9 тис. тон, що складає у порівнянні з 2015 р. 102,8 %. Зростання обсягів виробництва за грудень 2016 р. порівняно з груднем 2015 р. склало 11,1 %. Засобів для гоління, дезодорантів та антиперспірантів, засобів для ванн за 2016 р. вироблено 52,6 тис. тон, що складає відносно 2015 р. 93,5 %. При цьому зростання темпів виробництва зазначеної категорії товарів за грудень 2016 р. порівняно до грудня 2015 р. становить 17,4 %, що свідчить про активізацію виробництва цих товарів останнім часом. Мила, поверхнево-активних речовин за 2016 р. вироблено 14,9 тис. тон, що складає відносно 2015 р. 120,0 %. За грудень 2016 р. обсяги виробництва даної продукції зросли на 29,5 %. За результатами аналізу даних щодо обсягу реалізованої промислової

продукції в Україні у 2016 р. можна засвідчити, що обсяг реалізації мила та мийних засобів, парфумних і косметичних засобів склав 6442,1 млн. грн., що становить лише 0,4 % від усієї реалізованої продукції вітчизняної промисловості. Відповідно обсяг цих видів продукції, реалізованих за кордон, склав 1123,7 млн. грн., що становить 17,4 % від загального обсягу реалізованої промислової продукції за цим видом господарчої діяльності. Вищезазначені дані свідчать про наявні, хоча й слабкі, тенденції зростання обсягів виробництва основних видів косметичної продукції.

5.1. Технічний регламент

В європейському законодавстві у сфері технічного регулювання вже давно досконало розроблена політика усунення бар'єрів для вільного переміщення товарів, всебічно гармонізовані правила на ринку для продукції, забезпечуючи при цьому високий рівень захисту здоров'я людини. У зв'язку з наявністю потенційних ризиків при застосуванні косметичної продукції для споживачів, обіг косметичної продукції у більшості розвинених країн світу регулюється законодавчими та нормативно-правовими актами. Зокрема, регулювання обігу косметичної продукції на території ЄС до липня 2013 року здійснювалося відповідно до Директиви Ради 76/768/ЄС від 27 липня 1976 року про наближення законодавства держав-членів стосовно косметичної продукції (EUCosmeticsDirective 76/768/ ЄС). З 11 липня 2013 року Косметичну директиву замінив нормативний документ New EU Cosmetic Products Regulation (EC) №1223/2009. При цьому цей документ став актом прямої дії для всіх країн ЄС. На даний момент в Україні розроблений та від 12.01.2017 року поданий на підпис до Кабінету Міністрів України Технічного регламенту на косметичну продукцію. Це документ в рамках якого буде здійснюватись регулювання виробництва косметичної продукції та технічне регулювання при її реалізації здійснюється відповідно до

прийнятого. Цей Технічний регламент встановлює вимоги до косметичної продукції, що вводиться в обіг та надається на ринку, з метою забезпечення високого рівня захисту здоров'я людини. Технічний регламент розроблено на основі Регламенту (ЄС) №1223/2009 Європейського Парламенту і Ради від 30 листопада 2009 року на косметичну продукцію. В технічному регламенті встановлено основні вимоги щодо розроблення, виробництва, оцінювання безпечності та ефективності косметичної продукції та введення її в обіг. У документі чітко зазначено повноваження призначених компетентних органів, принципи та умови виробництва, порядок уведення в обіг та процедури оцінювання безпечності косметичної продукції. У регламенті встановлюються умови для здійснення контролю та нагляду за вже виготовленою продукцією та для покладання на виробників, імпортерів та розповсюджувачів обов'язку у разі виявлення небезпечності власної продукції повідомити відповідні органи та вжити усіх можливих заходів для зменшення негативних наслідків від поширення та використання таких косметичних засобів.

З 2017 року в Україні обов'язковим є застосування підприємствами пункту 12 Технічного регламенту (в частині відповідності виробництва косметичної продукції принципам належної виробничої практики (Good Manufacturing Practice GMP). Відповідно до цього пункту, для забезпечення відповідності косметичної продукції встановленим вимогам безпечності парфумерно-косметичну продукцію та мило треба виробляти згідно з правилами належної виробничої практики.

Таким чином цей документ є основною нормативно-правовою бази в косметичній галузі. Належна виробнича практика, як своєрідна система якості, вже впроваджена у багатьох галузях промисловості, проте 15 листопада 2007 її керівні принципи були розроблені технічним комітетом косметичної галузі і опубліковані стандартом: ISO 22716. Метою цього стандарту є забезпечення безпеки та якості косметичної продукції для

споживачів та зниження прогнозованих ризиків при виробництві (відмови, помилки, забруднення і т. п.).

Ці рекомендації охоплюють виробництво, контроль, зберігання і відвантаження косметичної продукції. Тим не менш, вони не беруть до уваги аспекти безпеки персоналу та охорони довкілля, не поширюються на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи. 30 листопада 2009 року був прийнятий новий Регламент ЄС № 1223/2009, що замінює відповідну Директиву. Це нове правило вводить обов'язкове виконання GMP для косметики в Європі. Положення цього регламенту набули чинності з 11 липня 2013 року для усіх косметичних виробництв на європейському ринку.

На сьогодні стан галузі відкрито ігнорує європейські обов'язкові вимоги до якості та безпеки косметичної продукції та практичний досвід розвинених країн. Відмова від прийняття нових європейських вимог та застарілість існуючого нормативно - технічного забезпечення не тільки блокує розвиток косметичної галузі, але й загрожує здоров'ю та життю споживачів. Організація єдиного економічного простору висуває вищі вимоги до якості продукції та послуг із обов'язковим урахуванням пріоритетності інтересів охорони здоров'я та якості довкілля.

Дослідження європейського досвіду з питань вдосконалення нормативно - технічного забезпечення випробувань та якості косметичних засобів і особливостей впровадження нових вимог нормативів у даній галузі показало, що подібні завдання вирішують за єдиним загальноприйнятим підходом без відокремлення наукових пропозицій від практичного впровадження для досягнення бажаної результативності запланованої роботи.

Косметика чітко виділена в окрему галузь, для якої працює своє законодавство та відповідні організаційні структури. Для вивчення доцільності практичного впровадження внесених науковими осередками пропозицій, відповідним технічним комітетом створюється професійна команда. Після вивчення актуальних проблем, майбутнього очікуваного

результату та необхідного матеріального забезпечення для реалізації проекту його впровадження проводять за заздалегідь узгодженим, добре вивченим планом з прописаними рекомендаціями та необхідними діями. Таким чином, проблеми та перешкоди щодо вдосконалення кінцевої якості продукції зводять до мінімуму. Це і є основною метою організації роботи усієї системи технічного регулювання, котра постійно доводить свою компетентність та ефективність.

5.2. Аналіз якості виробів косметичних рідких

До виробів косметичних рідких відносяться – лосьйони, лосьйони-тоніки, тоніки, засоби для завивки і укладки волосся, дезодоранти і дезодоранти-атиперспіранти (далі косметичні рідини).

Косметичні рідини представляють собою водні, водно-спиртові або спирт оводні розчини, емульсії або суспензії, що містять активно діючі компоненти, барвники, антиоксиданти, консерванти, духмяні речовини і інші добавки, що забезпечують споживчі властивості виробів.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками косметичні рідини повинні відповідати вимогам, що вказані у таблиці 5.1. Сировина і матеріали для приготування косметичних рідин повинні відповідати вимогам нормативної документації. Для приготування косметичних рідин використовують ректифікований етиловий спирт відповідно до ГОСТу.

Визначення об'ємної частки етилового спирту.

Об'ємну частку етилового спирту у косметичних рідинах визначають за допомогою газової хроматографії або методом відгону. Також допускається визначення об'ємної частки спирту за платністю при умові співпадіння результатів дослідів з результатами вище зазначених методів.

Таблиця 5.1 - Органолептичні і фізико-хімічні показники косметичних рідин

Найменування показника	Характеристика і норма		
	Лосьйон, лосьйон-тонік, тонік	Засіб для завивання та укладки волосся	Дезодорант, дезодорант-антиперспірант
Зовнішній вигляд	Однорідна однофазна або багатофазна рідина (емульсія, суспензія) без сторонніх домішок		
Колір	Відповідний кольору виробу даного найменування		
Запах	Відповідний кольору виробу даного найменування		
Об'ємна частка етилового спирту, % об.	0,0 ... 75,0	0,0 ... 70,0	0,0 ... 85,0
Водневий показник	1,2 ... 8,5	4,0 ... 8,0	3,5 ... 8,0
Масова частка суми важких металів, % не більше	0,002		

Визначення об'ємної частки етилового спирту у косметичних рідинах методом відгону.

Визначають густину косметичної рідини ареометром. Після чого косметичну рідину наливають у мірну колбу об'ємом 100 см³ за температури 20 °С (для косметичних рідин, що містять не більше 70 % етилового спирту, використовують колбу об'ємом 50 см³). Вміст мірної колби кількісно переносять у перегонну кругло донну колбу об'ємом 250 см³, мірну колбу ополіскують 2 ... 3 рази дистильованою водою (по 10 ... 15 см³), промивні води зливають у перегонну колбу, що під'єднана з холодильником за допомогою насадки з термометром. Приймачем служить мірна колба об'ємом 100 см³ в яку попередньо наливають 10 см³ дистильованої води. Колбу-приймач через алонж з'єднують з холодильником, розміщують у холодну воду з льодом. Відгонку проводять за температури від 78 до 100 °С протягом 30 ... 40 хвилин і зупиняють її, коли колба приймач наповниться на 5,4 об'єму (близько 80 см³ дистилату). Колбу закривають пробкою і залишають на 30 хвилин у термостаті або водяній бані за температури 20 °С. Після чого вміст колби доводять до мітки дистильованою водою, енергійно перемішують і визначають густину водно-спиртового відгону ареометром.

Об'ємну частку етилового спирту в водно-спиртовому розчині відгону у відсотках знаходять за алкоголеметричним таблицям. Розрахунки проводять за формулою (5.1).

$$X = \frac{X_1 \cdot \rho_1^{20} \cdot V_1}{\rho_{20} \cdot V}, \quad (5.1)$$

де X – об'ємна частка етилового спирту у водно-спиртовому розчині відгону, %.

ρ_1^{20} – густина водно-спиртового розчину відгону, г/см³;

V_1 – об'єм об'ємної колби, см³;

ρ^{20} – густина косметичної рідини, г/см³;

V – об'єм мірної колби, що взята для відбору косметичної рідини.

Об'ємну частку етилового спирту визначають до десятинного знаку з наступним округленням до першого десятинного знаку.

Аналіз якості виробів лосьйонів косметичних. Цільовий продукт випробовують відповідно до ДСТУ 4093-2002 «Лосьйони та тоніки косметичні. Технічні умови». Цей документ поширюється на лосьйони косметичні, лосьйони-тоніки і тоніки для догляду за шкірою у вигляді розчину або рідкої емульсії та встановлює вимоги до лосьйонів та методів їх випробування. Лосьйони косметичні за органолептичними та фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 5.2. Лосьйон косметичний – це засіб за доглядом за шкірою обличчя у вигляді водного або водно-спиртового розчину активnodіючих речовин. Лосьйони класифікуються в залежності від призначення й області застосування. Враховуючи фізіологічні особливості шкіри, лосьйони для догляду за обличчям класифікують на:

- лосьйон за доглядом за нормальною і сухою шкірою;
- лосьйон за доглядом за жирною шкірою;
- лосьйон за доглядом за проблемною шкірою обличчя;
- лосьйон за доглядом за шкірою рук;

- лосьйон для догляду за волоссям і волосистою частиною шкіри голови.

За призначенням:

- гігієнічні, у тому числі депігментуючі;
- лікувально-профілактичні.

Таблиця 5.2 - Органолептичні та фізико-хімічні показники лосьйонів

Назва показання	Одиниця вимірювання	Норми для лосьйону	Методи випробування
Зовнішній вигляд		Однорідна однофазна або багатofазна рідина (емульсія) без сторонніх домішок. Допускається наявність помутніння або осаду	ГОСТ 29188.0
Колір		Повинен відповідати кольору певної назви	ГОСТ 29188.0
Запах		Повинен відповідати запаху виробу певної назви	ГОСТ 29188.0
Об'ємна частка етилового спирту	%	20,1 ... 80,0	ГОСТ 3639 або ГОСТ 29188.6
Водневий показник (рН)	од. рН	3,0 ... 8,5	ГОСТ 29188.2
Колоїдна стабільність		Стабільний	ГОСТ 29188.3
Термостабільність		Стабільний	ГОСТ 29188.3

Також мікробіологічні та токсико-гігієнічні показники повинні відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.9.027.

Характеристика основних компонентів рецептур косметичних лосьйонів. У відсотковому відношенні домінуючими компонентом у складі лосьйонів є вода.

Етиловий спирт складає 20 ... 40 % і забезпечує:

- зменшення поверхневого натягу води (капілярна дія);
- тонізуючу дію на шкіру (завдяки швидкому випаровуванню);
- помірне знежирення (за рахунок розчинення жирів, що забруднюють шкіру).

Підвищення вмісту етилового спирту у лосьйоні небажано, оскільки регулярний вплив лосьйону на шкіру може викликати сухість і подразнення, що пов'язано з протеолітичною дією спирту на білкові структури шкіри.

До складу лосьйонів можуть входити і біологічно-активні сполуки, що не розчинні або важкорозчинні у водно-спиртових розчинах, наприклад, духмяні речовини, які використовуються для ароматизації лосьйонів. Підвищенню їх розчинності сприяє введення поверхнево-активних сполук – солюбілізаторів у концентрації до 2 %, які покращують властивості лосьйонів, дозволяють знизити концентрацію етилового спирту до 20 ...40 %. Як солюбілізатори часто використовують оксиетильовані продукти.

Засоби для укладання волосся та завивання. Основні параметри, що визначаються при оцінці якості засобів для укладання волосся та завивання наступні: концентрації водневих іонів (рН); надлишкового тиску за температури 20 °С (для засобів в аерозольній упаковці); масової частки пропеленту (для засобів в аерозольній упаковці); масової частки тіогліколевої кислоти (для засобів хімічного завивання); нанесення попереджувальних написів та вимог щодо безпеки.

5.3. Парфумерні композиції і парфумерні рідини

Характеристика і номенклатура духмяних і допоміжних речовин, що використовуються у парфумерії.

Основною групою сировини, що використовується у парфумерії являються духмяні речовини.

За походженням духмяні речовини поділяються на:

- 1) натуральні;
- 2) напівсинтетичні;
- 3) синтетичні.

Контроль якості парфумерних композицій, композиційних баз і віддушок виконують відповідно до ТУ 64-19-68-90 і ТУ 64-19-149-92 за наступними показниками:

- зовнішній вигляд;
- показник заломлення;
- кислотне число.

Контроль якості парфумерних виробів здійснюється у відповідності з вимогами ГОСТу 17237-93 «Вироби парфумерні рідкі». За органолептичними і фізико-хімічними показниками парфумерні засоби повинні відповідати вимогам, що наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Показники якості парфумерних засобів

Найменування показника	Характеристика і норма					
	Духи Екстра	Духи	Туалетна вода	Одеколони Екстра	Одеколони	Духмяні води
Зовнішній вигляд	Прозора рідина, Допускається наявність одиничних волокон					
Колір і запах	Відповідний кольору і запаху продукції даного найменування					
Стійкість запаху, годин не менше	60	50	40	30	21	-
Прозорість	Відсутність помутніння за температури					
	+3°C	+5°C	+3°C	+3°C	+5°C	Проз.
Міцність (відносна), % не менше	80	85	83	80	60	20
Сума масових долей духмяних речовин, % не менше	15,0	10,0	6,0	4,0	1,5	1,0

Зовнішній вигляд парфумерного виробу визначають розглядаючи флакон з виробом у промені світла електричної лампи на просвіт на відстані 20 см від лампи і 40 см від спостерігача при перегортанні проби вниз.

Стійкість запаху визначають, наливаючи 0,5 см³ виробу у фарфорову чашку. В ній змочують шматочок сухої марлі розміром 5×10 см, попередньо випраної у гарячій воді без мила. Змочену марлю виймають пінцетом, і не віджимаючи, просушують у приміщенні з температурою 15 ... 20 °С. Стійкість запаху визначається органолептично через кожні 10 годин.

Визначення прозорості рідини. 10 ... 20 см³ парфумерного виробу наливають у пробірку і закривають у пробірку і закривають її пробкою, в яку вставляють термометр і закривають, щоб шарик його був повністю занурений

у досліджувану рідину. Пробірку охолоджують до 30 °С, виймають з охолоджувальної рідини, струшують і роздивляються у денному світлі або світлі електричної лампи.

Міцність (умовну) парфумерних виробів визначають спиртометром при 20 °С. Допускається визначення концентрації спирту за густиною.

Суму масових долей духмяних речовин визначають гравіметричним методом.

5.4. Косметичні засоби піномийного призначення

5.4.1. Шампуні. Піни для ванн. Гелі для душу

Вимоги до якості миючих гігієнічних косметичних виробів – шампуні, рідке мило, миючі гелі (для душу, для ванн, для інтимної гігієни, засоби очищуючі (пінки, гелі, муси), піну для ванн (далі – миючі вироби) для гігієнічного догляду за волоссям і шкірою представлено у нормативних документах ДСТУ та ТУ.

Миючі вироби представляють собою водні розчини, гелі, емульсії на основі поверхнево-активних речовин. До них можуть входити віддушки, барвники і спеціальні добавки, що покращують споживчі властивості. Всі речовини повинні бути дозволені у відповідності з вимогами нормативних документів.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками миючі вироби повинні відповідати вимогам і нормам, що вказані в таблиці 5.4. Значення показників на конкретний виріб повинні бути наведені у технічних вимогах.

Таблиця 5.4 - Органолептичні і фізико-хімічні показники миючих виробів

Найменування показника	Характеристика і норма		
	Шампунь	Піна для ван, гель миючий, мило рідке	Засоби очищаючі
Зовнішній вигляд	Однорідна рідина або однорідна рідка або густа желе- або кремоподібна маса без сторонніх домішок		
Колір	Характерний кольору даного виробу		
Запах	Характерний кольору даного виробу		
Водневий показник рН	5,0 ... 8,5	5,0 ... 8,5	5,0 ... 8,5
Піноутворююча здатність: пінне число, мм, не менше	100	145	-
Стійкість піни, не менше	0,8	0,8	
Масова частка хлоридів, % не більше	6,0	6,0	5,0
Масова частка суми важких металів, % (мг/кг), не більше	0,0020		
Примітка. В миючі засоби спеціального призначення допускається специфічне вкраплення абразиву і добавок у відповідності з рецептурою виробника. Норма водневого показника рН для шампуней і рідкого мила на жировій основі допускається не більше 10,0; для шампуней, гелів миючих спеціального призначення і засобів очищаючих - у межах 3,5 ... 8,5			

Зовнішній вигляд миючих виробів. Визначають відповідно до ГОСТ 29188.0, розділ 3. Зовнішній вигляд визначають візуально у прозорій ємності за температури 22 °С.

Визначення кольору миючих виробів. Визначають відповідно до ГОСТ 29188.0, розділ 3. Колір визначають візуально в порівнянні з контрольним зразком за температури 22 °С в пробірках діаметром від 15 до 44 мм.

Визначення запаху миючих виробів. Визначають відповідно до ГОСТ 29188.0, розділ 3. Запах визначають органолептично за температури 22 °С.

Визначення водневого показника рН миючих виробів. Визначають відповідно до ГОСТ 29188.2 у водному розчині з масовою часткою миючого виробу 10 %. Визначають потенціометрично.

Визначення піноутворюючої здатності. Визначають відповідно до ГОСТ 22567.1 у водному розчині з масовою часткою миючого виробу 0,5%.

Визначення масової частки хлоридів. Визначають у розчині на молярну масу натрію у миючому виробі відповідно до ГОСТ 26878 або масову частку хлору - відповідно до розділу 6 ГОСТу 14618.1.

Масову частку аніонактивної речовини визначають титриметричним методом відповідно до ГОСТу 30828-2002. Діючий стандарт розповсюджується на аніонактивні поверхнево-активні сполуки (АПАВ) – натрієві солі сульфоексилатів, алкілбензолсульфонатів і алкілсульфонатів різних фракцій з довжиною вуглецевого радикалу від C_{10} – C_{20} і встановлює методи визначення активної речовини (масова частка поверхнево-активних речовин) від 10 % до 80 % включаючи метод двофазного титрування і метод спиртової екстракції. Метод спиртової екстракції є арбітражним.

Метод двофазного титрування. Визначення базується на титруванні аніонної поверхнево-активної речовин розчином хлористого N-цетилпіридинія (ЦПХ) у присутності змішаного індикатора у двофазній системі вода - хлороформ.

Масову частку сухої речовини визначають гравіметричним методом за наступною методикою: у висушений до постійної температури бюкс із скляною паличкою розміщують наважку річного піску близько 12 г, туди ж поміщають наважку шампуню 1,5 г. Результати зважування записують до четвертого десятинного знаку. Вміст бюксу добре перемішують паличкою, розміщають його з відкритою кришкою у сушильну шафу і сушать при температурі 100 °С. Після закінчення сушки стаканчик із закритою кришкою переносять у ексікатор і охолоджують. Перше зважування проводять після 2 годин висушування, наступне – через 30 хвилин. Постійну масу вважають, досягнутою, якщо різниця між двома зважуваннями не перевищує 0,002 г. Масову частку сухої речовини (x) у відсотках розраховують за формулою (5.2).

$$x = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} 100, \quad (5.2)$$

де m_1 – маса стаканчика з піску, г;

m_2 – маса стаканчика з речовиною до висушування, г;

m_3 – маса стаканчика з речовиною після сушки, г.

Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. До цієї категорії відносяться:

– шампунь на основі синтетичних поверхнево-активних речовин. Засіб у формі рідини, гелю, або крему для догляду за волоссям, призначений для очищення волосся і шкіри голови та догляду за ними і містить у своєму складі синтетичні поверхнево-активні речовини;

– шампунь-бальзам. Шампунь у формі рідини, гелю, або крему із вмістом біологічно-активних речовин природного походження, який очищує волосся та сприяє відновленню вмісту ліпідів та мікроелементів у волоссі та шкірі волосистої частини голови;

– шампунь-кондиціонер. Шампунь у формі рідини, гелю, або крему із вмістом антистатичних речовин, призначений для знімання надлишку статичних електричних зарядів;

– гель для душу і(або) ванни. Засіб у формі гелю для очищення тіла мило рідке на основі синтетичних поверхнево-активних речовин;

– засіб для очищення шкіри на основі синтетичних поверхнево-активних речовин.

Засоби повинні відповідати вимогам стандартів, технічним вимогам на конкретні назви виробу та виготовлятися за технологічними інструкціями (регламентами) і рецептурами, затвердженими в установленому порядку.

Вимоги до сировини та матеріалів. Сировина та матеріали, що їх використовують для виробництва засобів, повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів.

5.4.2. Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. Бальзами косметичні. Ополіскувачі. Маски косметичні

До засобів косметичних для очищення шкіри та волосся відносяться шампуні на основі синтетичних поверхнево-активних речовин, шампуні-бальзами, шампуні-кондиціонери, гелі для душа і (або) ванни, мила рідкі на основі синтетичних поверхнево-активних речовин (далі за текстом – засоби) у формі рідини, гелю або крему.

Шампунь на основі синтетичних поверхнево-активних речовин – це засіб у формі рідини, гелю, або крему для догляду за волоссям, призначений для очищення волосся і шкіри голови та догляду за ними і містить у своєму складі синтетичні поверхнево-активні речовини.

Шампунь-бальзам – це шампунь у формі рідини, гелю, або крему із вмістом біологічно-активних речовин природного походження, який очищує волосся та сприяє відновленню вмісту ліпідів та мікроелементів у волоссі та шкірі волосистої частини голови.

Шампунь-кондиціонер – це шампунь у формі рідини, гелю, або крему із вмістом антистатичних речовин, призначений для знімання надлишку статичних електричних зарядів гелю для душу і (або) ванни. Засіб у формі гелю для очищення тіла ДСТУ 4315:2004.

Мило рідке на основі синтетичних поверхнево-активних речовин – це засіб для очищення шкіри на основі синтетичних поверхнево-активних речовин.

Засоби за органолептичними та фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам, наведеним в таблиці 5.5. Дозволено використовувати інші види косметичної сировини під час виробництва засобів за умов наявності позитивного висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи Міністерства охорони здоров'я України.

Таблиця 5.5 - Органолептичними та фізико-хімічними показниками якості засобів косметичних для очищення шкіри та волосся

Назва показника	Характеристика і норми		
	Рідкий засіб	Гелеподібний засіб	Кремоподібний засіб
Зовнішній вигляд	Однорідна однофазна або багатофазна рідина без сторонніх домішок. Допускається наявність перламутру	Однорідна драглеподібна маса. Допускається наявність перламутру	Однорідна кремоподібна маса. Допускається наявність перламутру
Колір	Повинен відповідати кольору виробу певної назви	Повинен відповідати кольору виробу певної назви	Повинен відповідати кольору виробу певної назви
Запах	Повинен відповідати запаху виробу певної назви	Повинен відповідати запаху виробу певної назви	Повинен відповідати запаху виробу певної назви
Водневий показник (рН), од. рН	3,5 ... 8,5	3,5 ... 8,5	3,5 ... 8,5
Масова частка хлоридів, не більше ніж, %	15,0	15,0	15,0
Масова частка ПАР, не більше ніж, %	6,0	6,0	6,0
Піноутворювальна здатність: пінне число, не менше ніж, мм	145,0	145,0	145,0
Стійкість піни	0,8 ... 1,0	0,8 ... 1,0	0,8 ... 1,0

Контролювання зовнішнього вигляду, кольору, запаху, водневого показника, об'єму (маси) у споживчій тарі, масової частки ПАР, масової частки хлоридів, піноутворювальної здатності проводять згідно з чинними нормативними документами Визначання загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів проводять згідно з ДСТУ 3438 (ГОСТ 30468). Визначання бактерій род. *Enterobactereaceae* проводять згідно з ДСТУ 3034 (ГОСТ 30282). Визначання *Staphylococcus aureus* проводять згідно з ДСТУ 3031 (ГОСТ 30279). Визначання *Pseudomonas aeruginosa* проводять згідно з ДСТУ 3033 (ГОСТ

302821). Визначення кількості дріжджів і пліснявих грибів проводять згідно з ДСТУ 3032 (ГОСТ 30280). Об'єм засобу у споживчій тарі визначають за допомогою мірного циліндра згідно з чинною нормативною документацією.

Косметичні бальзами – це кремоподібні чи гелеподібні маси або легко рухливі маслянисті рідини з вмістом зволожувальних, плівкоутворювальних, пом'якшувальних і живильних речовин, вітамінів, біологічно-активних добавок, запашних речовин та інших спеціальних інгредієнтів, які характеризують спожиткові властивості бальзамів. Косметичні бальзами мають відповідати вимогам цього стандарту, їх треба виготовляти згідно з рецептурами та технічними вимогами на конкретні назви бальзамів за технологічними інструкціями (регламентами), затвердженими в установленому порядку. Косметичні бальзами за органолептичними та фізико-хімічними показниками мають відповідати вимогам, наведеним у таблиці 5.6. Конкретні значення органолептичних і фізико-хімічних показників мають бути наведені у технічних вимогах на бальзами певної назви.

Таблиця 5.6 - Органолептичними та фізико-хімічними показниками якості косметичних бальзамів

Назва показника	Характеристика і норми		
	Рідкі	Гелеподібні	Кремоподібні
Зовнішній вигляд	Однорідна одно- або багатofазна легко рухлива масляниста рідина без сторонніх домішок	Однорідна драгелеподібна маса без сторонніх домішок. Дозволено наявність бульбашок повітря	Однорідна кремоподібна маса без сторонніх домішок
Запах	Має відповідати кольору косметичного бальзаму, встановленому в технічних вимогах на бальзам певної назви		
Кислотне число, мг/КОН, не більше ніж	5,0	-	-
Водневий показник, од. рН	-	5,0 ... 8,5	
Масова частка води і летких речовин, %	0,1 ... 0,3	5,0 ... 98,0	5,0 ... 98,0
Колоїдна стабільність	-	Стабільна	Стабільна
Термостабільність	-	Стабільна	Стабільна

Проби для визначення мікробіологічних показників відбирають до відбирання проб для визначання органолептичних і фізико-хімічних показників із дотриманням правил асептики для того, щоб уникнути вторинного мікробного забруднення косметичного бальзаму. Проба, відібрана від окремої одиниці пакування, є точковою. Точкові проби з'єднують, перемішують і складають усереднену сукупну пробу, яка складається із рівних точкових проб.

Таку саму кількість пакування використовують і для повторного випробовування. Якщо маса (об'єм) косметичного бальзаму в пакуванні менше, ніж 5 г (см³), вміст випробовують повністю або використовують більшу кількість пакування.

Усереднену сукупну пробу відбирають із спожиткової тари з непошкодженим пакуванням, яке не піддавали зовнішньому впливу. У разі пошкодженого пакування випробовують з обов'язковим зазначенням у протоколі. Перед розкриванням спожиткової тари місце з'єднання кришки (ковпачка) із тарою протирають тампоном, змоченим етиловим ректифікованим спиртом. Проби відбирають у боксі біля полум'я пальника стерильним пінцетом у широкогорлу стерильну колбу місткістю від 100 см³ до 200 см³ і закривають ватно-марлевою пробкою. Першу порцію в кількості 10 % вмісту тари відбирають у окремий посуд і викидають.

Ополіскувач – косметичний засіб з антистатичною дією для обробки волосся після миття. Контроль якості проводять відповідно вимогам ТУ-18-16-403-84 «Ополіскувачі і бальзами». За органолептичними і фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам та нормам, що вказані в таблиці 5.6.

Аналіз якості масок косметичних. Косметичні маски – це суміш натуральних та синтетичних складників у вигляді крему, гелю, пасти чи порошку із вмістом функціональних добавок рослинного або мінерального походження відповідно до призначеності (зволоження, підсушування, знежирювання, тонізування, вибілювання, заживлювання, пом'якшування,

очищування, ліфтингу тощо). Косметичні маски мають відповідати вимогам цього стандарту, їх треба виготовляти згідно з рецептурами та технічними вимогами на конкретні назви масок за технологічними інструкціями (регламентами), затвердженими в установленому порядку. Косметичні маски за органолептичними та фізико-хімічними показниками мають відповідати вимогам, наведеним у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7- Органолептичними та фізико-хімічними показниками якості масок косметичних

Назва показника	Характеристика і норма				Метод випробування
	Кремоподібні маски	Маски на гелевій основі	Мастоподібні маски	Сухі маски	
Зовнішній вигляд	Однорідна кремоподібна маса без сторонніх домішок	Однорідна гелеподібна маса без сторонніх домішок	Однорідна пастоподібна маса без сторонніх домішок	Однорідна порошкоподібна маса без сторонніх домішок	ГОСТ 29188.0
Колір	Властивий кольору, встановленому у технічних вимогах на косметичну маску певної назви				ГОСТ 29188.0
Запах	Властивий запаху, встановленому у технічних вимогах на косметичну маску певної назви				ГОСТ 29188.0
Водневий показник (рН)	4,0 ... 8,5				ГОСТ 29188.2
Масова частка води та летких речовин, %, не більше ніж	98,0	98,0	80,0	10,0	ГОСТ 29188.4
Термостабільність	Стабільна		-	-	ГОСТ 29188.3
Колоїдна стабільність	Стабільна		-	-	ГОСТ 29188.3
Примітка 1. Дозволено специфічні вкраплення подрібненої рослинної та мінеральної сировини згідно із рецептурою виробника. Примітка 2. У косметичних масках із вмістом екстрактів трав, фруктових кислот і їхніх похідних норму водневого показника рН дозволено 3,0 ... 9,0					

Конкретні значення органолептичних та фізико-хімічних показників мають бути зазначені у технічних вимогах на маски певної назви. Для виготовлення косметичних масок використовують сировину згідно з чинною нормативною документацією або закордонного виробництва, дозволену

центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України для використання у виробництві косметичної продукції.

5.5. Аналіз фізико-хімічних властивостей мила і вимоги до їх якості

Туалетне мило – очищаючий косметичний засіб на основі солей синтетичних і (або) натуральних жирних кислот. Милами у широкому змісті цього слова називають різні солі вищих жирних, смоляних або нафтових кислот. Мила представляють собою складний продукт, що отримують взаємодією природніх жирів або їх синтетичних аналогів з натрієвим або калієвим лугом.

До твердого туалетного мила висуваються наступні вимоги:

- мило за кімнатної температури повинно бути твердим, не липким, однорідного кольору по всій поверхні, без плям; на його поверхні не повинен виступати наліт солей;
- мило не повинно мати запах продуктів розкладу органічних речовин, прогірклих жирів, рибного і іншого неприємного запаху;
- туалетне мило повинно мати колір від білого до кремового (для непофарбованих мил); або рівномірно пофарбований колір світлих і чистих тонів, без сторонніх відтінків.

Функціональні властивості. Основне – це мийна здатність, завдяки якій зі шкіри людини видаляють будь-які забруднення. Мило має неабияку дезінфекційну дію, бо під час миття разом з брудом видаляє і мікроби, а також стримує поширення деяких грибків та бактерій. З уведенням до його складу спеціальних добавок дезінфекційна та антибактеріальна дія мила значно підвищується, таке мило має лікувально-профілактичні властивості.

Основним показником, що характеризує якість мила, являється вміст у ньому жирних кислот (у вигляді солей) – (табл. 5.8). При зберіганні більшість мил втрачає частину вологи, і маса змінюється. Щоб гарантувати споживачу

певну кількість мила, незалежно від ваги куска, у нормативно-аналітичній документації на всі види твердого мила введено показник – якісне число це фактичний вміст жирних кислот у наважці мила у грамах.

Нормативно-аналітичною документацією обмежується титр суміші жирних кислот, що виділяється із твердого мила. Для більшості твердих мил титр лежить у межах 34 ... 42 °С. Зниження титру мила веде до підвищення швидкості його розчинення і стираності, що при використанні супроводжується підвищенням розходу мила. Підвищення титру мила погіршує розчинність мил або вимагає підвищення температури води, в якій вони застосовуються. Особа увага приділяється вмісту вільного їдкого лугу, яка подразнює шкіру. Тому вміст вільного їдкого лугу у туалетному милі не повинно перевищувати 0,1 ... 0,003 %.

Туалетні мила виготовляють у відповідності з вимогами нормативної документації, за технологічним інструкціям і рецептурам, що затверджені у встановленому порядку. За органолептичними і фізико-хімічними показниками мило туалетне рідке повинно відповідати вимогам ОСТ 18-86-82 «Мило рідке туалетне». А так же відповідно до ДСТУ 4537:2006 «Загальні технічні умови».

Основними характеристиками під час оцінювання якості мила рідкого є наступні параметри: концентрації водневих іонів (рН), масової частки хлоридів, мікробіологічних показників – (табл. 5.8, 5.9).

Як товар туалетне мило повинно задовольняти естетичні смаки покупця. Запах, колір, форма мила та дизайн упаковки характеризують його естетичні властивості. Аромат мила та естетичний вигляд упаковки забезпечують первинний успіх у покупця.

Таблиця 5.8 - Показники якості мила туалетного рідкого

Найменування показника	Характеристика і норми
Зовнішній вигляд	Однорідна прозора рідина
Колір	Характерний кольору продукції даного найменування
Запах	Характерний запаху продукції даного найменування
Масова частка жирних кислот (включаючи жир, що не омилюється, і неомилені речовини), %	16 ... 21
Масова частка вільного луку (в розрахунку на М.м КОН), % не більше	0,03
Масова частка вуглекислої кислоти (у розрахунку на М.м. К ₂ СО ₃)	0,6
Масова частка неомиленого жиру і речовин, що не омилюються, %: У милі без пережирюючих добавок, не більше У триетаноламіновому милі і в милі з пережирюючими добавками	0,5 0,5 ... 1,5
Масова частка триетаноламіну, %	8 ... 23

Під час оцінювання якості твердих сортів мила туалетного у відповідності з вимогами ГОСТ 28546-90 «Мило туалетне» оцінюванню підлягають наступні показники (табл. 5.9).

Таблиця 5.9 - Показника якості мила туалетного твердого

Найменування показника	Характеристика і норми			
	Група «Екстра»	Дитяча група	Група I	Група II
Зовнішній вигляд	У розрізі однорідне. Не допускається на поверхні мила тріщин, полос, прошарки, випоти, плями, не чіткий штамп і нерівний зрів			
Форма	Шматки мила, що відповідають для даного найменування форми, що встановлено у технічній документації. Не допускається деформація мила			
Колір	Відповідний кольору мила даного найменування, встановленому в технічному описі			
Запах	Відповідний запаху мила даного найменування, встановленому в технічному описі			

Запах туалетного мила може бути квіткового та фантазійного спрямування. Останніми роками віддушки для мила значно ускладнилися: стали багатокомпонентними з великою різноманітністю ароматів та відтінків. Перевага віддається тонким ароматам свіжої зелені, фруктовим та квітковим напрямом з бальзамічними нотами. Багато фірм, які виробляють парфумерні

продукти, почали випускати мила із запахами парфумів, які вони виробляють.

Методи аналізу. Визначення органолептичних показників якості туалетних мил твердих сортів проводять за температури не нижче 18 °С і не вище температури навколишнього середовища (табл. 5.8). Консистенцію шматка мила визначають на дотик, легким надавлюванням пальцем, не допускаючи деформації шматка. Колір мила визначають візуально, а запах – органолептичним методом безпосередньо після розрізання шматка, що аналізується. *Зовнішній вигляд* рідкого туалетного мила визначають погляданням проби, що розміщена тонким, рівним шаром на предметному склі або листі білого паперу. *Запах рідкого мила.* Визначають дегустацією 10 % водного розчину (температура води 40 ... 50 °С).

Таблиця 5.10 - Фізико-хімічні показники якості туалетного милу

Найменування показника	Норма для мила груп			
	Екстра	Дитяча	I	II
Якісне число (масова частка жирних кислот у перерахунку на номінальну масу шматка 100 г), не менше	78	74	74	74
Маса содо продуктів у перерахунку на Na ₂ O, % не більше	0,20	0,20	0,22	0,25
Температура застигання жирних кислот, що виділено з мила (титр)°С, у межах	36 ... 41	36 ... 41	36 ... 41	36 ... 41
Масова частка натрій хлориду, %, не більше	0,4	0,4	0,5	0,7

Визначення якісного числа ЯЧ (масову частку жирних кислот у перерахунку на номінальну масу шматка 100 г), у грамах розраховують за формулою (5.3).

$$ЯЧ = \frac{X \cdot m}{m_1}, \quad (5.3)$$

де X – маса жирних кислот в 100 г мила;

m – фактична маса шматка, г;

m_1 – номінальна маса шматка, г.

Визначення частки жирних кислот, вільного лугу, натрій гідрокарбонату, триетаноламіну визначають титриметричним методом.

Масову частку содопродуктів у відсотках в перерахунку на ГОСТ 28546-90 Мило туалетне. Загальні технічні умови обчислюють за формулою:

$$X = 0,775X_1 + 0,590X_2,$$

де 0,775 – коефіцієнт перерахунку масової частки натрій гідроксиду на Na_2O ;

X_1 – масова частка вільного їдкого лугу, %;

0,590 – коефіцієнт перерахунку натрій гідрокарбонату на Na_2O ;

X_2 – масова частка вільного натрій гідрокарбонату, %.

Масову частку неомиленого жиру і неомилених речовин визначають гравіметричним методом. Температуру застигання жирних кислот, що виділено з мила, визначають у приладі Жукова, який заповнюють жирними кислотами у сушильній шафі з таким розрахунком, щоб їх рівень не досягав висоти приладу на 1,5 ... 2,0 см. Після чого пристрій виймають з шафи і закривають пробкою, через який проходить термометр. Шарик термометру повинен знаходитись у центрі маси жирних кислот.

Прилад беруть так, щоб його основа спиралася на великий палець, а вказівним і середнім пальцем прижимають пробку. Прилад плавно перегортають декілька разів до появи добре вираженого помутніння, після чого ставлять на стіл і записують зміну температуру через кожних 30 с. Температурою застигання жирних кислот вважають ту, за якої затримується падіння ртутного стовпчика термометра.

Визначення першочергового об'єму піни. 100 cm^3 попередньо приготовленого мильного розчину наливають у воронку прибору, закривають її пробкою і струшують протягом 1 хвилини (близько 180 струшувань). Після чого виймають пробку і одразу виміряють об'єм піни у ділильній воронці і її конусній частині.

5.6. Технічний аналіз косметичних кремів та виробів косметичних для макіяжу на жировосковій основі

Косметичний крем – це засіб для догляду за тілом у вигляді мазеподібної маси з додаванням активнодіючих речовин відповідно до призначення. За складом креми поділяють на жирові та емульсійні (типу в/м, м/в і змішаного типу).

Крем жировий – форма косметичного засобу мазеподібної консистенції на жировій основі.

Крем емульсійний – однорідна суміш (емульсія) двох основних фаз: водної та масляної.

Крем суспензійний – це суміш рідкого дисперсного середовища і твердої дисперсної фази.

Креми на гелевій основі – це колоїдні системи, що містять воду, жирові емульсії, спеціальні добавки та гелеутворювальні компоненти.

Найбільш поширені емульсійні креми. Для стандартизації, контролю якості і сертифікації кремів косметичних регламентуючим документом є ГОСТ 29189-91. Показники якості при стандартизації кремів косметичних це органолептичні показники: а) зовнішній вигляд (визначають на предметному склі або білому папері – однорідна маса без сторонніх включень); б) колір, запах (властиві крему даного найменування). Косметичні креми мають відповідати вимогам стандарту, їх потрібно виготовляти за рецептурами та технічними вимогами на конкретні назви кремів, погодженими центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я, за технологічними інструкціями (регламентами), затвердженими в установленому порядку (табл. 5.11).

Залежно від призначення виготовляють такі вироби декоративної косметики на жировій основі: бальзами для губ; блиск для губ; губні помади; олівці для брів, губ та очей; рум'яна, пудру, блиск, маскувальні олівці, грим; тіні для повік; туш для вій; інші вироби.

Таблиця 5.11 - Органолептичні та фізико-хімічні показники косметичних кремів

Найменування показника	Характеристика і норма			Метод Випробовування
	Емульсійні креми	Жирові креми	Креми на гелевій основі	
Зовнішній вигляд	Однорідна маса без сторонніх домішок			ГОСТ 29188.0
Колір	Властивий кольору, встановленому у технічних вимогах на крем конкретної назви			ГОСТ 29188.0
Запах	Властивий запаху, встановленому у технічних вимогах на крем конкретної назви			ГОСТ 29188.0
Масова частка води і летких речовин, %	5,0 ... 98,0		5,0 ... 98,0	ГОСТ 29188.4
Водневий показник (рН)	5,0 ... 9,0			ГОСТ 29188.2
Колоїдна стабільність	Стабільна	-	Стабільна	ГОСТ 29188.3
Термостабільність	Стабільна	-	Стабільна	ГОСТ 29188.3
Температура краплепадіння, °С	-	39... 55	-	ГОСТ 29188.1

Примітка 1. У косметичних кремах спеціального призначення (скрабах, пілінгах тощо) дозволено специфічні вкраплення абразиву та добавок.

Примітка 2. Норму водневого показника рН для косметичних кремів спеціального призначення (скрабів, вибілювальних, для автозасмаги, сонцезахисних тощо) та для кремів із вмістом рослинних настоїв або екстрактів трав, фруктових кислот або їхніх похідних дозволено 3,0 ... 9,0, а у кремах для депіляції – 7,0 ... 12,7.

Вироби декоративної косметики – це суміш синтетичної і натуральної сировини: жирів, восків, олій, вітамінів, біологічно активних речовин, ароматизаторів, барвників і спеціальних добавок, що забезпечують їх спожиткові властивості. Вироби декоративної косметики необхідно виготовляти згідно з вимогами стандарту за рецептурами і технічними вимогами на конкретні назви виробів за технологічними інструкціями (регламентами), які затверджені в установленому порядку. Вироби за органолептичними та фізико-хімічними показниками мають відповідати, наведеним у таблиці 5.11. Конкретні значення показників мають бути зазначені у технічних вимогах на виріб декоративної косметики конкретної назви.

Таблиця 5.12 - Органолептичні та фізико-хімічні показники виробів декоративної косметики

Назва показника	Характеристика і норма					Метод випробовування
	Помада губна і контурний олівець для губ	Блиск і бальзам для губ	Тіні для повік, рум'яна, пудра, маскувальний олівець, грим	Контурний олівець для повік та брів	Тверда туш для вій	
Зовнішній вигляд	Поверхня гладка, однорідна, рівномірно забарвлена або незабарвлена					ГОСТ 29188.0
Колір	Властивий кольору (назві) або тону (номеру) виробу конкретної Назви					ГОСТ 29188.0
Запах	Властивий запаху виробу конкретної назви					ГОСТ 29188.0
Покривна здатність	Покрив рівний, однорідний				Покрив однорідний, без крупинок	11.5
Температура краплепадіння, °С	55 ... 80	40 ... 65	40 ... 75	-	-	ГОСТ 29188.1
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	15	15	15	-	-	11,7
Карбонільне число, мг КОН/г, не більше ніж	8	8		-	-	11,8
Водневий показник (рН)	-	-		6,0 ... 8,0	7,0 ... 10,0	11,9
<p>Примітки 1. У виробих декоративної косметики дозволено незначні пори, що не псують зовнішній вигляд виробів та не впливають на їхню якість.</p> <p>Примітки 2. У виробих декоративної косметики з перламутровим блиском дозволено наявність розводів, що не псують зовнішній вигляд виробів та не впливають на їхню</p>						

Експертиза якості косметичних виробів проводиться за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідно до діючих стандартів.

5.7. Аналіз косметичних виробів для макіяжу порошкоподібних та компактних

До факторів збереження якості виробів косметичних для макіяжу порошкоподібних та компактних належать: упаковка, маркування, зберігання, транспортування та після продажне обслуговування покупцем товарів після купівлі та застосування їх.

Вироби декоративної косметики поділяють на порошкоподібні та компактні. Залежно від призначення виробляють: блиск для шкіри; пудру; рум'яну; тіні для повік; тіні для брів; інші вироби аналогічні за призначенням. Компактні вироби декоративної косметики виготовляють одноколірні, змішаних кольорів двох або більше тонів. Вироби декоративної косметики – це однорідна суміш мінеральних та органічних складників, у які можуть входити запашні речовини, барвники та спеціальні добавки, котрі забезпечують спожиткові властивості виробів.

Вироби декоративної косметики мають відповідати вимогам цього стандарту, їх треба виготовляти згідно з рецептурами та технічними вимогами на конкретні назви виробів за технологічними інструкціями (регламентами), затвердженими в установленому порядку. Вироби декоративної косметики за органолептичними та фізико-хімічними показниками мають відповідати вимогам, наведеним у таблиці 5.13.

Визначання масової частки води та летких речовин. Метод ґрунтується на висушуванні наважки виробу декоративної косметики у сушильній шафі. У попередньо висушену склянку поміщають наважку масою від 1,5 г до 5,0 г виробу декоративної косметики, що випробовується, (компактні вироби попередньо подрібнюють до порошкоподібного стану), зважують і результат з записують до четвертого десятичного знаку. Склянку із наважкою і кришку поміщають у сушильну шафу і сушать за температури $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Перше зважування проводять після сушіння протягом 2 год.

Таблиця 5.13 - Органолептичні та фізико-хімічні показники виробів косметичних для макіяжу порошкоподібних та компактних

Назва показника	Характеристика і норми		Метод випробовування
	Порошкоподібні вироби	Компактні вироби	
Зовнішній вигляд	Однорідна порошкоподібна маса без сторонніх домішок	Однорідна спресована компактна маса без сторонніх домішок	ГОСТ 29188.0
Колір	Має відповідати кольору та номеру тону виробу певної назви		ГОСТ 29188.0
Запах	Має відповідати запаху виробу певної назви		ГОСТ 29188.0
Масова частка води та летких речовин, %, не більше ніж	2,5	7,0	11,5
Водневий показник рН	5,5 ...10,0	5,5 ...10,0	11,6
Масова частка цинку стеариново-кислого або магнію, не більше ніж	20,0	11,0	11,7
Залишок на ситі із дротяної сітки № 0071, %, не більше ніж	0,5	1,0	11,8
Ступінь компактності	Не нормовано	Витримує	11,9
Примітка. Залишок на ситі із дротяної сітки № 0071 для компактної пудри не більше ніж 0,5 %			

Склянку закривають кришкою, охолоджують у ексікаторі із осушувачем протягом 30 хв і зважують без кришки. Висушування повторюють доти, поки розбіжність між двома паралельними зважуваннями не буде перевищувати 0,005 г (кожне повторне висушування проводять протягом 30 хв).

Визначання водневого показника рН. Водневий показник рН визначають згідно з ГОСТ 29188.2 із такими доповненнями.

Готування до випробовування. 4,00 г випробувального виробу декоративної косметики зважують у склянці (компактні вироби попередньо подрібнюють до порошкоподібного стану), додають у неї 10 см³

дистильованої води. Усе ретельно перемішують, дають відстоятися за кімнатної температури протягом 20 хв, фільтруванням відділяють водно-спиртовий шар і вимірюють у ньому рН за температури (20 ± 2) °С.

Визначання масової частки цинку або магнію стеариновокислого.

Метод ґрунтується на титруванні спиртовим розчином калій гідроксиду об'єднаного нейтрального толуольного (ксилольного) екстракту, отриманого після екстракції толуолом (або ксилолом) наважки виробу декоративної косметики із розчином хлористоводневої кислоти.

У конічну колбу зважують 2 г маси виробів декоративної косметики. Результат наважки, у грамах, записують з точністю до другого десяткового знаку, доливають 30 см³ розчину сульфатної кислоти і кип'ятять реакційну масу на плитці протягом від 3 хв до 4 хв. До розчину за температури близько 80 °С доливають 20 см³ толуолу (або ксилолу). Колбу добре струшують та переносять реакційну масу в ділильну лійку, в яку додають 10 см³ етилового спирту, струшують та дають добре відстоятися. Водний шар зливають у колбу та повторюють екстракцію толуолом (або ксилолом) з етиловим спиртом у разі нагрівання ще двічі, збираючи толуольний (або ксилольний шар) у другу ділильну лійку. Об'єднаний толуольний (ксилольний) екстракт промивають водою до нейтральної реакції (індикатор метиловий оранжевий), переносять у колбу і титрують спиртовим розчином калій гідроксиду за фенолфталеїном до стійкого малинового забарвлення. Під час випробовування інтенсивно забарвлених виробів декоративної косметики титрування проводять за індикатором – тимолфталеїном – до стійкого синього забарвлення.

Визначання залишку на ситі із дротяної сітки № 0071.

Випробування. 50 г маси виробів у фарфоровій чашці зважують на вагах, результат зважування, в грамах, записують з точністю до другого десяткового знаку. Наважку заливають 50 см³ етилового спирту для змочування часток. Після 20 хв відстоювання масу розтирають у чашці чистою жорсткою щіткою чи шпателем, додають ще 150 см³ етилового

спирту. Замутнену суспензію зливають у чашки на чисте попередньо висушене та зважене сито.

Для полегшення проходження суспензії крізь сито її переносять у другу фарфорову чашку чи скляний кристалізатор. Поверхню сита із суспензією обережно протирають м'якою волосяною щіткою. Залишок наважки на стінках чашки змивають обережно 50 см³ етилового спирту. Суспензію виливають на поверхню сита. Останнє відмивання залишку маси на ситі виконують промиванням тонким струменем води з одночасним протиранням волосяною щіткою чи шпателем поверхні сита. Залишок на ситі висушують за температури від 105 °С до 110 °С до постійної маси.

Визначення ступеня компактності компактних виробів декоративної косметики. Піддонник із компактними виробом кидають днищем тричі з висоти 20 см на тверду поверхню стола, вкриту шаром лінолеуму. Компактні вироби не повинні розтріскуватися. Випробовування проводять на трьох зразках.

Визначення мікробіологічних показників. Методи полягають у висіванні розведення наважок відібраної проби виробів декоративної косметики у живильні середовища з подальшим культивуванням посівів в умовах, сприятливих для росту мікроорганізмів.

Для виготовлення виробів декоративної косметики використовують вітчизняну сировину згідно з чинною нормативною документацією чи імпортного виробництва, яка дозволена центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України для виготовлення косметичної продукції. Кожна партія сировини, що надходить на виробництво, повинна мати супровідний документ установленої форми, яка підтверджує її якість і безпечність.

Порошкоподібні вироби декоративної косметики фасують у картонні, полімерні чи комбіновані коробочки; пакети із паперу, вкриті поліетиленовою плівкою. Верх спожиткової тари з порошкоподібними виробами декоративної косметики має бути затягнутий целюлозною,

поліетиленовою або паперовою плівкою. Допустимо використовувати замість целюлозної, поліетиленової або паперової плівки полімерний вкладень. Компактні вироби декоративної косметики фасують у металеві або полімерні піддонники, які укладають у коробочки чи пудрениці. Можна компактувати масу без піддонника у полімерну коробочку.

Не дозволено самовільне випадіння піддонника із пудрениці або коробочки у разі їх перевертання.

Проби для визначання мікробіологічних показників відбирають до відбирання проб для визначання органолептичних і фізико-хімічних показників із дотриманням правил асептики для того, щоб уникнути вторинного мікробного забруднення декоративної косметики.

Проба, відібрана від окремої одиниці пакування, є точковою. Точкові проби з'єднують, перемішують і складають усереднену сукупну пробу, яка складається із рівних точкових проб. Таку саму кількість пакування використовують і для повторного випробовування. Якщо маса (об'єм) декоративної косметики в пакуванні менше ніж 5 г (см^3), вміст випробовують повністю або використовують більшу кількість пакування.

Усереднену сукупну пробу відбирають із спожиткової тари з непошкодженим пакуванням, яке не піддавалося зовнішньому впливу. У разі пошкодження пакування випробовують з обов'язковим зазначенням у протоколі. Перед розкриванням спожиткової тари місце з'єднання кришки (ковпачка) із тарою протирають тампоном, змоченим етиловим ректифікованим спиртом. Проби відбирають у боксі біля полум'я пальника стерильним пінцетом у широкогорлу стерильну колбу місткістю від 100 см^3 до 200 см^3 і закривають ватно-марлевою пробкою. Першу порцію в кількості 10 % вмісту тари відбирають в окремий посуд і викидають.

Питання до самоконтролю

1. Декоративна косметика. Класифікація, призначення, асортимент.
2. Дайте класифікацію губних помад та їх складу. Наведіть приклад рецептури губної помади.
3. Опишіть основні технологічні процеси виробництва губної помади.
4. Дайте класифікація назвіть склад та призначення пудри.
5. Наведіть основні компоненти рецептури компакної пудри.
6. Технічний аналіз якості компакної пудри.
7. Охарактеризуйте склад та призначення рум'ян і гриму для очей.
8. Основне призначення та складові гриму для виправлення дефектів шкіри.
9. Засоби по догляду за нігтями: лаки, емалі. Вміст, призначення. Рідина для зняття лаку.
10. Засоби для прийняття ванн, гелі для душу, пінні «бомби» для ванн. Їх технічний аналіз якості.
11. Дайте характеристику упаковки косметичних товарів.
12. Вимоги до маркування косметичних товарів.
13. Вимоги до показників якості косметичних товарів та експертиза за показниками безпеки.
14. Які основні ознаки класифікації кремів косметичних для шкіри?
15. Що таке емульсійні креми? Їх характеристика та призначення.
16. Дайте характеристику жировим кремам, емульсії типу «вода в олії», захисним кремам.
17. Охарактеризуйте рідкі емульсійні креми, емульсії типу «олія у воді».
18. Дайте характеристику безжировим кремам, їх складу та призначенню.
19. Що таке лосьйони та тоніки? Як їх застосовують доглядаючи шкіру?
20. Будова та властивості прямих та зворотних емульсій.
21. Дайте характеристику основних параметрів якості кремів косметичних.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

Мета роботи. Визначити органолептичні та фізико-хімічні показники якості лимонної кислоти.

Основні теоретичні відомості

Індекс лимонної кислота у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius E 330. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування використовується в якості підкислювача, регулятора кислотності, стабілізатора забарвлення, синергіста антиоксидантів, каталізатору гідролізу і конверсії, підсилювача смаку, комплексоутворювача.

Лимонна кислота є триосновною оксикислотою, в харчовому виробництві отримують її в результаті ферментації цукорвмісної сировини пліснявим грибом *Aspergillus niger* призначену для застосування в харчовій промисловості при виробництві харчових продуктів. Основною сировиною для виробництва лимонної кислоти є меласа. Біосинтез лимонної кислоти здійснюють поверхневим і глибинним способом. При більш довершеному глибинному способі ферментації використовують спеціальні апарати – ферментатори, в яких готують поживні середовища з меласного розчину і з розчинів солей, потім вносять культуру посівного матеріалу. Зброджене середовище містить суміш лимонної, глюконової і оксалатної кислот. Для виділення лимонної кислоти до збродженого розчину додають крейду, при цьому утворюються цитрат осади та кальцій оксалати, які відокремлюють фільтруванням. Осад промивають та обробляють сульфатною кислотою, кальцій цитрат розкладається з утворенням вільної лимонної кислоти і гіпсу. Отриманий розчин лимонної кислоти піддають очистці, потім упарюють, проводять кристалізацію, відділяють і сушать кристалічну лимонну кислоту.

Синтетичний метод одержання лимонної кислоти полягає у взаємодії ангідрида 2-оксобутандіової кислоти (щавлевооцтової) і кетену з утворенням проміжного спіроангідридолактона, який при лужному гідролізі в присутності

NaOH перетворюється до тринатрійцитрату. З останнього, під дією хлоридної кислоти отримують кінцевий продукт.

Харчова лимонна кислота $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ виготовляється в формі моногідрату наступних гатунків: «Екстра», вищого і першого. Це безбарвний кристалічний або білий порошок без грудочок, для кислоти I гатунку припускається жовтуватий відтінок, має кислий смак без стороннього присмаку, структура сипуча і суха, на дотик не липка. Розчин кислоти в дистильованій воді концентрації 2 % не повинен мати запаху.

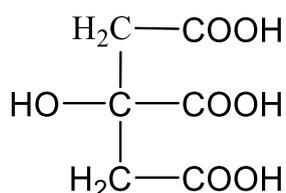


Рис. 1. Структурна формула лимонної кислоти

Лимонна кислота має у структурі три карбоксильних групи. Як багато основна кислота вона утворює ряди солей, естерів за карбоксильною групою; як гідросикислота здатна утворювати комплексні сполуки з полівалентними катіонами металів, тобто є комплексоутворювачем.

Лимонну кислоту для косметичної промисловості отримують із лимонів, смородини. Вона розчинна у рівних кількостях води і спирту. 2 ... 3 % розчин її слугує гарним засобом проти веснянок. Лимонна кислота в засобах проти веснянок може частково замінити ртутний преципітат. У лосьйонах при вмісті не більше 0,5 % лимонної кислоти застосовується для підвищення тургору шкіри, яка отримує разом з тим рівний чистий матовий відтінок. Особливо гарно діє в суміші із слабким (40 ... 45 %) спиртом, камфорою та ячним жовтком.

Для нашкірного впливу в залежності від призначення застосовують 0,5 ... 0,3 % водні або водно-спиртово-гліцеринові розчини.

Лимонна кислота застосовується як засіб, що робить нігті блискучими, (гладкими) і рожевими (нігті натирають 8 ... 10 % розчином лимонної кислоти).

При нечастому вживанні такий засіб для нігтів нешкідливий і дає добрі результати. Часте застосування викликає розм'якшення нігтів.

У лимонній кислоті визначають масові частки вільної сульфатної кислоти, миш'яку, сульфатної золи, проводять проби на наявність свинцю, міді, цинку, олова, оксалатів, барію, ферроціанідів.

Хід виконання роботи

1. Визначення масової частки лимонної кислоти. Метод заснований на нейтралізації лимонної кислоти 0,2 н. розчином натрій гідроксиду в присутності фенолфталеїну.

Техніка визначення: в сухому бюксі зважують 0,2 г лимонної кислоти з точністю 0,0002 г на аналітичних терезах. Наважку кількісно переносять в конічну колбу місткістю 250 см³ і розчиняють у 50 см³ дистильованої води. Додають до розчину 3 ... 5 крапель фенолфталеїну і титрують 0,2 н. розчином натрій гідроксиду до появи слабо рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хвилини.

Масову частку лимонної кислоти M_L (у %) розраховують за формулою (1.1).

$$M_L = \frac{0,014 \cdot V \cdot 100}{m}, \quad (1.1)$$

де M_L – масова частка лимонної кислоти, %; **0,014** – кількість лимонної кислоти, яка відповідає 1 см³ 0,2 н. розчину гідроксиду, г; V – об'єм 0,2 н. розчину гідроксиду, який витратили на титрування, см³; m – маса кислоти, г.

2. Ідентифікація лимонної кислоти. Ідентифікація оснований на методах якісного визначення іонів водню (кисле середовище) та цитрат-іонів.

Тест на іони гідрогену. *Техніка визначення.* Зважують 1 г лимонної кислоти (результат записують до першого десяткового знаку) і переносять у мірний стакан і додають 100 см³ води. За допомогою лакмусового паперу визначаємо рН розчину.

Тест на цитрат-іони. (Властивості солей цитратів).

Техніка визначення. В градуйовану пробірку на 25 мл вносять 5 см³ розчину лимонної кислоти, що приготовлено для попереднього дослідження, після чого додають 1 см³ кальцій хлориду та три краплі бромтимолового синього і 1 см³ розведеної хлоридної кислоти (1:1). Після чого додають натрій гідроксид (2 н.) до тих пір доки колір не змінюється до синього, після чого кип'ятять розчини протягом 10 хв. При кип'ятінні поступово утворюється осад кальцій цитрату, пробірку охолоджують під струмом поточної води, після чого з пробірки зливають більшу частину розчину, залишаючи осад, до якого додають оцтову, хлоридну кислоту або натрій гідроксид і спостерігаємо за розчинністю. Утворення при кип'ятінні білого кристалічного осаду кальцій цитрату, що нерозчинний у натрій гідроксиді, але розчинного в оцтовій і хлоридній кислотах, свідчить про наявність в пробі, що аналізується, цитрат-іонів.

Лимонна кислота витримує ідентифікаційні тести, якщо аналізований розчин має кисле середовище і містить цитрат-іони.

3. Випробування на ферроціаніди. Метод заснований на визначенні забарвлення берлінської блакиті (ферум гексаціаноферрата), утвореної при взаємодії ферроціанідів з розчином ферум (III) хлориду.

Техніка визначення. Зважують ($2 \pm 0,001$ г) досліджуваної речовини - лимонної кислоти, розчиняють в 10 см³ дистильованої води в градуйованій на 25 мл пробірці. До отриманого розчину додають три краплі насиченого розчину ферум (III) хлориду і дві краплі хлоридної кислоти (1:1). Лимонна кислота витримує випробування на фероціаніди, якщо забарвлення випробуваного розчину (двох паралельних визначень) відповідає забарвленню розчину порівняння.

4. Випробування на залізо.

Метод заснований на утворенні іонів заліза (II) з 1,10-фенантроліном комплексної сполуки заліза (II), пофарбованого в помаранчево-червоний колір. Попереднє відновлювання заліза проводять хлориднокислим гідроксиламіном. Забарвлення фенантролінового комплексу стійке тривалий час.

Техніка визначення. Зважують ($1,000 \pm 0,001$ г) лимонної кислоти, розчиняють в 7 см^3 води у склянці, додають розчин концентрованого амоніаку і доводять рН розчину до 5 за універсальним індикаторним папером і перемішують. Додають $2,5 \text{ см}^3$ реактиву на залізо, переносять розчин в мірну пробірку місткістю 25 см^3 , доводять об'єм розчину водою до мітки і перемішують. Лимонна кислота витримує випробування на залізо, якщо забарвлення випробуваного розчину (двох паралельних визначень) не інтенсивніше забарвлення розчину порівняння.

5. Визначення органолептичних показників лимонної кислоти.

Зовнішній вигляд, колір та структуру лимонної кислоти визначають візуально погляданням наважки проби масою 50 г на листі білого паперу або на скляній пластинці при розсіяному денному світлі. Для визначення запаху лимонної кислоти готують розчин лимонної кислоти об'ємом 400 см^3 з масовою часткою 2%. Чисту ємність, не маючу стороннього запаху з притертою пробкою заповнюють на $\frac{3}{4}$ приготовленим розчином. Банку закривають пробкою і витримують протягом 1 години за кімнатної температури (20 ± 2 °C). Запах визначають органолептично на рівні краю банки одразу ж після відкриття банки.

За наявності стороннього запаху випробування на смак не проводять. Для визначення смаку частину розчину відбирають чайною ложкою та пробують кінчиком язика на смак, не ковтаючи. Для визначення наявності механічних домішок зважують 2 г лимонної кислоти, розчиняють у скляній ємності об'ємом 100 см^3 дистильованої води, нагрітої до 70 ± 2 °C. Розчин повинен бути прозорим і не містити механічних домішок. Лимонна кислота відповідає необхідним вимогам якщо її органолептичні показники відповідають ГОСТу, що представлені в таблиці 2. Результати визначення заносять у таблицю 3.

Таблиця 1 - Органолептичні показники

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд і колір	Безбарвні кристали або білий порошок без грудок
Смак	Кислий, без стороннього присмаку
Запах	Відсутність запаху
Структура	Сипуча і суха, на дотик не липка
Механічні домішки	Не допускаються

Таблиця 2 - Фізико-хімічні показники харчової добавки Е 330

Параметри визначення	Вимоги ГОСТ 908-79	Характеристи ка продукту	Відповідність показників вимогам ДСТУ, іншим технічним документам
Випробування на ферроціаніди	Витримує випробування		
Випробування на залізо	Витримує випробування		
Масова частка лимонної кислоти в перерахунку на моногідрат, % для сортів: «Екстра» Вищій І	не менше 95,5		

Дослідження оцінки якості лимонної кислоти проводять з лимонною кислотою фармакопейною та з кислотою відомою торгової марки.

Контрольні питання

1. Методи одержання лимонної кислоти?
2. Яке застосування має лимонна кислота в косметичній і харчовій промисловості?
3. Як проводиться органолептична оцінка якості харчових кислот?
4. Для чого при визначенні масової частки сульфатної золи в лимонній кислоті використовується нітрат амонію? Опишіть методику визначення масової частки лимонної кислоти.
5. Які основні фізики-хімічні параметри якості лимонної кислоти відповідно до технічної документації і як вони визначаються?

6. Опишіть метод визначення сульфатів та оксалатів в лимонній кислоті.
7. До яких функціональних класів призначення та застосування відноситься лимонна кислота в якості харчової добавки?
8. Наведіть класифікацію харчових добавок за технологічним призначенням.
9. Опишіть методику визначення масової частки води, сульфатів.
10. Опишіть методику визначення масової ферроціанідів, заліза.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ

Мета роботи. Визначити органолептичні та фізико-хімічні показників молочної кислоти.

Основні теоретичні відомості

Індекс *L*-, *D*- і *D*-, *L*-молочної кислоти у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius E 270. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування використовується в якості підкислювача, регулятора кислотності, консерванту, каталізатору гідролізу та конверсії.

Загальні технічні умови на кислоту молочну харчову наведено у ДСТУ 4621:2006. Молочну кислоту виготовляють такої концентрації: 40, 60, 80 %. Залежно від показників якості молочна кислота може бути таких сортів: вищого (для 40 %) і першого (для 40 %, 60 %). Структурна формула молочної кислоти наведено на рисунку 2.

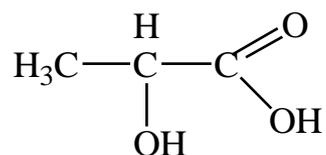


Рис. 2. Структурна формула молочної кислоти

Молочну кислоту одержують у промисловості кількома синтетичними або мікробіологічними методами, наприклад: а) з ацетальальдегіду через стадію ціаногідрину та його гідролізу в присутності сульфатної кислоти; б) гідролізом 2-хлоропропанової кислоти або її солей; в) отримують ферментацією сировини, що містить вуглеводи, термофільними молочнокислими бактеріями *Lactobacillus delbruckii*. Як сировину для отримання сусла використовують рафінадну патоку – меласу, попередньо оцукрений картопляний або кукурудзяний крохмаль. Молочну кислоту отримують методом анаеробної глибинної ферментації. В процесі бродіння молочну кислоту, яка виділяється, нейтралізують крейдою, утворюється кальцій лактат, який розчинний у гарячій воді. Заброджене сусло з температурою 80 ... 90 °С очищують і фільтрують. При наступному охолодженні проходить кристалізація кальцій лактату, його

відділяють, промивають і обробляють сульфатною кислотою. Отриманий розчин молочної кислоти очищують і упарюють під вакуумом. Отримана молочна кислота $C_3H_6O_3$ є 40 % водним розчином молочної кислоти. Відповідно ДСТУ 4621:2006 випускають молочну кислоту вищого, I, II гатунків.

Кислота, отримана в процесі зброджування цукру-піску та іншої вуглеводомісткої сировини молочнокислими бактеріями роду *Lactobacillus*, які синтезують *D(-)-*, *L(+)-*, *DL*-молочні кислоти. Молочна кислота є нестійкою сполукою. Водний розчин молочної кислоти містить різні продукти її дегідратації, які називають ангідридами молочної кислоти (лактали, ангідриди, лактиди). Ангідриди мають менш кислий смак, що знижує якість молочної кислоти.

За органолептичними показниками молочна кислота усіх сортів повинна відповідати вимогам, зазначеним у ДСТУ в перерахунку на 40 % кислоту. Це прозора рідина без каламуті та осаду, зі слабким специфічним запахом молочної кислоти, кислим смаком без стороннього присмаку. Вона не повинна мати неприємного запаху, який обумовлений присутністю летких кислот.

Таблиця 3 - Органолептичні показники кислоти молочної харчової

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора сиропоподібна рідина без осаду і каламуті
Запах	Слабкий характерний для молочної кислоти
Смак	Кислий без стороннього присмаку

За фізико-хімічними показниками якість харчової молочної кислоти також повинна відповідати вимогам ДСТУ. У молочній кислоті визначають вміст заліза, миш'яку, сульфатів, проводять проби на наявність барію, солей важких металів, ферроціанідів, ціанідної кислоти, вільної сульфатної кислоти.

Для косметичної промисловості випускається два види молочної кислоти: середньої концентрації не менше 40 % і підвищеної концентрації із загальною кислотністю не менше 70 %. В косметиці застосовують її як кислоту взагалі.

Найкращим прикладом косметичного застосування молочної кислоти є кисле молоко. На відміну від інших розведених кислот (в тому числі від лимонного соку) кисле молоко може використовуватися без обмеження часу, абсолютно без всілякої шкоди для шкіри і дає в той же час вражаючі результати: потемніння шкіри, веснянки, пігментні плями зовсім зникають або в крайньому випадку сильно тьмяніють, шкіра стає ніжною, гладенькою, набуває гарного забарвлення. Не менше цінна і його дія на волосся, яке стає густим, блискучим і шовковистим.

Таблиця 4 - Фізико-хімічні показники якості молочної кислоти

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж	40,0 \pm 1,0	40,0 \pm 1,0	60 \pm 1,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше ніж	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, % не більше ніж	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше ніж	6,5	10,0	15,0
Масова частка золи, %, не більше ніж	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза (Fe), % не більше ніж	0,007	0,014	0,020
Масова частка сульфатів (SO ₄), %, не більше ніж	0,3	не нормується	
Масова частка хлоридів (Cl), % не більше ніж	0,1	не нормується	
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше ніж	1,0	не нормується	
Визначення наявності барію	не допускається	не нормується	
Визначення наявності ціанідної кислоти	витримує випробування на відсутність		
Визначення наявності ферроціанідів	витримує випробування на відсутність		
Визначення наявності вільної сульфатної кислоти	витримує випробування на відсутність		

Молочну кислоту використовують у вигляді 1 ... 5 % розчинів.

Хід виконання роботи

1. Визначення масової частки загальної молочної кислоти і молочної кислоти, яка визначається прямим титруванням. Визначення складається з нейтралізації надлишку гідроксиду розчином сульфатної кислоти, наступного

омилення ангідридів основою і нейтралізацію надлишку гідроксиду розчином сульфатної кислоти.

Техніка визначення: в мірний стакан наливають 20 мл молочної кислоти і зважують з похибкою не більше $\pm 0,01$ г, кількісно переносять у мірну колбу місткістю 250 мл, доводять до мітки дистильованою водою і ретельно перемішують. У конічну колбу місткістю 250 см³ піпеткою вносять 25 мл розчину, 70 мл³ дистильованої води, 3 ... 5 крапель фенолфталеїну і титрують 1 н. розчином натрій гідроксиду до слабо рожевого забарвлення. Записують об'єм натрій гідроксиду, який витратили на нейтралізацію при прямому титруванні молочної кислоти (одержаний розчин не зливають).

До одержаного нейтрального розчину молочної кислоти приливають з бюретки до загального об'єму 20 мл розчин натрій гідроксиду (1 н). Колбу сполучають з оберненим холодильником, кип'ятять протягом 5 хвилин і охолоджують, закривши колбу пробкою з вставленою трубкою з натронним вапном. Потім вміст колби титрують 1 н. розчином сульфатної кислоти до знебарвлення розчину.

Проводять контрольний дослід, для чого в колбу місткістю 250 см³ вносять піпеткою 10 мл 1 н. розчину натрій гідроксиду і 90 см³ дистильованої води, колбу з'єднують з оберненим холодильником, кип'ятять протягом 5 хвилин, охолоджують і титрують 1 н. розчином сульфатної кислоти. Коефіцієнт контрольного дослідження (*K*) розраховують шляхом ділення об'єму 1 н. розчину натрій гідроксиду на об'єм 1 н. розчину сульфатної кислоти, який витратився на титрування.

Масову частку молочної кислоти, яка визначається прямим титруванням (*M_m*), визначають у відсотках за формулою (1.2).

$$M_m = \frac{V_1 \cdot 0,09 \cdot 250 \cdot 100}{25 \cdot m}, \quad (1.2)$$

де *M_m* – масова частка молочної кислоти, яка визначається прямим титруванням, %; *V₁* – кількість 1 н. розчину натрій гідроксиду, яка витратилась на титрування молочної кислоти, см³; **0,09** – кількість молочної кислоти, яка

відповідає 1 см³ 1 н. розчину натрій гідроксиду, г; **250** – місткість мірної колби, см³; **25** – кількість розчину молочної кислоти, яка була взята для визначення, см³; **m** – маса молочної кислоти.

Масову частку загальної молочної кислоти (M_3) визначають у відсотках за формулою (1.3).

$$M_3 = \frac{(20 - K \cdot V_2) \cdot 0,09 \cdot 250 \cdot 100}{25 \cdot m} = 4,5 \cdot (20 - K \cdot V_2), \quad (1.3)$$

де M_3 – масова частка загальної молочної кислоти, %; **25** – загальний об'єм титрованого розчину, см³; K – коефіцієнт контрольного дослідження; m – маса молочної кислоти; V_2 – кількість 1 н. розчину сульфатної кислоти, яку витратили на титрування надлишку лугу, см³.

За різницею між масовими частками загальної молочної кислоти і молочної кислоти, що визначається прямим титруванням, розраховують масову частку молочної кислоти, яка прямо не титрується (M_H), % – (1.4).

$$M_H = M_3 - M_M. \quad (1.4)$$

Молочна кислота, яка прямо не титрується, містить ангідриди і речовини, що редукують.

2. Проба на лимонну, шавлеву, фосфатну і винну кислоту.

Метод заснований на утворенні важкорозчинних солей кальцію лимонної (цитрати), шавлевої (оксалати), фосфатної (фосфати) кислоти.

Техніка визначення. Пробу 1 мл молочної кислоти розбавляють в стакані 10 см³ дистильованої води, додають 40 см³ насиченого розчину кальцій гідроксиду і кип'ятять 2 хв. Розчин охолоджують, не повинно відбуватись помутніння розчину.

3. Проба на редукувальні речовини.

Метод заснований на здатності редукувальних цукрів відновлювати в лужному середовищі солі окису міді в закис міді червоного кольору.

Техніка визначення. У дві пробірки наливають по 1 мл зваженої молочної кислоти, додають по 1 мл дистильованої води і по 2 мл суміші розчинів Фелінга I і II. В одну з пробірок для порівняння додають 5 % розчин глюкози. Пробірки

нагрівають на пальнику протягом 2 хв. Відстоюють протягом 3 хв і спостерігають за появою осаду. Червоний осад закису міді повинен бути відсутнім. Відсутність осаду купрум (I) оксиду свідчить про присутність редуруючих сполук в молочній кислоті менше 0,2 %.

4. Проба на легкозвуглюючі сполуки. Метод заснований на взаємодії сульфатної кислоти і легкозвуглюючих речовин, присутніх в молочній кислоті.

Техніка визначення. У пробірку з безбарвного скла вносять 1 мл концентрованої сульфатної кислоти і обережно 1 мл молочної кислоти, не допускаючи перемішування. Через 15 хв в зоні контакту двох рідин забарвлення не повинно бути інтенсивніше світло-коричневого (інженер вносить концентровану сульфатну кислоту).

Таблиця 5 - Показники якості молочної кислоти

Параметри визначення	Вимоги ДСТУ до гатунків			Характеристика продукту	Відповідність показників вимогам ДСТУ
	вищий	I	II		
Визначення органолептичних показників					
Прозорість	Прозора, без каламуті та осаду				
Запах	Слабкий специфічний запах, без неприємного				
Смак	Кислий, без стороннього присмаку				
Визначення фізико-хімічних показників					
Масова частка загальної молочної кислоти, %	40,0±1,0				
Масова частка молочної кислоти, яка титрується прямо, %, не менше	37,5	37,5	35,0		
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5	2,5	5,0		

Контрольні питання

1. Хімічна будова, отримання і застосування молочної кислоти.
2. Опишіть методику визначення масової частки загальної молочної кислоти і молочної кислоти, яка визначається прямим титруванням.
3. Якими сполуками обумовлено масову частку молочної кислоти, яка прямо не титрується? Як це позначається на якості молочної кислоти?
4. Як визначається вміст у харчових кислотах мінеральних речовин?
5. На які сполуки потрібно перевіряти харчову молочну кислоту?
6. Методи одержання молочної кислоти?
7. Які основні параметри якості лимонної кислоти відповідно до технічної документації і як вони визначаються?

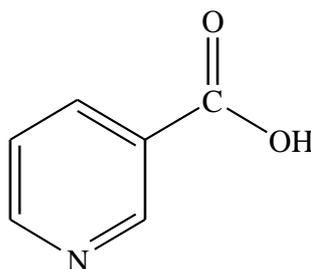
АНАЛІЗ ЯКОСТІ КИСЛОТИ НІКОТИНОВОЇ

Мета роботи. Визначити органолептичні та фізико-хімічні показники нікотинової кислоти. Опанувати метод кислотно-основного титрування відносно до органічних сполук. Провести технічний аналіз кислоти нікотинової.

Основні теоретичні відомості

Індекс нікотинової кислоти у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius E 357. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування використовується в якості фіксатору забарвлення, нутрієнту, діабетичної БАД.

Нікотинова кислота та її амід відіграють важливу роль у життєдіяльності організму: вони є простетичними групами ферментів – кодегідази I і кодегідази II, які переносять водень і приймають участь в окисно-відновних процесах. Нікотинова кислота і нікотинамід містяться в органах тварин (печінці, нирках, м'язах та ін.), в молоці, рибі, дріжджах, овочах, фруктах, гречаній крупі та інших продуктах. Промисловими препаратами вітаміну PP є синтетична нікотинова кислота і її амід у кристалічній формі, а також у вигляді драже, ін'єкцій. За фізико-хімічними властивостями нікотинова кислота це кристалічний порошок, від білого до жовтуватого кольору без запаху, слабо кислого смаку з температурою топлення 235,5 ... 236,6 °C.



Піридинкарбонова-3 кислота (C₆H₅NO₂)

Кислота нікотинова (Acidum nicotinicum)

Вітамін PP (Vitaminum PP)

Рис. 3. Структурна формула кислоти нікотинової

Нікотинова кислота важкорозчинна у холодній воді і 95 % спирті, розчинна в гарячій воді, дуже малорозчинна в ефірі. Розчиняється в розведених розчинах гідроксидів і карбонатів лужних металів. Фізико-хімічні властивості нікотинової кислоти представлено в таблиці 6. Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 99,5 %.

Таблиця 6 - Фізико-хімічні властивості нікотинової кислоти

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд і колір	Безбарвні кристали
Смак	Слабокислий
Запах	Практично відсутність
Температура топлення	235,5 ... 236,6 °С
Розчинність	У воді при 25 – 1,67/100 мл, в етанолі – 0,73/100 мл, в ефірі не розчиняється
pH 1% розчину	3,0
Флуоресценція	-

Хід виконання роботи

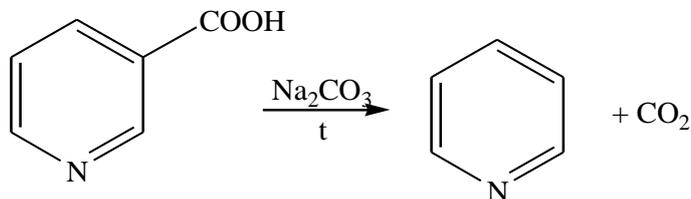
1. Визначення органолептичних показників нікотинової кислоти.

Техніка визначення. Зовнішній вигляд, колір та структуру нікотинової кислоти визначають візуально погляданням наважки проби масою 10 г на листі білого паперу або на скляній пластинці при розсіяному денному світлі. Для визначення запаху нікотинової кислоти готують розчин нікотинової кислоти об'ємом 400 см³ з масовою часткою 1 %. Чисту ємність, не маючу стороннього запаху з притертою пробкою заповнюють на $\frac{3}{4}$ приготовленим розчином. Банку закривають пробкою і витримують протягом 1 часу за кімнатної температури (20±2 °С). Запах визначають органолептично на рівні краю банки одразу ж після відкриття банки. Для визначення наявності механічних домішок зважують 2 г нікотинової кислоти, розчиняють у скляній ємності об'ємом 100 см³ дистильованої води, нагрітої до 60±2 °С. Розчин повинен бути прозорим і не містити механічних домішок. Для визначення прозорості і кольоровості 0,2 г препарату розчиняють при нагріванні у 10 мл води; розчин повинен бути прозорим і безбарвним.

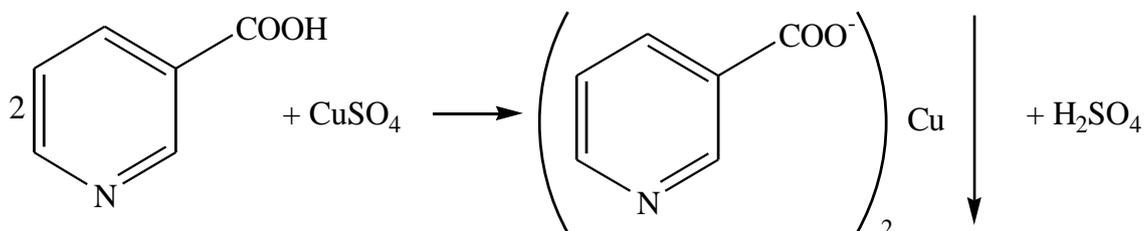
2. Встановлення автентичності нікотинової кислоти.

Техніка визначення.

а) 0,1 г препарату нагрівають з 0,1 г безводного натрій карбонату, з'являється запах піридину (*виконується показово для всіх підгруп*).



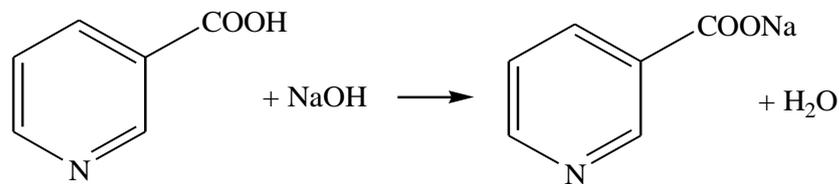
б) До 0,1 г нікотинової кислоти додають 5 мл дистильованої води, підігрівають на пальнику і додають 1 мл розчину 1 М купрум (II) сульфату, випадає осад синього кольору (купрум нікотинат):



в) До 5 мл розчину (1:100) додають 1 мл розчину купрум (II) сульфату і 2 мл насиченого розчину амоній роданіду (розведеного), з'являється зелене забарвлення.

3. Випробування на нітрати. До 0,01 г препарату додають 2 мл гарячої дистильованої води і декілька крапель дифеніламіну (спиртовий розчин), не повинно з'являтися блакитне забарвлення. Для порівняння в одну з пробірок вносять кристал солі нітрату і спостерігають синє забарвлення.

4. Кількісне визначення нікотинової кислоти. Біля 0,2 г препарату (точна наважка) вміщують у конічну колбу місткістю 250 мл, розчиняють в 25 мл дистильованої гарячої води і після охолодження титрують 0,1 н. розчином натрій гідроксиду до появи незникаючого протягом 1 ... 2 хвилин рожевого забарвлення (індикатор – фенолфталеїн).



1 мл 0,1 н. розчину натрій гідроксиду відповідає 0,01231 г кислоти нікотинової, якої в препараті повинно бути не менше за 99,5 % у перерахунку на суху речовину.

Розрахунок результатів

1. Визначають масовий вміст нікотинової кислоти в наважці:

$$m_{\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2}}{1000},$$

де m – маса нікотинової кислоти в наважці, г;

C_{NaOH} – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль/л;

V_{NaOH} – об'єм розчину натрій гідроксиду, який витрачений на титрування наважки, мл;

M – молекулярна маса нікотинової кислоти, г/моль (123,1 г/моль).

2. Визначають відсотковий вміст кислоти нікотинової в субстанції:

$$\% = \frac{m \cdot 100\%}{m_{\text{наважки}}}.$$

Контрольні питання

1. Які основні параметри якості нікотинової кислоти відповідно і як вони визначаються?
2. Опишіть основні фізико-хімічні властивості нікотинової кислоти. Наведіть якісну реакцію на вітамін РР.
3. Опишіть методику визначення автентичності нікотинової кислоти.
4. До яких функціональних класів призначення та застосування відноситься нікотинова кислоти в якості харчової добавки?

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ТІАМІНУ ХЛОРИДУ

Мета роботи. Опанувати метод кислотно-основного титрування відносно до гідрогалогенідів органічних сполук (слабких основ). Провести аналіз розчину тіаміну хлориду 5 %-ного, визначити його кількісний вміст кислотно-основним титруванням.

Основні теоретичні відомості

Вітаміни – це органічні сполуки, які є біологічними каталізаторами хімічних реакцій, що перебігають у живих клітинах і приймають участь в обміні речовин, переважно – в складі ферментних систем. Вітаміни – це низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної структури, синтезовані, головним чином, рослинами, частково мікроорганізмами. В окремих випадках вітаміни утворюються у тканинах тварин в результаті хімічних перетворень речовин, які є їх попередниками (провітамінами).

Вітаміни надходять в організм у незначних кількостях (з їжею); після введення засвоюються з утворенням складних похідних, які поєднуються з білками, утворюючи ферменти (біокаталізатори), що прискорюють реакції синтезу, розпаду і переконструювання різних речовин в організмі.

Організм не здатний самостійно синтезувати вітаміни, а повинен отримувати їх ззовні з їжею у готовому вигляді або у вигляді складних сполук рослинного походження, які можуть бути використані організмом як вітаміни.

Вітаміни в основному не токсичні, але все ж деякі при прийомі в дозах, що значно перевищують лікувальні, викликають розлади організму (наприклад, А і D), так звані гіпервітамінози.

За відсутності або нестачі вітамінів у їжі виникає ряд симптомів, що свідчать про наявність різних розладів в організмі. Спочатку відмічаються загальні або неспецифічні симптоми, наприклад, втрата апетиту, падіння ваги, потім розвиваються специфічні симптоми: затримка росту, рахіт, цинга, пелагра. Хвороби, зумовлені відсутністю або недоліком вітамінів, називають авітамінозами (так, наприклад, летальність при захворюванні цингою без лікування складає біля 70 ... 80 %).

Спочатку існувала літерна класифікація вітамінів, тобто нові відкриті вітаміни позначали літерами латинського алфавіту, а також класифікували за їх біологічним значенням.

Також була введена класифікація за фізичними властивостями, відповідно до якої всі вітаміни поділяють на розчинні в жирах і розчинні у воді. Позначення літерою об'єднує групу вітамінів, що використовуються при одному типі захворювань (крім вітамінів групи В і ще деяких винятків).

1. Розчинні в жирах (добова норма, мг):

А – антиксерофтальмічний; ретинол (2,7),

D – антирахітичний; кальціфероли (0,01 ... 0,025),

E – вітамін розмноження; токофероли (5,0),

K – антигеморагічний, чинник згортання крові; нафтохінони (1,0).

2. Розчинні у воді:

B – цілий комплекс вітамінів різної спрямованості дії:

B₁ – антиневритний; тіамін (1,2),

B₂ – вітамін росту; рибофлавін (1,7),

B₃ – антидерматитний; пантотенова кислота (3 ... 5),

B₆ – антидерматитний; піридоксин (2),

B₁₂ – антианемічний; ціанокобаламін (0,003),

B_c – антианемічний, фолієва кислота (1 ... 2,2),

C – протицинготний, аскорбінова кислота (75),

PP – протипеларгічний, капіляррозміцнюючий; біофлавоноїди (18),

H – антисеборейний; біотин (0,25).

Найбільш досконалою можна вважати хімічну класифікацію, відповідно до якої всі вітаміни поділяють на наступні групи:

I. Вітаміни аліфатичного ряду: кислота аскорбінова, кислота пангамова (B₁₅), кислота пантотенова (B).

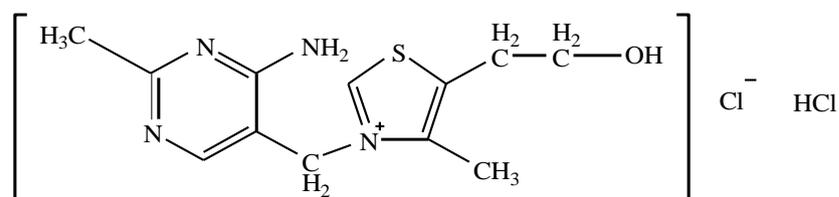
II. Вітаміни аліциклического ряду: ретиноли (вітаміни групи A), кальціфероли (вітаміни групи D).

III. Вітаміни ароматичного ряду: вітаміни групи K.

IV. Вітаміни гетероциклічного ряду: токофероли (вітаміни групи E), рутин (вітаміни групи P), нікотинова кислота та її амід (вітаміни групи PP), піридоксин (вітамін групи B₆), тіамін (B₁), кислота фолієва (B_c), рибофлавін (B₂), кобаломін (вітаміни групи B₁₂).

Тіамін (Thiaminum)

Вітамін B₁(Vitaminum B₁)



4-метил-5-β-оксиетил-N-(2'-метил-4'-амінопіримидил-5)-метилтіазолію
хлориду гідрохлорид



Рис. 4. Структурна формула тіаміну

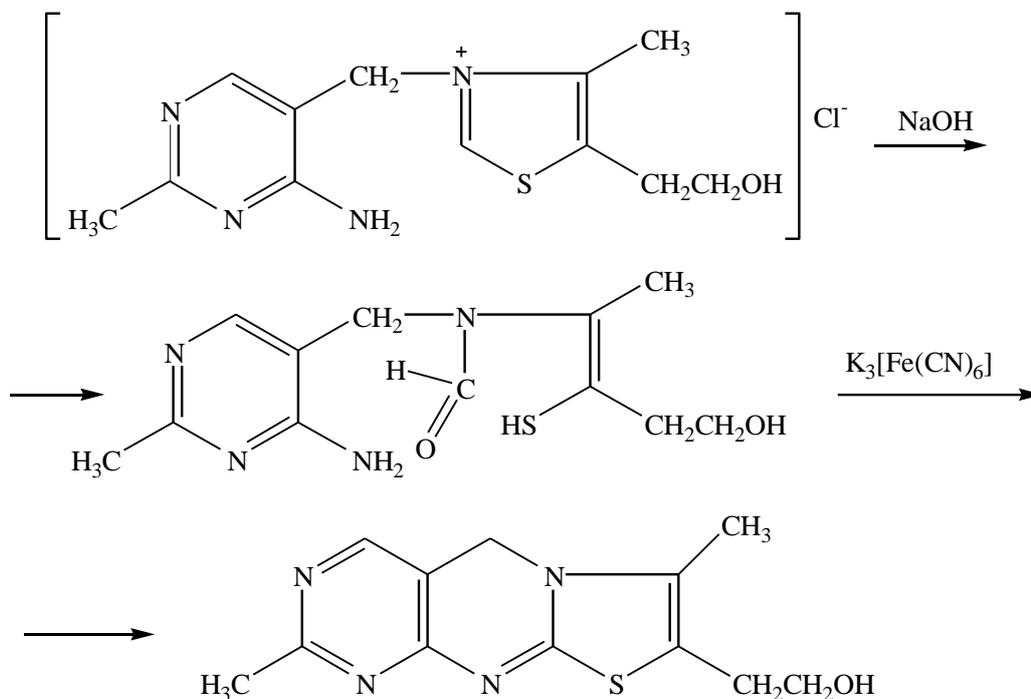
Тіаміну хлорид (вітамін B₁) – це білий кристалічний порошок з слабким специфічним запахом; легкорозчинний у воді, важкорозчинний в 95%-вому спирті, практично нерозчинний в ацетоні та ефірі. Тіаміну гідрохлорид містить не менше 98,5 % і не більше 101,0 % 3-[(4-аміно-2-метилпіримідин-5-іл)-метил]-5-(2-гідроксіетил)-4-метилтіазолій хлориду гідрохлориду, у перерахунку на безводну речовину.

Випускається вітамін B₁ у вигляді таблетованих та ін'єкційних форм, входить до деяких комплексних вітамінних препаратів. Прозора безбарвна або слабо-жовтувата рідина з слабким характерним запахом.

Хід виконання роботи

1. Встановлення автентичності тіамін хлориду.

Техніка визначення. Вміст однієї ампули тіамін хлориду кількісно переносять у пробірку, доливають у пробірку 1 мл калій фериціаніду, 1 мл розчину 0,1 н. натрій гідроксиду, 5 мл ізоамілового спирту, добре струшують і дають відстоятися (10 хвилин). У верхньому шарі спостерігають синю флуоресценцію (під УФ лампою).



2. Кількісне визначення тіаміну хлориду.

При кількісному визначенні органічних сполук, які існують у формі гідрохлоридів ($\text{R} \cdot \text{HCl}$) – наприклад, папаверину гідрохлорид, дротаверину гідрохлорид (Но-Шпа), тіаміну хлорид припустиме визначення основного компонента (слабкої основи) за вмістом зв'язаного з ним в еквівалентному співвідношенні гідрохлориду.

Точну наважку препарату розчиняють у воді, прибавляють органічний розчинник, 5 крапель фенолфталеїну і титрують розчином натрій гідроксиду до появи рожевого забарвлення водного шару.



Органічний розчинник вносять, щоб запобігти дисоціації слабкої основи, яка утворюється під час титрування. Органічним розчинником може бути спирт або суміш спирту і хлороформу, нейтралізована за фенолфталеїном.

Техніка визначення. Вміст однієї ампули тіаміну хлориду кількісно переносять у конічну колбу додають 10 мл води і титрують 0,1 н. розчином натрій гідроксиду до появи червоного забарвлення, використовуючи як індикатор розчин фенолфталеїну. 1 мл 0,1 М розчину натрій гідроксиду відповідає 0,03373 г тіаміну хлориду.

Розрахунок результатів

1. Розраховують титр натрій гідроксиду за тіаміном хлоридом:

$$T(\text{NaOH}/\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}) = N(\text{NaOH}) M(\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl})/1000 = 0,05 \times 337,3/1000 = 0,016865 \text{ г/мл},$$

де $N(\text{NaOH})$ – нормальна концентрація розчину натрій гідроксиду, моль/л; $M(\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl})$ – молярна маса еквівалента тіаміну хлориду, г/моль.

2. Визначають масовий вміст тіаміну хлориду у досліджуваному розчині:

$$m_{\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}} = T(\text{NaOH}/\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}) \cdot V(\text{NaOH}),$$

де $m_{\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}}$ – маса тіаміну хлориду в 2 мл досліджуваного розчину, г; $V(\text{NaOH})$ – об'єм розчину, витраченого, мл.

3. Визначають масовий вміст тіаміну хлориду у 1 мл досліджуваного розчину (або $T(\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl})$):

$$T(\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}) = m_{\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}}/V_{\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}},$$

де $V(\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl})$ – об'єм розчину тіаміну хлориду, (2 мл).

Вміст тіаміну хлориду ($\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}\cdot\text{HCl}$) в 1 мл препарату повинний бути від 0,0475 до 0,0525 г.

Контрольні питання

1. Які основні параметри якості тіаміну хлориду і як вони визначаються?
2. Опишіть основні фізико-хімічні властивості тіаміну хлориду.
3. Опишіть кількісне визначення тіаміну хлориду.
4. До яких функціональних класів призначення та застосування відноситься тіаміну хлориду в якості харчової добавки?
5. Наведіть загальну характеристику флуорометричних методів аналізу.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ СУБСТАНЦІЇ САХАРИНУ РОЗЧИННОГО

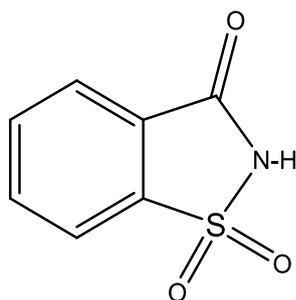
Мета роботи. Визначити якість субстанції сахарину розчинного. Провести аналіз субстанції сахарину розчинного, визначити його кількісний вміст.

Основні теоретичні відомості

Індекс сахарину у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius E 954. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування використовується в якості підсолоджувача. Як підсолоджувач застосовується (i) сахарин, а також його солі (ii) – кальцій сахаринат, (iii) калій сахаринат, (iv) натрій сахаринат.

Підсолоджувачі – це речовини нецукрової будови, які застосовуються для надання харчовому продукту солодкого смаку. Сахарин представляє собою безбарвні кристали, що вивітрюються на повітрі, або білий кристалічний порошок без запаху, надзвичайно солодкого смаку призначену для застосування в харчовій промисловості при виробництві харчових продуктів в якості харчової добавки. За хімічною будовою сахарин є імідом сульфобензоатної кислоти, внаслідок чого здатний утворювати відповідні солі, вступати в реакції алкілювання, галогенування та інші по атому азоту. За фізико-хімічними властивостями сахарин має температуру топлення 228 – 229 °С. Один грам сахарину розчиняється в 290 мл холодної або 25 мл гарячої води, 12 мл ацетону або 31 мл етанолу. Середньо розчиняється в спиртах кислих харчових продуктах, слабо у диетиловому естері, хлороформі, не розчиняється в жирних розчинниках. Його розчинність підвищується у воді у присутності лимонної, винної кислот. Сахарин має значну стійкість до дії температури. Сахарин є сильною кислотою ($pK_a = 1,3$) і проявляє властивість до димеризації. Стабільн у водних розчинах при рН 3,3, 7,0 і 9,0 протягом часу за температури 150 °С. В кислому середовищі гідролізується з утворенням амонійної солі 2-сульфабензойної кислоти, а у лужному середовищі – солі 2-карбоксібензолсульфонамід. Більше розповсюдження має натрієва сіль

сахарину. Водні розчини цієї солі мають нейтральне або слабо лужне середовище, вони стабільні при рН 3,3 ... 7,0.



Сахарин розчинний (Saccharinum solubile)

1,2-бензотіазолін-3-он-1,1-діоксид

$C_7H_5O_3NO_3S$

Рис. 5. Структурна формула сахарину розчинного

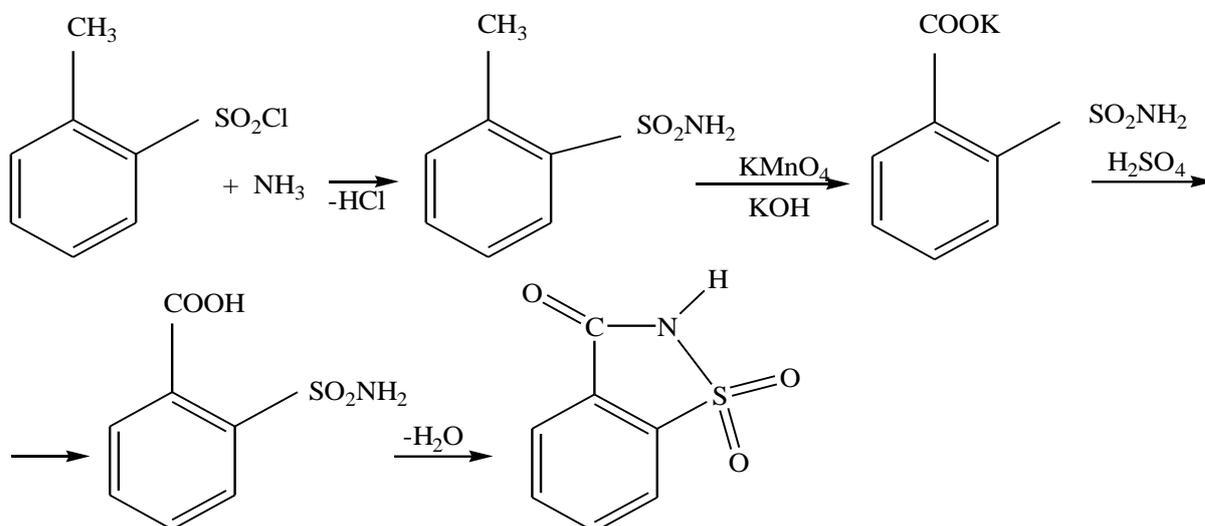
У результаті співставлення хімічної будови більш ніж 80 похідних сахарину з їх смаком були зроблені три основних висновки: а) заміщення імідного протону на катіони Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} зменшує солодкий присмак; N-алкіл, циклоалкіл- та гетероциклічні похідні сполуки не мають смаку; б) введення електроноакцепторних похідних у бензольне ядро різко зменшує гіркий присмак сполуки; в) електронодонорні замісники (NH_2 , CH_3 , C_2H_5O) сприяють підвищенню солодкого смаку.

Сахарин, не дивлячись на свій солодкий смак, не є харчовим продуктом, а має лише значення смакового характеру і не може замінити цукор. Сахарин не засвоюється організмом і виводиться з сечею в незмінному вигляді. Він дається хворим діабетом як смакова солодка речовина в якості приправи до їжі. Токсичність сахарину незначна. Випускається в порошках і таблетках. Зберігати потрібно сахарин в добре закупорених банках.

Сахарин є імідом ортосульфобензойної кислоти. Вихідним продуктом для синтезу сахарину виступає толуол, який піддають хлорсульфуванню. Для сахарину характерні реакції, що пов'язані з заміщенням амідованого водню (утворення солей, N-алкіл та N-арилпохідних), а також конденсація з фенолом.

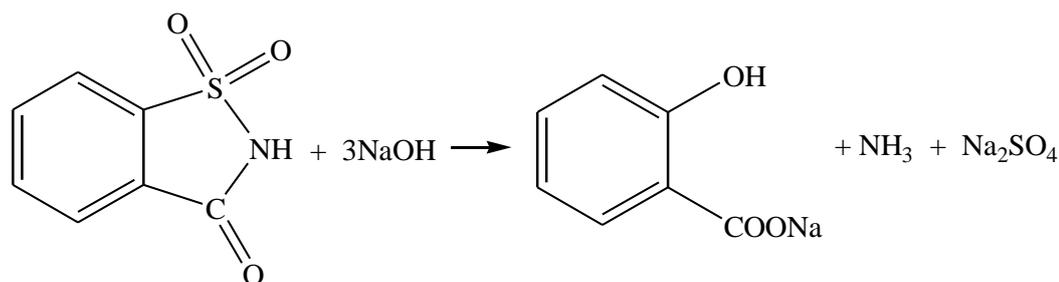
Отриману суміш *n*- і *o*-ізомерів розділяють шляхом виморожування *p*-ізомеру, який використовується для виробництва хлорамінів. *O*-ізомер

обробляють аміаком, при цьому отримується о-толуолсульфамід; його окиснюють калій перманганатом в лужному середовищі. Отриману сіль дією мінеральної кислоти переводять в о-карбоксибензолсульфамід, останній, виділяючи воду, перетворюється в сахарин.



Сахарин майже нерозчинний у воді, в гарячій воді сахарин розчиняється краще. Чим більше розведення, тим більше відчувається солодкий смак. Так, наприклад, якщо сахарин розвести в співвідношенні 1:15, він буде солодшим за цукор у 190 разів; при розведенні 1:400 – у 615 разів.

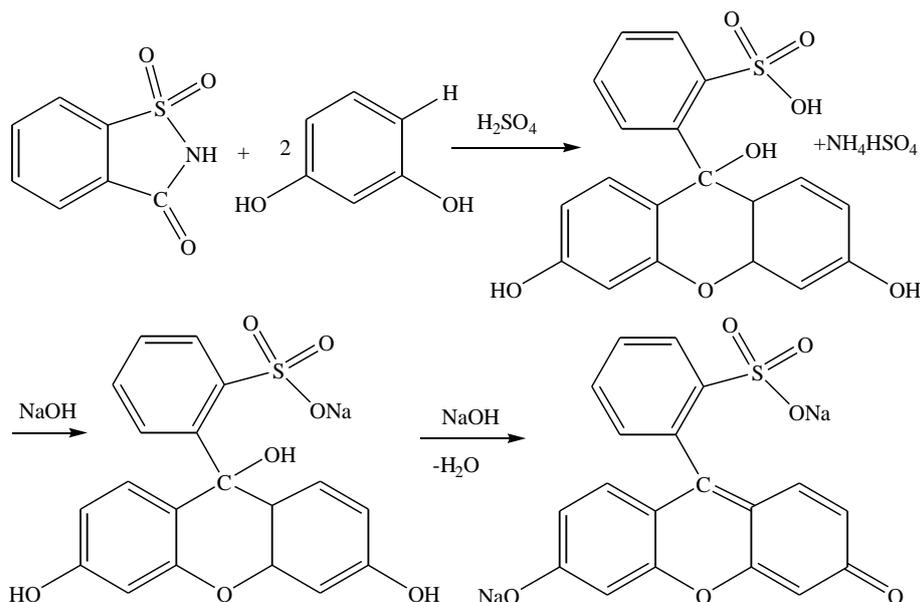
Сахарин легко розчиняється в лугах і карбонатах. Це зумовлено кислим характером водню імідної групи, який легко заміщується металами. Натрієва сіль сахарину добре розчиняється у воді, також має солодкий смак і застосовується в медицині під назвою сахарин розчинний, або кристалоза (фармакопейний препарат). При сплавленні сахарину з лугом відбувається розпад молекули з утворенням натрій саліцилату, який при додаванні розчину FeCl_3 дає фіолетове забарвлення.



Хід виконання роботи

1. Встановлення автентичності сахарину.

Техніка визначення. 0,01 г препарату нагрівають з 0,01 г резорцину і декількома краплями концентрованої сульфатної кислоти. Суміш забарвлюється спочатку в жовтий, а потім у бурий колір. Забарвлену суміш розчиняють в 10 мл води і підлюговують розчином натрій гідроксиду; спостерігається інтенсивна зелена флуоресценція.



2. Встановлення лужності сахарину.

Техніка визначення. До 5 мл розчину препарату (1 : 20) додають 1 краплю розчину метилового червоного, жовте забарвлення, що з'явилося, повинно перейти в рожеве від додавання не більше 0,1 мл 0,05 н. розчину хлоридної кислоти.

3. Випробування сахарину на чистоту.

Техніка визначення. Розчин 0,1 г препарату в 1 мл води повинен мати виразно солодкий смак.

3.1) 3 мл того ж розчину підкислюють 0,5 мл розведеної хлоридної кислоти, кип'ятять впродовж 1 хвилини, додають 0,5 мл розчину натрій гідроксиду, 3 мл рідини Фелінга і нагрівають до початку кипіння; червоний осад не повинен з'являтися ні відразу, ні через 10 хвилин (цукристі речовини).

3.2) 2 мл того ж розчину після підкислення ацетатною кислотою не повинні давати протягом 1 години ні осаду, ні каламутності (п-сульфамінобензойна кислота).

3.3) 10 мл такого ж розчину підкислюють 2 краплями розведеної ацетатної кислоти і додають 3 краплі розчину ферум (III) хлориду; не повинно з'являтися ні осаду, ні фіолетового забарвлення (бензойна та саліцилова кислоти).

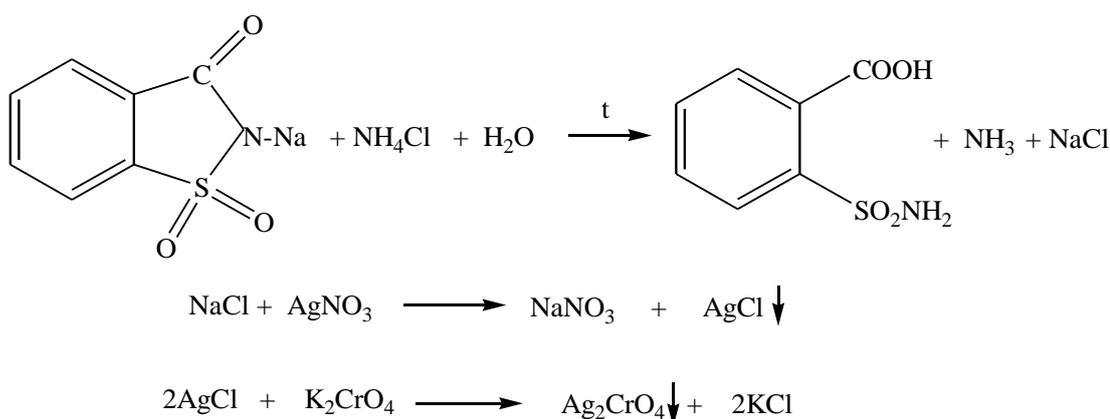
При нагріванні 5 мл такого ж розчину з 0,5 г магній оксиду не повинно розвиватися запаху аміаку (солі амонію).

4. Втрата маси при висушуванні.

Техніка визначення. Біля 0,5 г препарату (точна наважка) висушують за температури 100 – 105 °С до постійної ваги. Втрата в масі не повинна перевищувати 16 %.

5. Кількісне визначення.

Техніка визначення. Біля 0,2 г висушеного препарату (точна наважка) вміщують у великий тигель, додають 1 г амоній хлориду і 2 мл води. Обережно (для запобігання розбризкування) випаровують насухо і прокалюють. Залишок розчиняють у воді і титрують 0,01 н. розчином аргентум нітрату до оранжево-жовтого забарвлення (індикатор – калій хромат). 1 мл 0,01 н. розчину аргентум нітрату відповідає 0,02050 г безводного сахарину розчинного, якого у висушеному препараті повинно бути не менше 99,0 %.



Розрахунок результатів

1. Розраховують титр аргентум нітрату за сахарином:

$$T(\text{AgNO}_3/\text{C}_7\text{H}_4\text{NSO}_3\text{Na}\cdot 2\text{H}_2\text{O}) = N(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{C}_7\text{H}_4\text{NSO}_3\text{Na}\cdot 2\text{H}_2\text{O})/1000 = \\ 0,1 \cdot 241,21/1000 = 0,024121 \text{ г/мл},$$

де $N(\text{AgNO}_3)$ – нормальна концентрація розчину аргентум нітрату, моль/л; $M(\text{C}_7\text{H}_4\text{NSO}_3\text{Na}\cdot 2\text{H}_2\text{O})$ – молярна маса еквівалента сахарину, г/моль.

2. Визначають масовий вміст сахарину в досліджуваному розчині:

$$m(\text{C}_7\text{H}_4\text{NSO}_3\text{Na}\cdot 2\text{H}_2\text{O}) = T(\text{AgNO}_3/\text{C}_7\text{H}_4\text{NSO}_3\text{Na}\cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{AgNO}_3),$$

де $m(\text{C}_7\text{H}_4\text{NSO}_3\text{Na}\cdot 2\text{H}_2\text{O})$ – маса сахарину в наважці, г; $V(\text{AgNO}_3)$ – об'єм розчину аргентум нітрату, що пішов на титрування, мл.

3. Визначають відсотковий вміст сахарину в субстанції:

$$\% = \frac{m \cdot 100\%}{m_{\text{наважки}}}$$

Контрольні питання

1. Опишіть основні фізико-хімічні властивості сахарину.
2. Опишіть методику визначення автентичності сахарину.
3. До яких функціональних класів призначення та застосування відноситься сахарин в якості харчової добавки?
4. Наведіть класифікацію солодких речовин та підсолоджувачів. Дайте визначення, що таке підсолоджувач, коефіцієнт солодкості.
5. У чому полягає суть кількісного та якісного визначення сахарину?
6. Які основні параметри якості сахарину і як вони визначаються.
7. Які сполуки можна віднести до підсолоджувачів. Дайте характеристику харчовим добавкам калій ацесульфам Е 950, аспартаму Е 951.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ (E 300)

Мета роботи. Провести технічний аналіз та визначити якість харчової добавки аскорбінової кислоти.

Основні теоретичні відомості

Індекс аскорбінової кислоти у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius E 300. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування, використовується в якості підкислювача, регулятора кислотності, синергіста антиоксидантів, підсилювача смаку, стабілізатора забарвлення, вітаміну.

Аскорбінова кислота (вітамін С) E 300, її солі: натрій аскорбат E 301, кальцій аскорбат E 302, калій аскорбат E 303 та ефіри-аскорбілпальмітат E 304, аскорбілстеарат E 305 використовуються як антиокисники і синергісти антиоксидантів при виробництві різних харчових продуктів. Аскорбінова кислота – антиокислювач харчового продукту.

За фізико-хімічними показниками харчова аскорбінова кислота повинна відповідати наступним вимогам: вміст основної речовини $C_6H_8O_6$ повинен складати не менше 99,0 %; наявність органічних домішок – сліди етанольного розчину; вміст золи – не більше 0,1 %; солі важких металів – не допускається; вологість – не більше 1 %; слідова наявність вмісту сульфатів та хлоридів.

Після сушіння має температуру плавлення від 189 °C до 193 °C з розкладом. Представляє собою білий або блідо-жовтий кристалічний порошок. Значення рН, 2 % розчину 2,4 ... 2,8.

Сама аскорбінова кислота використовується для запобігання окисному псуванню маргарину, топлених жирів і проявляє при цьому властивості синергіста, відновлюючи фенольні сполуки і зв'язуючи іони металів в комплексні сполуки. Добавка аскорбінової кислоти і її солей в харчові продукти і жири підвищує також і її харчову цінність.

Аскорбінова кислота (вітамін С) – один з найбільш ефективних антиоксидантів. Аскорбінова кислота у природі зустрічається у вигляді *L*-аскорбінової кислоти, найбільш біологічно активної форми вітаміну С, у

вигляді *D*-аскорбінової кислоти – що не володіє біологічною активністю та інших біологічно не активних форм. Промисловими препаратами вітаміну С є *L*-аскорбінова кислота синтетична в кристалічній формі, в суміші з глюкозою.

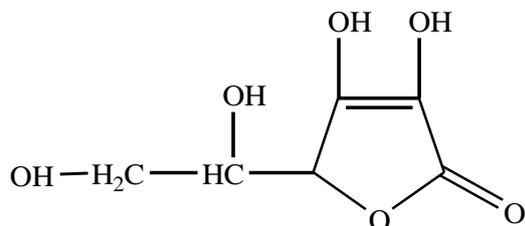
Антиоксиданти – біоактивні речовини, які захищають організм від вільних радикалів, які утворюються в процесі життєдіяльності організму, впливу на нього випромінювання різних типів, низки стресових факторів та захворювань. Вільні радикали та реакції, що перебігають з їх утворенням, вважаються однією з головних причин старіння, багатьох важких захворювань. У клітинах здорового організму система антиоксидантного захисту добре організована та є достатньою. Додаткова антиоксидантна підтримка необхідна шкірі при різкому зростанні впливу на неї вільних радикалів (УФ-промені, захворювання, старіння). У косметичних засобах як антиоксиданти використовуються як природні (каротиноїди, флавоноїди, катехіни та ін.), так і синтетичні сполуки.

Супероксидисмутаза (СОД) – фермент, який знешкоджує активні форми кисню. У косметиці використовують СОД рослинного, тваринного та мікробного походження. Рослини, що проявляють СОД-подібну активність: обліпиха, гамамеліс, гінґко білоба, кінський каштан, зелений чай та ін.

Коензим Q (кофермент Q₁₀) – антиоксидант, що захищає мітохондрії від окиснювальних ушкоджень, сприяє виробці клітинами енергії.

Антиоксиданти входять у косметичні засоби також для захисту інгредієнтів (ненасичені жирні кислоти, вітаміни та ін.) косметичної композиції від окислення.

Аскорбінова кислота являє собою білий кристалічний порошок без запаху $T_{\text{топл}} = 190 \dots 193 \text{ } ^\circ\text{C}$ (з розкладанням). Легко розчиняється у воді, в етиловому та метиловому спирті, мало розчинна в ацетоні, не розчина в хлороформі і петролейному ефірі.



Молекула аскорбінової кислоти має дві енольні групи, які обумовлюють її кислотність: $K_1=9,1 \cdot 10^{-5}$ ($pK_1=4,04$), $K_2=4,6 \cdot 10^{-12}$ ($pK_2=11,34$).



При дії лугів утворюються монозаміщені солі натрію, кальцію, калію.

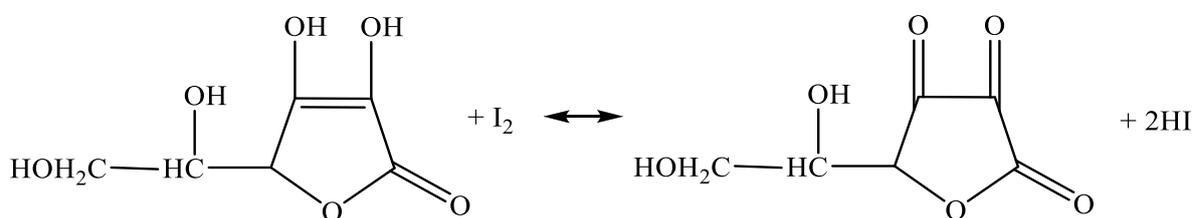
Аскорбінова кислота сильний відновник. Вона окиснюється до дегідроаскорбінової кислоти навіть слабкими окисниками. При дії сильних окисників відбувається більш глибоке окиснення, яке супроводжується руйнуванням сполуки.

Хід виконання роботи

1. Визначення органолептичних показників аскорбінової кислоти.

Техніка визначення. Зовнішній вигляд, колір та структуру аскорбінової кислоти визначають візуально погляданням наважки проби масою 2 г на листі білого паперу або на скляній пластинці при розсіяному денному світлі. Для визначення запаху аскорбінової кислоти готують розчин аскорбінової кислоти об'ємом 400 см³ з масовою часткою 2 %. Чисту ємність, не маючу стороннього запаху з притертою пробкою заповнюють на $\frac{3}{4}$ приготовленим розчином. Банку закривають пробкою і витримують протягом 1 часу за кімнатної температури (20 ± 2 °C). Запах визначають органолептично на рівні краю банки одразу ж після відкриття банки. Для визначення наявності механічних домішок зважують 2 г аскорбінової кислоти, розчиняють у скляній ємності об'ємом 50 см³ дистильованої води, нагрітої до 60 ± 2 °C. Розчин повинен бути прозорим і не містити механічних домішок. Для визначення прозорості і кольоровості 0,2 г препарату розчиняють при нагріванні у 10 мл води; розчин повинен бути прозорим і безбарвним.

2. Кількісне визначення. Визначення аскорбінової кислоти здійснюється йодометричним методом, титрантом виступає розчин йоду. Титриметричне визначення препарату засноване на реакції окислення аскорбінової кислоти йодом, який генерується в розчині: до підкисленого розчину аскорбінової кислоти додають надлишок Γ^- іонів і титрують стандартним розчином KIO_3 . Внаслідок реакції калій йодату з йодид-іонами виділяється еквівалентна кількість вільного йоду, який відразу вступає в реакцію з аскорбіновою кислотою.



Надлишок KIO_3 , що з'являється в розчині після закінчення реакції з аскорбіновою кислотою реагує з Γ^- іонами, а виділення йоду фіксують по зміні забарвлення введеного в початковий розчин індикатора – крохмалю (перехід забарвлення з безбарвного в синій).

Техніка визначення. Наважку аскорбінової кислоти (близько 0,1...0,2 г) кількісно переносять у конічну колбу, додають 10 мл дистильованої води, добре збовтують, додають 0,5 мл 1 % розчину KI , 2 мл 2% розчину хлоридної кислоти і титрують 0,1 н. розчином KIO_3 за наявності розчину крохмалю в якості індикатора до появи стійкого слабо-синього забарвлення. Титрування повторюють 2 ... 3 рази. Паралельно проводять контрольний дослід – титрують пробу, в яку додані всі реактиви за винятком аскорбінової кислоти.

Для розрахунків використовують еквівалентність кількості речовини аскорбінової кислоти та калій йодату, що вступили в реакцію:

$$\frac{m_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}}{M(1/2\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)} = \frac{N_{\text{KIO}_3} \cdot V_{\text{KIO}_3}}{1000}$$

Визначають титр KIO_3 за аскорбіновою кислотою:

$$T(KIO_3/C_6H_8O_6) = N(KIO_3) M(1/2 C_6H_8O_6) / 1000 = 0,188,0 / 1000 = 0,008800$$

г/мл, вміст (%) аскорбінової кислоти у наважці розраховують за формулою:

$$X = T(KIO_3/C_6H_8O_6) \cdot V(KIO_3) \cdot 100\% / m,$$

де N_{KIO_3} – нормальна концентрація розчину KIO_3 , моль/л;

V_{KIO_3} – об'єм розчину KIO_3 , що пішов на титрування, мл;

$M(1/2 C_6H_8O_6)$ – молярна маса еквіваленту аскорбінової кислоти, г/моль;

m – маса наважки.

Кінцевим результатом вважається середнє арифметичне трьох паралельних дослідів.

Примітка: Якщо об'єм KIO_3 , витрачений на титрування контрольної проби більший за 0,05 мл, то $V(KIO_3)$ дорівнює різниці об'ємів титранту, що пішов на титрування поточної і контрольної проби.

Контрольні питання

1. До яких функціональних класів призначення та застосування відноситься аскорбінова кислоти в якості харчової добавки?
2. Опишіть основні фізико-хімічні властивості аскорбінової кислоти.
3. Опишіть метод визначення вмісту основної речовини у харчовій добавці E 300.
4. Опишіть методи отримання харчової добавки E 300.
5. Опишіть органолептичні властивості аскорбінової кислоти.
6. Які основні параметри якості аскорбінової кислоти відповідно до технічної документації і як вони визначаються.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ХАРЧОВОГО АРОМАТИЗАТОРА

Мета роботи. Провести технічний аналіз ваніліну та етилваніліну. Визначити якість харчового ароматизатора ваніліну розчинного.

Основні теоретичні відомості

Харчовий ароматизатор – харчова добавка, що вноситься в харчовий продукт для поліпшення його аромату і є сумішшю смакоароматичних речовин з розчинником або сухим носієм (наповнювачем) або без них.

У залежності від призначення харчові ароматизатори діляться: для кондитерських та хлібопекарських виробів; для безалкогольних напоїв; для маргаринової продукції; для інших харчових продуктів.

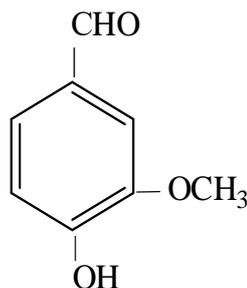
У залежності від типу смакоароматичних речовин що застосовуються ароматизатори діляться на натуральні, ідентичні натуральним, синтетичні.

У залежності від форми випуску ароматизатора вони діляться на: рідкі (у вигляді розчинів і емульсій (емульсійні)); сухі: порошкоподібні і гранульовані; пастоподібні. В залежності від форми випуску ароматизатора корегується і технічний аналіз сировини. Порошкоподібні ароматизатори найчастіше отримують мікрокапсулюванням - шляхом спільної розпилювальної сушки розчину рідкого ароматизатора і носія, в якості якого використовується модифікований крохмаль, декстрин, цукор, сіль, желатин. Рідкі ароматизатори частіш за все розчиняють в харчовому спирті (етанолі), або пропіленгліколі або триацетині. Тому при аналізі рідких ароматизаторів обов'язковим є додаткове визначення масової частки етилового спирту, 1,2 пропіленгліколя (ГОСТ 52177-2003) в рідких ароматизаторах. Якість і стійкість ароматизатора в значній мірі визначається розчинником, який майже завжди входить до його складу. З точки зору безпеки харчування необхідно обмежувати вживання синтетичних ароматизаторів і розширювати виробництво і застосування натуральних соків, настоїв, ефірних олій та ін.

По мікробіологічним показникам сухі, рідкі емульсійні і пастоподібні ароматизатори повинні відповідати нормам що представлені в таблиці.

Індекс ванілін у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius не має. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування, використовується в якості ароматизатору, підсилювача смаку та аромату.

Ванілін – білий або яскрава жовтий кристалічний порошок із сильним специфічним запахом. За хімічною структурою ванілін є ароматичним альдегідом.



3-метокси-4-оксибензальдегід ($C_8H_8O_3$)

Рис. 6. Структурна формула ваніліну

Натуральний ванілін виділяють з ванілі методом екстракції (ванільні екстракти) або отримують біотехнологічним методом. Існує низка синтетичних і напівсинтетичних шляхів його одержання, серед яких найважливішими є 1) з гваяколу (нітрозний метод, реакцією Тімана – Реймера); 2) лігніну 3) евгенолу.

Ванілін як ароматизатор широко застосовується у виробництві шоколаду, борошняних виробів, напоїв та ін. Органолептичні і фізико-хімічні показники ваніліну повинні відповідати ряду вимог, висунутих у ГОСТ 16599-71 та представлені в таблиці 6.

Індекс етилванілін у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius також не має і застосовується в якості ароматизатору, підсилювача смаку та аромату. Етилванілін (етилванілін, арованілон) – безбарвні голчасті кристали з запахом ванілі з квітковим відтінком і т. топлення $76 \dots 78 \text{ }^\circ\text{C}$.

Розчиняється в етанолі за температури $30 \text{ }^\circ\text{C}$, пропіленгліколі за температури $40 \text{ }^\circ\text{C}$ і воді 0,4 % за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$ і до 10 г/л за температури $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Етилванілін синтезують з пірокатехолу (пірокатехіну).

Таблиця 6 - Органолептичні та фізико-хімічні показники ваніліну

Найменування показників	Характеристика і норми
Зовнішній вид	Кристалічний порошок
Колір	Від білого до світло-жовтого
Запах	Ванілі
Розчинність у воді	У співвідношенні 1:20 – у воді з температурою до 80 °С
Розчинність у спирті	У співвідношенні 2:1 – в 95 % етиловому спирті при слабкому нагріванні
Розчинність у H ₂ SO ₄	У співвідношенні 1:20 – в сульфатній кислоті при слабкому нагріванні
Температура плавлення, °С	80,5 ... 82
Вміст ваніліну, %, не менше	99
Вміст золи, %, не більше	0,05

Етилванілін використовується як ароматизатор, в основному в кондитерській промисловості, його запах сильніше, ніж у ваніліна, в ≈ 3 рази.

Хід виконання роботи

1. Визначення органолептичних показників ваніліну та етилваніліну. Метод заснований на органолептичній оцінці зовнішнього вигляду, кольору та запаху ваніліну.

Техніка визначення. Зовнішній вигляд і колір визначають візуально, для чого, наважку розміщують на папері та оцінюють колір порошку, водний розчин об'ємом 30 ... 50 см³, розміщують в стакан із безбарвного скла об'ємом 100 см³, діаметром 45 мм и висотою 90 мм. Стакан встановлюють на білому паперу. Колір розглядають при денному світлі. Ванілін представляє собою кристалічний порошок від білого до світло жовтого кольору.

Запах визначають за допомогою смужки щільного паперу розміром 10x160 мм, яку змочують зануренням на 1/6 у свіжоприготовлений 10 % розчин ваніліну в етиловому спирті. Запах перевіряють періодично протягом 15-ти хвилин. Він повинен бути характерним для ваніліну.

2. Визначення розчинності ваніліну.

2.1. Визначення розчинності ваніліну в воді.

Техніка визначення. Наважку ваніліну масою 0,5 г розчиняють у 50 мл дистильованої води. Розчин повинен бути прозорим і злегка жовтуватим.

2.2. Визначення розчинності ваніліна у спирті.

Техніка визначення. Наважку ваніліну масою 0,2 г розчиняють в 5 см³ 95 % етилового спирту при легкому нагріванні у водяній бані. Розчин повинен бути прозорим і злегка жовтуватим.

3. Кількісне визначення ваніліну та етилваніліну. Метод заснований на кількісному окисненні оксимів при взаємодії гідроксиламіна гідрохлориду зі сполуками, до складу яких входить карбонільна група. Вміст карбонільної сполуки (ваніліну) визначають по еквівалентній кількості HCl, що виділилася при реакції, титруванням 0,5 н. розчином натрій або калій гідроксиду. *Техніка визначення.* Наважку ваніліну масою 1 г зважують у колбі з точністю до 0,0002 г і вносять туди ж 25 см³ 0,5 н. спиртового розчину гідроксиламіну гідрохлориду. негайно ж титрують HCl що виділився 0,5 н. розчином натрій гідроксиду в присутності метилового оранжевого до появи жовтого забарвлення. Вміст ваніліну обчислюють у % за формулою (1.10).

$$B = \frac{V \cdot 0,076 \cdot k}{m} \cdot 100, \quad (1.10)$$

де V – об'єм 0,5 н розчину натрій або калій гідроксиду, що пішов на титрування, см³;

m – маса наважки ваніліну, г;

k – коефіцієнт на титр (0,91).

Антологічний дослід проводять з етилваніліном.

Вміст етилваніліну обчислюють у % за формулою (1.11).

$$B = \frac{V \cdot 0,083 \cdot k}{m} \cdot 100, \quad (1.11)$$

де V – об'єм 0,5 н розчину натрій або калій гідроксиду, що пішов на титрування, см³;

m – маса наважки етилваніліну, г;

k – коефіцієнт на титр (0,91).

Таблиця 7 - Результати досліджень ароматизатора ваніліну

Параметри визначення	Відповідність показників вимогам нормативній документації
Органолептичні: - зовнішній вигляд - колір - запах	
Фізико-хімічні: - розчинність у воді - розчинність у спирті - розчинність у сульфатній кислоті - масовий вміст ваніліну, % - масовий вміст етилваніліну, %	

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняття харчовий «ароматизатор»?
2. Наведіть класифікацію ароматизаторів?
3. Дайте визначення поняття «ароматизатор ідентичний натуральному».
4. Наведіть класифікацію в залежності від призначення харчові.
5. Наведіть класифікацію в залежності від форми випуску ароматизатора діляться.
6. Наведіть основні показники якості ароматизаторів та опишіть методи їх визначення.
7. опишіть методику аналізу в рідких ароматизаторах етилового спирту та 1,2 пропіленгліколю.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ СИНТЕТИЧНОГО ХАРЧОВОГО БАРВНИКА

Мета роботи. Визначити якість харчового синтетичного барвника індигокарміну (E 132).

Основні теоретичні відомості

Серед речовин, що впливають на зовнішній вигляд харчових продуктів, важливе місце належить барвникам. Харчовий барвник – харчова добавка, що призначена для надання, посилення чи відновлення кольору харчових продуктів. Харчові барвники вносяться в продукти з метою: відновлення природного забарвлення, втраченої в процесі виробництва і (або) зберігання; фарбування безбарвних продуктів для надання їм привабливого вигляду і колірної різноманітності (безалкогольні напої, кондитерські вироби та ін.). В якості барвників застосовують натуральні, синтетичні і мінеральні речовини. Натуральні барвники повинні відповідати вимогам, що представлені у ДСТУ 3845–99. Натуральні барвники, як правило, менш стійкі і чутливі до впливу температури, кисню повітря, рН і схильні до мікробного псування.

Синтетичні барвники володіють значними технологічними перевагами, тому вони більш стійкі до технологічної обробки, зберігання і дають яскраві, легковідтворювальні кольори. Багато барвників добре розчиняються у воді, але деякі з них утворюють нерозчинні комплекси (лаки) з іонами металів і в такій формі у вигляді пігментів застосовуються для фарбування порошкоподібних продуктів, таблеток, драже, жувальної гумки.

Залежно від хімічної структури синтетичні барвники розділяються на класи:

- Азобарвники: тартразин (E 102), жовтий «сонячний захід» (E 110), кармуазин (E 122), пунцовий (Понсо) 4R (E 124), чорний блискучий (E 151);
- Триарилметанові барвники: синій патентований V (E 131), синій блискучий (E 133), зелений S (E 142), коричневий НТ (E 155);
- Хінолінові барвники: жовтий хіноліновий (E 104);
- Індигоїдні: індигокармін (E 132).

Індекс індигокарміну у європейській кодифікації харчових добавок за класифікацією у системі Codex Alimentarius E 132. Відповідно до функціональних класів призначення і застосування, використовується в якості барвника. Індигоїдні барвник є похідні індиго, або біс (3-оксо-2-індолінілідену), які містять у своїх молекулах конденсовані пірольні і бензеніві (3-оксіндольні) цикли.

Індигокармін – синтетичний барвник синього кольору, що представляє собою динатрієву сіль індиго-5,5'-дисульфокислоти. Емпірична формула $C_{16}H_8O_8N_2SNa_2$.

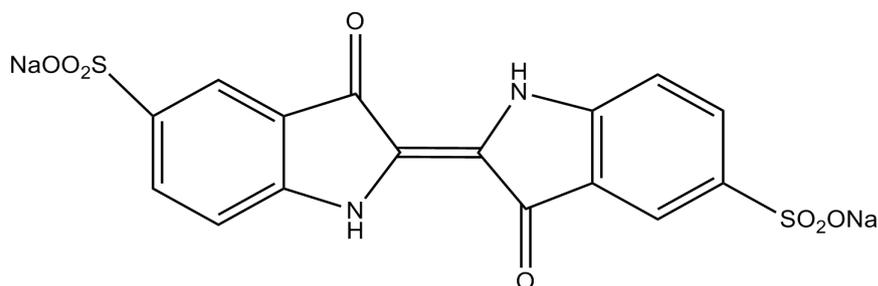


Рис. 7. Структурна формула індигокарміну

Молекулярна маса 466,4. Синтез індигокарміну за методом Геймана полягає у взаємодії фенілгліцину з натрійамідом (сплавлення за температури 200 °С) до β -індоксили, окисненням якого добувають індиго. Сульфуванням останнього концентрованою сульфатною кислотою при нагріванні та наступною обробкою лугом одержують індиговармін.

Барвник добре розчиняється у воді (12 г/л за кімнатної температури) і гліцерилі (5 г/л за кімнатної температури) і дає прозорий розчин чистого синього кольору; середньо – в етанолі і не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість барвника до дії температури (до 150 °С) добра, але до дії світла, кислот, лугів – незадовільна. При підлугуванні колір розчину змінюється на зеленувато-жовтий.

Індигокармін використовують окремо або в суміші з іншими барвниками для підфарбовування напоїв, кондитерських виробів (карамелі, драже, пастили, мармеладу, кремів) та ін. Індигокармін на сорти не ділиться.

За органолептичними показниками індигокармін повинен відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 8.

Таблиця 8 - Органолептичні показники індигокарміну

Найменування показника	Характеристика
Колір	Бузково-чорна паста, що не розшаровується, порошок
Колір водного розчину	Синій

За фізико-хімічними показниками індигокармін повинен відповідати нормативам, вказаним у таблиці 9.

Таблиця 9 - Фізико-хімічні показники індигокарміну

Найменування показника	Норма, %
Вміст масової частки барвника	не менше 85
Масова частка сухого залишку, в т.ч. нерозчинних у воді домішок	не менше 45 не більше 0,5
Хімічно чистий барвник в сухому залишку	не менше 50
Натрій сульфат в сухому залишку	не більше 50
Миш'як в сухому залишку	не більше 0,0014
Мідь в сухому залишку	не більше 0,0025
Свинець в сухому залишку	не допускається

Хід виконання роботи

1. Визначення органолептичних показників індигокарміну. Метод заснований на органолептичній оцінці зовнішнього вигляду, кольору індигокарміну.

Техніка визначення. Зовнішній і вигляд і колір барвника визначають візуально шляхом розглядання зразка. Для визначення кольору барвника готують 1% розчин. Заповнюють пробірку отриманим розчином і розглядають у світлі.

2. Визначення масової частки барвника. У конічну колбу відбирають 100 см³ приготовленого 1% розчин барвника, вводять 10 см³ 30% розчину H₂SO₄. Отриманий розчин титрують 0,01 н. розчином KMnO₄ до солом'яно-жовтого кольору. Масову частку (%) барвника в пасті (К) обчислюють за формулою (1.12).

$$K = \frac{a \cdot T \cdot V}{m} \cdot 100 \quad , \quad (1.12)$$

де a – об'єм 0,01 н. розчину KMnO_4 , витраченого на титрування, см^3 ;
 T – дорівнює 0,0023; V – об'єм проби, см^3 ($V = 100 \text{ см}^3$); m – маса наважки зразка барвника, г ($m = 1 \text{ г}$).

3. Визначення рН водного розчину барвника і стійкість кольору від зміни рН. *Техніка визначення.* Від вихідного розчину відбирають пробу об'ємом 20 см^3 і потенціометрично визначають рН розчину. Потім в іншу конічну колбу відміряють 30 см^3 водного розчину барвника і додають кислоти 0,01 н. HCl поступово по 0,1 мл використовуючи мікробюретку, спостерігаючи за показаннями потенціометра. Дослід закінчують при рН 3,0 ... 3,2 і порівнюють колір водного розчину зразка з еталоном. За результатами будують графічну залежність.

Контрольні питання

1. У чому полягає практичне значення барвників?
2. Як класифікуються харчові барвники?
3. Що називається синтетичним барвником?
4. Наведіть класифікацію синтетичних барвників залежно від хімічної структури?
5. Опишіть отримання та методи аналізу синтетичного барвника індигокарміну?
6. У чому полягає практичне значення активної кислотності барвника?
7. Які основні вимоги висувають синтетичним барвникам?

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЧЕРВОНОГО НАТУРАЛЬНОГО ХАРЧОВОГО БАРВНИКА

Мета роботи. Визначити якість натурального червоного барвника *Каркаде*.

Основні теоретичні відомості

Сучасне харчове та косметичне виробництво надає перевагу натуральним барвникам тому що вони нетоксичні, передозування їх не є шкідливим для здоров'я людини, проявляють біологічну активність.

Натуральні барвники зазвичай виділяють з природних джерел у вигляді сумішей сполук, різних за своєю хімічною природою, вміст яких залежить від джерела та технології отримання. Серед натуральних барвників виділяють каротиноїди, антоціани, флаваноїди, хлорофіли та інші. Сировиною для їх отримання є різні частини рослин. Найчастіше для виділення барвників з рослинної сировини використовують екстракційні методи. Також натуральні барвники отримують хімічним або мікробіологічним синтезом.

Барвник каркаде – це натуральний барвник, який виготовляють з рослини гібіскус – *Hibiscus Sabdariffa*. В харчовому виробництві зазвичай використовують водні розчини барвника з концентрацією 40 %, 50 % та 70 %.

До органолептичних показників барвника належать – зовнішній вигляд, смак, запах. До фізико-хімічних показників належать: вміст сухих речовин, вміст забарвлюючих речовин, кислотність, рН, вміст золи, вміст важких металів та миш'яку.

Хід виконання роботи

1. Органолептичні визначення.

Техніка визначення. За зовнішнім виглядом барвник – дрібний порошок темно-червоного кольору. Смак барвника кислий, без сторонніх присмаків, без запаху. Порошок добре розчинний у воді, розчин прозорий, темно-гранатового кольору. Водний розчин каркаде при додаванні лугу набуває синє забарвлення, що характерне для червоних антоціанових барвників. *Техніка визначення.* У

пробірку вносять 20 ... 30 мл водного розчину барвника та додають 5 ... 6 крапель розчину 0,1 н. лугу NaOH. Записують результати спостереження.

2. Визначення розчинності.

Техніка визначення. До натуральних барвників висувають вимоги повного розчинення у воді за температури 20 °С. Для цього в хімічний стакан місткістю 300 см³ наливають 200 см³ дистильованої води, додають 2 г концентрованого натурального барвника та перемішують все скляною паличкою. Вміст стакана роздивляються на світлі. Розчин має бути прозорим, без осаду та муті.

Вимірюють густину отриманого розчину за допомогою ареометра або пікнометра. Відносна густина екстракту – 1,008 ... 1,020 г/см³.

Техніка визначення.

1 спосіб. У мірний циліндр на 50 мл наливають 20 мл розчину барвника та занурюють ареометр, визначають густину.

2 спосіб. Зважують сухий порожній пікнометр на аналітичних терезах з точністю ±0,0001, після чого наливають дистильованої води по мітку та повторно зважують. Після чого виливають воду, сушать пікнометр у сушильній шафі і наливають розчин барвника по мітку, та знову зважують. Розраховують густину за формулою (1.13).

$$\rho = \frac{m_{\text{пik.з.барв.}} - m_{\text{пik.порож.}}}{m_{\text{пik.з.водою}} - m_{\text{пik.порож.}}} \quad (1.13)$$

3. Визначення масової частки сухих речовин. Сутність методу полягає у висушуванні барвника.

Техніка визначення. Наважку барвника масою 2 г зважують з похибкою ±0,0002 г у попередньо висушеному, охолодженому та зваженому бюксі, та висушують у сушильній шафі до постійної маси (протягом 45 хв) за температури 100 ... 105 °С.

Масову частку сухих речовин (X) розраховують у відсотках за формулою (1.14).

$$X = 100 - \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100\% \quad (1.14)$$

де X – масова частка сухих речовин, %;

m_1, m_2, m – маса тигля з наважкою до висушування, після висушування і маса барвника, відповідно, г.

4. Визначення рН барвника. У мірний стакан місткістю 50 см³ вносять 10 мл приготовленого розчину. рН вимірюють на рН-метрі.

5. Визначення кислотності натуральних барвників. Можна визначити прямим титруванням: таку кислотність зазвичай відображають у градусах кислотності, тобто в кількості мілілітрів 1 н. лугу, витраченого на нейтралізацію кислоти в 100 г речовини (або 0,1 н. лугу на 10 г речовини).

Аліквоту 10 см³ заздалегідь приготовленого розчину барвника переносять у стакан на 100 мл та потенціометрично титрують розчином 0,1 н. лугу (NaOH або KOH) додаючи по 1мл, вимірюючи рН у процесі титрування до рН 6,8 ... 7,0. Кислотність, яку можна визначити прямим титруванням (K) у градусах або в см³ 1 н лугу на 100 г барвника обчислюють за формулою (1.15).

$$K = \frac{k \cdot n \cdot V_1 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot 10} \quad , \quad (1.15)$$

де k – коефіцієнт нормальності 0,1 н. розчину лугу (0,7);

V_1 – об'єм мірної колби, см³;

n – кількість 0,1 н. розчину лугу, який витратився на титрування досліджуваного розчину барвника, см³;

m – маса наважки барвника (5 г), г;

V_1 – об'єм мірної колби, см³;

V_2 – об'єм розчину барвника, який було взято для титрування, см³.

За результатами вимірювань будують графік.

6. Експрес-метод визначення природи барвника. Техніка визначення. У пробірку вносять 3 см³ досліджуваного водного розчину барвника, додають чотири краплини 10 %-вого розчину аміаку. Вміст пробірки нагрівають до початку закипання. Якщо в пробірці міститься природній барвник, то розчин набуває темного забарвлення з зеленкуватим відтінком (смарагдовий). Розчин із синтетичним барвником забарвлення не змінює. За

допомогою цього методу червоні синтетичні барвники можна визначати у водних розчинах, безалкогольних напоях, сиропах, вершкових кремах та інших продуктах.

Контрольні питання

1. Наведіть класифікацію барвників, охарактеризуйте переваги та недоліки кожного класу.
2. Чим пояснюється підвищена увага споживачів та спеціалістів до забарвлення продуктів харчування та косметичних засобів?
3. Наведіть приклади природних барвників та охарактеризуйте методи їх отримання.
4. Які показники належать до органолептичних та фізико-хімічних характеристик натуральних барвників.
5. Які барвники належать до синтетичних? Наведіть приклади.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЧЕРВОНОГО СИНТЕТИЧНОГО АЗОБАРВНИКА

ПОНСО 4 R

Мета роботи. Визначити якості синтетичного азобарвника червоного барвника Понсо 4 R.

Основні теоретичні відомості

Термін азобарвники відображає загальну особливість включених у даний стандарт харчових добавок пов'язану з наявністю в їх структурі нітрогрупи (N=N). Метод одержання азобарвників складається з двох основних реакцій – діазотування (утворення діазокомпонента) та азосполучення.

До азобарвників відносяться: тартразин (E 102), жовтий «сонячний захід» (E 110), кармуазин (E 122), пунцовий (Понсо) 4R (E 124), чорний блискучий (E 151). Барвники в різних країнах прийнято називати по-різному, крім того, їх часто продають під торговими марками (табл. 10). Для ідентифікації барвників існує довідник Colour Index (CI).

Таблиця 10 - Позначення та найменування азобарвників

Найменування барвника	Індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок	Номер барвника у міжнародній системі нумерації харчових добавок	Номер барвника у міжнародній класифікації хімічних	Номер барвника у міжнародному каталозі барвників Color Index (CIN ₉₂) речовин	Синонім найменування азобарвника
Тартразин	E 102	102	1934-21-0	19140	Харчовий жовтий 4 (Food Yellow 4)
Жовтий «сонячний захід»	E 110	110	2783-94-0	15985	Харчовий жовтий 3 (Food Yellow 3, FD&C Yellow №6)
Азорубін	E 122	122	3567-69-9	14720	Харчовий червоний 3 (Food Red 3) Кармуазин
Понсо 4 R	E 124	124	2611-82-7	16255	Харчовий червоний 7 (Food Red 7) Кошенільний червоний
Червоний чарівний	E 129	129	25956-17-6	16035	Харчовий червоний 17 (Food Red 17FD&C Red)
Чорний блискучий	E 151	151	2519-30-4	28440	Харчовий чорний 1 (Food black 1)
Коричневий	E 155	155	4553-89-3	20285	Харчовий коричневий

У цьому довіднику кожному барвнику певної хімічної структури привласнений п'ятизначний номер і наведені різні його назви. Індеси СІ наводяться в таблиці 10. Основною перевагою синтетичних барвників є світлостійкість, термостійкість, кислотостійкість та інші. Барвник Понсо 4R відноситься до азобарвників і повинен відповідати показникам якості, що представлені у нормативних документах:

індекс барвника у європейській кодифікації харчових добавок Е 124;

номер барвника у міжнародній системі нумерації харчових добавок – 124;

номер барвника у міжнародній класифікації хімічних речовин – 2611-82-7;

номер барвника у міжнародному каталозі барвників Color Index (CIN_o) – 16225;

синонім найменування азобарвника – Харчовий червоний (Food Red 7), Кошенільний червоний (Cochineal Red A);

хімічна назва – 2-гідрокси-1-(4'-сульфонато-1'-нафтилазо)-6,8-нафталендисульфонат три натрію.

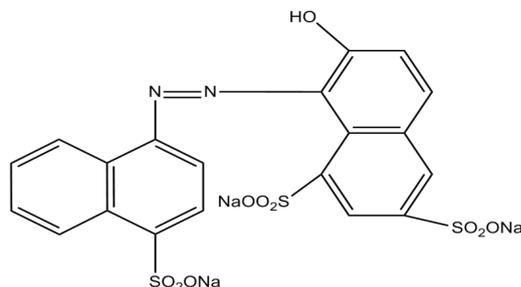


Рис. 8. Структурна формула Понсо 4R

2-гідрокси-1-(4'-сульфонато-1'-нафтилазо) – 6,8-нафталендисульфонат три натрію

Фізико-хімічні властивості. Це червоний порошок або гранулят, який добре розчиняється у воді (140 г/л за кімнатної температури), середньо – в етанолі, не розчиняється в рослинних оліях. Стійкість до дії світла, температури (150 °C) і кислот добра, до дії лугів помірна (з часом з'являється коричнюватий відтінок).

Хід виконання роботи

1. **Органолептичні визначення.** Техніка визначення. Зовнішній вигляд і колір зразка барвника визначають оглядом проби, що розміщена тонким, рівним шаром на скляній пластині на фоні листа білого паперу при

розсіяному світлі. За зовнішнім виглядом барвник – дрібний порошок червоного кольору. Колір водного розчину азобарвника – червоний.

2. Експрес-метод визначення природи барвника. *Техніка визначення.* У пробірку вносять 3 см³ досліджуваного водного розчину барвника, додають чотири краплини 10 %-вого розчину аміаку. Вміст пробірки нагрівають до початку закипання. Якщо в пробірці міститься природній барвник, то розчин набуває темного забарвлення з зеленкуватим відтінком. Розчин із синтетичним барвником забарвлення не змінює. За допомогою цього методу червоні синтетичні барвники можна визначати у водних розчинах, безалкогольних напоях, сиропах, вершкових кремах та інших продуктах.

3. Визначення масової частки речовин, що екстрагуються ефіром.

Метод заснований на екстракції речовин, розчинних у ефірі і висушувани барвника за температури 55 °С і визначенні маси сухого осаду.

Екстракцію проводять за допомогою екстрактора Сокслета. На фільтрувальному папері зважують 2 г барвнику, що аналізується, з точністю до четвертого знаку. Після чого згортають фільтрувальний папір з барвником у вигляді патрону і розміщують у патрон в насадку для екстрагування.

Техніка визначення. Насадку для екстрагування, разом з розмішеним в ній патроном з барвником, з'єднують з колбою, приливають до неї 140 см³ діетилового ефіру і з'єднують насадку для екстрагування з холодильником. Колбу розміщують у нагріту попередньо до температури 55°С гліцеринову баню, що забезпечує рівномірне кипіння діетилового ефіру, після чого збільшуємо температуру до 150 °С. Екстракцію проводять протягом 1 години, після чого відділяють колбу від насадки для екстрагування, зливають діетиловий ефір. Наважку сушать у сушильній шафі за температури 100 °С протягом 1 години після чого охолоджують у ексикаторі протягом 30 хвилин і зважують з точністю до четвертого знаку. Масову частку речовин, що екстрагується ефіром X_1 розраховують за формулою (1.16).

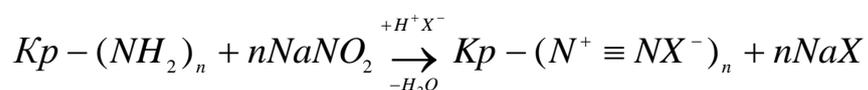
$$X_1 = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} * 100\% \quad , \quad (1.16)$$

де M_1 – маса проби азобарвника до екстрагування ефіром; M_2 – маса проби азобарвника після екстрагування ефіром, висушування у шафі за температури 100 °С, протягом 1 години та після охолодження у ексикаторі протягом 30 хвилин.

4. Визначення кількості забарвлюючих речовин.

Техніка визначення. Вміст основної фарбуючої речовини у барвнику, до складу молекул яких входять аміногрупи (NH_2) або групи, які легко і кількісно можна перетворити на аміногрупи ($-\text{NO}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{N}=\text{N}-$), визначають методом діазотування.

Суть методу полягає в тому, що 100 мл розчину барвника (2 % розчин) підкислюють 5 мл HCl концентрацією 0,1 н. і титрують розчином натрій нітриту концентрацією 0,1 н., у присутності крохмалю (~ 15 крапель) та 1% калій йодиду (~ 18 крапель). Точку еквівалентності реєструють за появою синьо-фіолетового забарвлення розчину. При цьому відбувається діазотування аміногрупи:



Розрахунок відсоткового вмісту барвника у зразку проводять за наступною формулою (1.17).

$$C\% = \frac{V \cdot C_H \cdot \mathcal{E}_{\text{КР}}}{a_{\text{КР}} \cdot 1000} \cdot 100\% \quad , \quad (1.17)$$

де V – кількість мілілітрів розчину NaNO_2 , витраченого на титрування;

C_H – нормальна концентрація розчину NaNO_2 ; $\mathcal{E}_{\text{КР}}$ – еквівалент барвника дорівнює 604,48; $a_{\text{КР}}$ – наважка барвника у грамах.

5. Визначення вмісту хлоридів у барвнику.

У конічній колбі зважують 0,1 г барвника, розчиняють його в 100 мл дистильованої води. Отриманий розчин служить розчином порівняння. Відбирають пробу об'ємом 50 cm^3 та переносять у конічну колбу. Потім

додають 2 краплі розчину метилового червоного. Якщо розчин має жовте забарвлення, то його нейтралізують розведеною сульфатною кислотою до появи рожевої барви. Після цього додають 2,5 мл розчину калій хромату та титрують розчином аргентум нітрату до появи бурого забарвлення, і записують об'єм, що пішов на титрування.

Масову частку хлоридів у досліджуваному зразку в розрахунку на молекулярну масу натрій хлориду у відсотках обчислюють за формулою (1.18).

$$\omega = \frac{V \cdot 0,584}{m}, \quad (1.18)$$

де V – об'єм розчину AgNO_3 ($c=0,1$ моль/л), витраченого на титрування проби, мл; m – маса досліджуваного зразку, г; 0,584 – коефіцієнт перерахунку на NaCl .

6. Визначення рН водного розчину барвника і стійкість кольору від рН.

Техніка визначення. Від розчину порівняння в конічну колбу відбирають пробу об'ємом 10 см^3 і потенціометрично визначають рН розчину. Після чого додають по 0,5 мл 0,05 н. кислоти HCl , спостерігаючи за показаннями потенціометра. Дослід закінчують при рН 3,0 і порівнюють колір водного розчину зразка з еталоном.

Від розчину порівняння відбирають пробу об'ємом 10 мл і потенціометрично визначають рН розчину аналогічним чином, як у минулому досліді, і додають по 0,5 мл розчину лугу NaOH концентрацією 0,1 н., спостерігаючи за показаннями потенціометра. Дослід закінчують при рН 11,0 і порівнюють колір водного розчину зразка з еталоном. За результатами будують графічну залежність.

Контрольні питання

1. Які барвники називають азобарвниками?
2. Вкажіть основні методи технічний аналізу для азобарвників.
3. Як здійснюється експрес-метод визначення природи барвника?
4. Опишіть основні фізико-хімічні властивості барвника Понсо 4 R.

5. Опишіть метод визначення масової частки речовин, що екстрагуються ефіром.
6. Опишіть особливості екстракції за допомогою екстрактора Сокслета.
7. Яка реакція називається діазотуванням? В яких умовах вона проводиться?
8. З якою метою проводять визначення вмісту основної речовини в барвниках?
9. У чому полягає перевага і недоліки азобарвників в порівнянні з іншими барвниками?

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТИТРОВАНОЇ КИСЛОТНОСТІ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ТА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи. Визначити титровану кислотність переліку харчових добавок, та харчових продуктів (вина і вино продуктів, соків плодово-ягідних, молока).

Основні теоретичні відомості

Визначення концентрації титрованих кислот у вині, виновиробах, соках плодово-ягідних проводиться відповідно до ГОСТ 14252.

Молоко і молочні продукти містять такі харчові речовини, як молочний жир, білки, цукор, ферменти, вітаміни, а також воду, солі органічних і неорганічних кислот та інше.

Таким чином до основних фізико-хімічних показників якості продукції, яку виробляє молочна промисловість, належать ті, що контролюють, в основному, вміст цих речовин. Крім того, до показників якості молочних продуктів належать встановлені нормативною документацією значення таких характеристик, як густина, ступінь стійкості, точка замерзання, вміст сухих речовин і сторонніх домішок, а також кислотність.

Кислотність є основним показником, за яким визначають свіжість молока, а також якість і правильність виготовлення молочнокислої продукції. У свіжому молоці, в якому мікроорганізми ще не встигли розмножитися, молочна кислота практично відсутня. Кислотність свіжого молока залежить також від наявності в ньому білків, лимонної кислоти, вуглекислоти, кислих, фосфорнокислих і лимоннокислих солей та інших кислих сполук. Під час зберігання молока кислотність зростає внаслідок утворення молочної кислоти при молочнокислому шумування. Молоко з підвищеною кислотністю не витримує нагрівання – воно згортається. Кислотність може також знижуватися внаслідок фальсифікації молока (розведення його водою, додавання в нього соди). Кислотність молочних продуктів може бути виражена двома показниками: кислотністю, що титрується (виражається в градусах Тернера для молока, вершків та інших молочних продуктів і градусах Кетсторфера для

вершкового масла) і концентрацією водних іонів (величина рН). Титрованою кислотністю називають кількість вільних органічних кислот і їх кислих солей, що містяться в досліджуваному продукті. Кислотність продуктів, що містять різні кислоти і значну кількість кислих солей, виражають у градусах. Під градусом кислотності розуміють обсяг 0,1 н. розчину NaOH, необхідного для нейтралізації кислот, що містяться в 100 г досліджуваного продукту.

У відсотках до переважаючої кислоти висловлюють кислотність плодово-ягідних соків (яблучна), маринадів (оцтова), квашених овочів (молочна).

Кислотність молочних продуктів виражають у градусах Тернера, означають обсяг 0,1 н. розчину NaOH, необхідного для нейтралізації кислот, що містяться в 100 мл або 100 г продукту.

1. Визначення масової концентрації кислот, що титруються із застосуванням індикатора.

1.1. Визначення кислотності вина та виноматеріалів, що титрується.

Техніка визначення. При видаленні двоокису вуглецю нагріванням до доведеного до кипіння вину додають 1 см³ розчину бромтимолового синього й титрують розчином натрій гідроксиду з концентрацією 0,1 моль/дм³ до появи зелено-синього забарвлення, а потім відразу ж доливають 5 см³ буферного розчину. Отриманий розчин служить розчином порівняння. Потім в іншу конічну колбу відміряють 10 см³ вина, 30 см³ дистильованої води, нагрівають до кипіння, додають 1 см³ розчину бромтимолового синього й титрують розчином натрій гідроксиду з концентрацією 0,1 моль/дм³ до появи забарвлення; ідентичного забарвленню розчину порівняння.

Масову концентрацію кислот, що титруються (JV), виражають у г/дм³ у перерахуванні на винну кислоту для виноградних вин, виноматеріалів і в перерахуванні на яблучну кислоту для плодових, вин, виноматеріалів, обчислюють за формулою (1.19).

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 1000}{10}, \quad (1.19)$$

де V – об'єм розчину натрій або калій гідроксиду з концентрацією 0,1 моль/дм³, витрачений на титрування 10 см³ вина, виноматеріалів, см³;

де K – маса кислоти, г, що відповідає 1 см³ розчину натрій або калій гідроксиду з концентрацією 0,1 моль/дм³ і дорівнює для винної кислоти 0,0075, для яблучної – 0,0067; 1000 – коефіцієнт перерахування результатів на 1 дм³; 10 – об'єм досліджуваного вина, виноматеріалів, узятий для титрування, см³.

Для плодово-ягідних спиртованих соків обробка результатів – за ДСТУ 28539-90.

1.2. Визначення титрованої кислотності соку.

Техніка визначення. Для визначення титрованої кислотності по 10 мл освітленого соку домашнього виробництва та промислового поміщають у 2 конічні колби ємністю 200 ... 300 мл, у які додають 100 мл дистильованої води й 1 мл розчину фенолфталеїну, що при зникненні кислотності в пробі дає рожеве фарбування. Отриману суміш у колбах нагрівають до кипіння, а потім у гарячій розчин поступово додають 0,1 н. розчин лугу до появи рожевого фарбування, що не зникає півхвилини. 1 мл 0,1 н. розчину лугу насичують 0,0067 г яблучної кислоти.

2. Визначення масової концентрації кислот, що титруються із застосуванням потенціометра.

2.1. *Техніка визначення.* У склянку відміряють 10 см³ вина, виноматеріалів, плодово-ягідних, з яких попередньо видаляють карбон (IV) оксид, і додають 10 см³ свіжо кип'яченої охолодженої дистильованої води й титрують розчином натрій гідроксиду з концентрацією 0,1 моль/дм³ по 1 см³ 10 раз, а потім по 0,5 см³, спостерігаючи за показниками потенціометра. Титрування закінчують при рН 7,0.

2.2. *Техніка визначення.* У дві склянки на 100 см³ вносять піпеткою 25 см³ соку магазинного та соку домашнього виробництва. Для аналізу продуктів з високою в'язкістю й (або) з високим вмістом часток м'якоті (наприклад для пульпи) беруть відповідно наважку проби й розбавляють водою так, щоб дотримувалася вищевказана умова. Проби в двох склянках за температури 20 °С

починають перемішувати магнітною мішалкою й титрують із бюретки розчином натрій гідроксиду до значення рН 8,1. Вимірюють об'єм розчину, що пішов на титрування. Кислотність, що титрується, обчислюють за формулою (1.20).

$$C_H = \frac{1000 \cdot V_1 \cdot C}{V_0}, \quad (1.20)$$

де V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, що пішов на титрування, см³;

C – точна концентрація розчину натрій гідроксиду, моль/дм³;

V_0 – об'єм проби зразка, що взято на титрування (як правило 25 см³).

3. Методи визначення титрованої кислотності молока.

3.1 Техніка визначення. У 2 конічні колби місткістю 150 ... 200 мл відміряють за допомогою піпетки 10 мл молока (домашнє та магазинне за вказівкою викладача), додають 20 мл дистильованої води й три краплі 1 % спиртового розчину фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують і титрують 0,1 н. розчином натрій гідроксиду до появи слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв. Кислотність молока в градусах Тернера дорівнює кількості мілілітрів 0,1 н. розчину натрій гідроксиду (розжарюй), витраченого на нейтралізацію 10 мл молока, помноженому на 10. Розбіжність між паралельними визначеннями повинне бути не вище 10 Т.

4. Метод формольного титрування.

Метод формольного титрування заснований на нейтралізації карбоксильних груп моноамінодікарбонових кислот білків розчином натрій гідроксиду, кількість якого, витраченого на нейтралізацію, пропорційна масовій частці білка в молоці.

Техніка визначення. У 2 стакан на 100 мл поміщають по 20 см³ молока (1 – магазинне, 2 – домашнє) і стрижень магнітної мішалки. Склянки встановлюють на магнітній мішалці, вмикають двигун мішалки й занурюють електроди потенціометричного аналізатора в молоко. Титрують розчином натрій гідроксиду 0,1 н. по 2 см³ в склянці з молоком, нейтралізуючи останнє. По досягненні точки еквівалентності (рН = 9) визначають кількість розчину лугу,

витраченого на нейтралізацію молока, до внесення формальдегіду, і вносять у склянки 5 см³ формальдегіду. Після 2 ... 2,5 хвилин знову титрують розчином гідроксиду натрію в склянці з молоком, нейтралізуюче останнє. Після закінчення процесу визначають загальну кількість розчину, витраченого на нейтралізацію. Паралельно проводять контрольний дослід по нейтралізації суміші 20 см³.

5. Визначення титрованої кислотності харчових добавок для м'ясної промисловості.

Для визначення титрованої кислотності зважують 0,5 г наважки харчової добавки, яку переносять у конічну колбу ємністю 200 ... 300 мл, додають 100 мл дистильованої води і титрують розчином лугу, при попередньому додаванні декількох крапель розчину фенолфталеїну, що при зникненні кислотності в пробі дає рожеве фарбування.

Таблиця 11 - Перелік сумішей харчових добавок для визначення титрованої кислотності

Мортадел Комбі CPF Добавка харчова комплексна	Стабілізатор Е 450, підсилювач смаку та аромату Е 621, антиоксидант Е 300, екстракти прянощів, антиспікаючий агент Е 551.
«Сосиски молочні»	Полі- та натрій трифосфати (Е 451, 452), ізоаскорбати (316), цукор, підсилювач смаку (Е 621, Е 627, Е 631), спеції та прянощі.
Суміш смакова «М'ясний»	Декстроза харчова кристалічна гідратна, ароматизатори: «Тірольський», «Яловичина», підсилювач смаку та аромату – натрій глютамат (Е 621), антиспікаючий агент силіцій (IV) оксид (Е 551).
Суміш функціональна «Ультра-комбі» №5303	Підсилювачі смаку: натрію глютамат Е 621; натрій інозинат Е 631. Стабілізатор: натрій триполіфосфат харчовий Е 451; Глюкоза; Мальтодекстрин; Сіль поварена. Антиоксиданти: натрій еріторбат Е 316. Ароматизатори на олійній основі. Екстракти прянощів на олійній основі: перцю чорного; часнику.
Добавка комплексна стабілізуюча зі спеціями та ароматизаторами «Мітлайф АС 10/23» «Сливочная»	Натрій глютамінат (Е 621), ароматизатор ідентичний натуральному. Натуральний екстракт прянощів.
Смакоароматична домішка «Вершки»	Підсилювачі смаку та аромату (Е 621, Е 627, Е 631), мальтодекстрин, сіль кухонна, ароматизатор вершково-молочний.

Контрольні питання

1. Опишіть основні методи визначення концентрації титрованих кислот у вині, виновиробах, соках плодово-ягідних відповідно до ГОСТ 14252.
2. Опишіть методи визначення титрованої кислотності відповідно ГОСТ ISO 750-2013.
3. Поняття і хід визначення титрованої кислотності соку.
4. Розрийте поняття активної та титрованої кислотності.
5. Опишіть метод формольного титрування та метод визначення титрованої кислотності молока.
6. Опишіть методику визначення масової концентрації кислот, що титруються, із застосуванням індикатора.
7. Опишіть методику визначення масової концентрації кислот, що титруються, із застосуванням потенціометра.

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи. Ознайомитись з методами визначення вмісту сульфїтної кислоти в цукрових кондитерських виробах та плодово-ягідних напївфабрикатах.

1. Визначення вмісту сульфїтної кислоти в соках.

Техніка визначення. У двї конїчні колби вносять по 50 см³ досліджуваного соку, по 2 см³ розчину калїй гїдроксиду концентрацією 1 моль/дм³, колбу закривають пробкою і залишають у спокої протягом 1 хв. Потїм додають 2 см³ 6 моль/дм³ розчину хлоридної кислоти і відразу титрують розчином йоду концентрацією 0,02 моль/дм³, застосовуючи як індикатор 1 см³ 1 %-вого розчину крохмалю.

У другу колбу додають 1 см³ 40 %-вого розчину формалїну, закривають пробкою і залишають у спокої на 10 хв, пїсля чого титрують розчином йоду концентрацією 0,02 моль/дм³ у присутності індикатора крохмалю.

Масову частку сульфїтної кислоти, %, визначають за формулою (1.21).

$$X = \frac{(V - V_1)K \cdot 0.00064 \cdot 100}{P}, \quad (1.21)$$

де V_1, V_2 – об'єм розчину йоду концентрацією 0,02 моль/дм³, витраченого на титрування відповідно у першому та другому дослідїах, см³; 0,00064 – поправковий коефіцієнт перерахунку розчину йоду на сульфїтний ангїдрид; K – поправковий коефіцієнт для перерахунку розчину йоду на точно 0,02 моль/дм³; P – наважка досліджуваної речовини, г.

2. Визначення вмісту сульфїтної кислоти в мармеладї, пастильних виробах, карамелї з фруктовими начинками та цукерках з плодово-ягідними корпусами.

Техніка визначення. У хїмічну склянку відважують 5 г подрїбненого продукту, розчиняють у 50 см³ дистильованої води при нагрїваннї на електроплитцї, пїсля чого охолоджують і без втрат переносять у конїчну колбу мїсткїстю 250 см³, закривають гумовою або притертою пробкою і збовтують протягом 5 хв. Потїм додають 25 см³ розчину калїй гїдроксиду

концентрацією 1 моль/дм³, колбу закривають пробкою, збовтують і залишають у спокої на 15 хв. Обережно до вмісту колби за допомогою циліндра додають 10 см³ розчину сульфїтної кислоти (на 1 частину кислоти додають 3 об'єми води), 1 см³ розчину крохмалю і титрують розчином йоду концентрацією 0,01 моль/дм³ до появи синього забарвлення, що не зникає під час перемішування.

Контрольний дослід ставлять за тих самих умов, але замість розчину беруть 50 см³ дистильованої води.

Масову частку сульфїтної кислоти, %, визначають за формулою (1.22).

$$X = \frac{(V - V_1) \times K \times 0,32 \times 100}{M \times 1000}, \quad (1.22)$$

де V , V_1 , – об'єм розчину йоду концентрацією 0,01 моль/дм³, витраченого на титрування відповідно досліджуваного фільтрату та контролю, см³; K – поправковий коефіцієнт до розчину йоду; 0,32 – кількість міліграмів сульфур (IV) оксиду, яка відповідає 1 см³ 0,01 моль/дм³ розчину йоду; M – маса наважки продукту, г; 1000 – перерахунок грамів у міліграми.

Контрольні питання

1. З якою метою застосовуються консерванти в харчових технологіях?
2. Як проводиться визначення вмісту сульфїтної кислоти в кондитерських виробках?
3. Вкажіть основні параметри якості соків.
4. Як проводиться визначення вмісту сульфїтної кислоти в продуктах харчування (на прикладі кондитерських виробів, соків)?
5. Наведіть методи визначення якості соків при застосуванні нормативної документації (ГОСТ 32102-2013 Консервы. Продукция соковая. Соки фруктовые концентрированные. Общие технические условия).

АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАТРІЮ ГІДРОКАРБОНАТУ

Мета роботи. Визначити органолептичні та фізико-хімічні показники натрій гідрокарбонату різних гатунків.

Основні теоретичні відомості

При виробництві кондитерських виробів з борошна (за винятком галет, крекерів та ряду інших) як розпушувач використовують не дріжджі, а хімічні добавки – розпушувачі, що пов'язане зі значним вмістом у рецептурі цих виробів цукру і жиру. Великі концентрації цукру збільшують осмотичний тиск у рідкій фазі тіста і викликають плазмоліз дріжджових клітин, що припиняє їх життєдіяльність. При внесенні в тісто значних кількостей жиру він повністю вкриває дріжджову клітину плівкою, непроникною для води і поживних речовин, без яких дріжджі існувати не можуть.

Усі хімічні розпушувачі можна розділити на дві групи: лужні і кислотно-лужні. До першої групи належать гідрокарбонат натрію і карбонат амонію.

Застосування цих двох розпушувачів має загальний і досить суттєвий недолік, пов'язаний з тим, що при їх розкладанні утворюються сполуки (натрій карбонат при використанні натрій гідрокарбонату та аміак при використанні амоній карбонату), які надають готовим виробам лужну реакцію. У зв'язку з цим лужність виробів обмежена і не повинна перевищувати 2°.

Для уникнення цього недоліку, застосовують кислотно-лужні розпушувачі, які є сумішшю натрій гідрокарбонату з різними кислими солями. В результаті реакція готового продукту нейтральна, витрати натрій гідрокарбонату знижуються в два рази, так як він розкладається при нагріванні повністю. Однак використання кислотно-лужних розпушувачів не дуже розповсюджене в нашій країні, так як вироби набувають специфічний смак, що відрізняється від звичного смаку продукту, приготованого на лужних розпушувачах.

Натрій гідрокарбонат за фізико-хімічними показниками повинен відповідати ряду вимог, висунутих у ГОСТ 2156-76.

Розпушуюча дія цієї сполуки проявляється при нагріванні, коли проходить його розкладання з виділенням карбон (IV) оксиду за рівнянням:



Натрій гідрокарбонат як розпушувач має ряд недоліків: реакція його розкладання проходить не до кінця, тому виділяється тільки 50 % вільної вуглекислоти, яка бере участь в розпушуванні тіста; натрій карбонат, що утворюється, надає готовим виробам специфічний присмак.

Хід виконання роботи

1. Визначення масової частки вологи. Сутність методу полягає у висушуванні натрій гідрокарбонату в ексикаторі над попередньо просушеним силікагелем або кальцій оксидом.

Техніка визначення: у висушений і зважений бюкс беруть наважку натрій гідрокарбонату масою 3 г з похибкою $\pm 0,0002$ г. Бюкс з наважкою вміщують в ексикатор з осушувачем і висушують до постійної маси. Масову частку вологи (B) розраховують у відсотках на 100 г продукту за формулою (1.23).

$$B = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (1.23)$$

де B – масова частка вологи, %; m_1 , m_2 , m – маса тигля з наважкою до висушування, після висушування і маса натрій гідрокарбонату, відповідно, г.

2. Визначення масової частки натрій гідрокарбонату.

Техніка визначення: в заздалегідь прожарений і зважений тигель беруть наважку масою 2 г з похибкою $\pm 0,0002$ г. Тигель з наважкою прожарюють за температури 300 °С до постійної маси. Розраховують втрату маси при прожарюванні (Π) за формулою (1.24).

$$\Pi = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (1.24)$$

де Π – втрата ваги при прожарюванні, %;

m_1 , m_2 , m – маса тигля з наважкою до прожарювання, після прожарювання і маса натрій гідрокарбонату, відповідно, г.

Масову частку натрій гідрокарбонату (D) розраховують за формулою (1.25).

$$D = \frac{(P - B) \cdot 2,71 \cdot 100}{100 - B}, \quad (1.25)$$

де D – масова частка натрій гідрокарбонату в перерахунку на сухі речовини, %; P – втрата маси при прожарюванні, %; B – масова частка вологи, %; $2,71$ – коефіцієнт перерахунку втрати ваги ($H_2O + CO_2$) на натрій гідрокарбонат.

3. Визначення масової частки натрій карбонату в натрій гідрокарбонаті

Метод заснований на титруванні натрій карбонату в присутності індикатора метилового оранжевого.

Техніка визначення: наважку натрій гідрокарбонату масою 2 г, зважену з похибкою $\pm 0,0002$ г, переносять у конічну колбу місткістю 250 см³, розчиняють у 100 см³ дистильованої води, додають декілька крапель розчину метилового оранжевого і титрують 1 н. розчином сульфатної або хлоридної кислоти до рожево-оранжевого кольору.

Розраховують загальну лужність (L) за формулою (1.26).

$$L = \frac{V \cdot 0,084 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - B)}, \quad (1.26)$$

де L – загальна лужність у перерахунку на сухі речовини, %; V – кількість 0,1 н. розчину сульфатної або хлоридної кислоти, витрачена на титрування, см³; $0,084$ – кількість натрій гідрокарбонату, що відповідає 1 см³ точно 1 н. розчину кислоти, г; m – маса натрій гідрокарбонату, г; B – масова частка вологи, %.

Масову частку натрій карбонату (X) розраховують за формулою (1.27).

$$X = (L - B) \cdot 0,631, \quad (1.27)$$

де X – масова частка натрій карбонату в перерахунку на сухі речовини, %; L – загальна лужність у перерахунку на сухі речовини, %; B – масова частка вологи, %; $0,631$ – коефіцієнт перерахунку натрій гідрокарбонату на натрій карбонат.

Результати визначення фізико-хімічних показників заносять у таблицю 12.

Таблиця 12 - Вимоги нормативної документації до органолептичних та фізико-хімічних показників натрій гідрокарбонату

Параметри визначення	Вимоги ГОСТ 2156-76 до гатунків			Характеристика продукту	Відповідність показників вимогам ГОСТ
	вищий	I	II		
Масова частка натрій гідрокарбонату, %, в перерахунку на сухі речовини, не менше	99,5	99,0	98,5		
Масова частка натрій карбонату, % в перерахунку на сухі речовини, не більше	0,4	0,7	1,0		
Масова частка вологи, % в перерахунку на сухі речовини, не більше	0,1	0,2	1,0		

Контрольні питання

1. У яких випадках і чому як розпушувачі тіста використовують хімічні розпушувачі?
2. На чому заснована дія лужних хімічних розпушувачів? В чому їх особливості?
3. У чому особливість визначення масової частки вологи в натрій гідрокарбонаті?
4. У чому сутність методів визначення масової частки натрій гідрокарбонату і натрій карбонату в натрій гідрокарбонаті?
5. Що таке кислотно-лужні розпушувачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Commission Implementing Regulation (EU) № 872/2012 of 1 Oct. 2012 adopting the list of flavoring substances provided for by Regulation (EC) № 2232/96 of the European Parliament and of the Council, introducing it 251 in Annex I to Regulation (EC) № 1334/2008 of the European Parliament and of the Council and repealing Commission Regulation (EC) № 1565/2000 and Commission Decision 1999/217/EC // Official J. Eur. Union, 2012. – L. 267. – 161 p.
2. Commission Regulation (EU) № 873/2012 of 1 October 2012 on transitional measures concerning the Union list of flavorings and source materials set out in Annex I to Regulation (EC) № 1334/2008 // Official J. Eur. Union, 2012. – L. 267. – P. 162–164.
3. Regulation (EC) № 1334/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on flavoring and certain food ingredients with flavoring properties for use in and on food and amending Council Regulation (EEC) № 1601/91, Regulations (EC) № 2232/96 and (EC) No 110/2008 and Directive 2000/13/EC // Official J. Eur. Union, 2008. – L. 354. P. 34–50.
4. Кулёв Д. Х. Нормативная база производства пищевых, добавок, их классификация и кодирование. / Д. Х. Кулёв // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки: научно-теоретический и производственный журнал. – М. : Пищевая промышленность, 2005. – № 2. – С. 64–66.
5. Бессонов В. В. Пищевые красители в современной индустрии пищи – безопасность и контроль / В. В. Бессонов, О. И. Передеряев, М. Н. Богачук, А. Д. Малинкин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 12. – С. 20–24.
6. Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания. – М. : Медицина, 1991. – 158 с.
7. Смирнов Е. В. Пищевые красители: справ. / Е. В. Смирнов – СПб. : Профессия, 2009. – 352 с.
8. Пацовский А. П. Красители пищевые. Методы их анализа в продовольственных товарах / А. П. Пацовский. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 319 с.

9. Болотов В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2007. – 240 с.
10. Харламова О. А. Натуральные пищевые красители / О. А. Харламова, Б. В. Кафка. – М. : Пищ. пром-ть, 1989. – 191 с.
11. Аналитическая химия органических красителей / под ред. К. Ванкатарамана. – М. : Химия, 1979. – С. 574–598.
12. Байдичева О. В. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции / О. В. Байдичева, В. В. Хрипушин, Л. В. Рудакова, О. Б. Рудаков // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 20–22.
13. Болотов В. М. Основные физико-химические свойства и применение гидрофилизированных каротиноидных пигментов растительного сырья России / В. М. Болотов, Е. В. Комарова // Известия вузов. Пищевая технология. – 1999. – № 4. – С. 26–28.
14. Рудаков О. Б. Хроматографический способ идентификации натуральных и искусственных каротиноидов в пищевых продуктах / О. Б. Рудаков, В. М. Болотов // Хранение и переработка сельхоз. сырья. – 1998. – № 5. – С. 26–27.
15. Нечаев А. П. Пищевые красители. Пищевые ингредиенты (сырье и добавки) / А. П. Нечаев, В. М. Болотов. – М. : Пищ. пром-ть, 2001. – 214 с.
16. Food Additives / Ed. A. L. Branen et al. 2nd ed. New York and Basel: Marcel Dekker, 2001. – 953 p.
17. Food additives and hyperactive behavior in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial / D. McCann, A. Barrett, A. Cooper, D. Crumpler, L. Dalen, K. Grimshaw, E. Kitchin, K. Lok, L. Porteous, E. Prince, E. Sonuga-Barke, J.O. Warner, J. Stevenson. – Lancet, 2007. – 370 (9598). – P. 1560–1567.
18. Герасимов А. В. Качественная и количественная интерпретация тонкослойных хроматограмм синтетических пищевых красителей в условиях

неполного разделения / А. В. Герасимов // Журнал аналитической химии. – 2000. – Т. 55, № 12. – С. 1292–1297.

19. Красникова Е. В. Современные методы контроля синтетических красители / Е. В. Красникова, Н. В. Рудометова // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки: научно-теоретический и практический журнал. – 2007. – № 1. – С. 31–35.

20. Boyce M. Determination of additives in food by capillary electrophoresis / M. Boyce // Electrophoresis. – 2001. – 22 (8). – P. 1447–1459.

21. Morlock G. E. Rapid planar chromatographic analysis of 25 water-soluble dyes used as food additives / G. E. Morlock, C. M. Oellig // JAOAC Int. – 2009. – 92 (3). – P. 745–56.

22. Tateo F. Rapid detection of dimethyl yellow dye in curry by liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry / F. Tateo, M. Bononi, F. Gallone // Czech J. Food Sci. – 2010. – 28. – P. 427–432.

23. Hope C. High-performance liquid chromatography of food colours and its relevance in forensic chemistry / C. Hope, R. Connors // Journal of Chromatography A. – 1994. – 674 (1-2). – P. 281–299.

24. Greenway G. The determination of food colors by HPLC with on-line dialysis for sample preparation / G. M. Greenway, N. Kometa, R. Macrae // Food Chemistry. – 1992. – 43 (2). – P. 137–140.

25. Oka H. Identification of unlawful food dyes by thin-layer chromatography-fast atom bombardment mass spectrometry / H. Oka, Y. Ikaia, T. Ohno, N. Kawamura, J. Hayakawa, K. Harada, M. Suzuki // Journal of Chromatography A. – 1994. – 674 (1-2). – P. 301–307.

26. Gosetti F. HPLC-MS degradation study of E110 Sunset Yellow FCF in a commercial beverage / F. Gosetti, V. Gianotti, S. Polati, M. Gennaro // Journal of Chromatography A. – 2005. – 1090 (1-2). – P. 107–115.

27. Coelho T. M. Photoacoustic spectroscopy as a tool for determination of food dyes: comparison with first derivative spectrophotometry / T. M. Coelho,

E. C. Vidotti, M. C. Rollemberg, A. N. Medina, M. L. Baesso, N. Cella, A. C. Bento // Talanta. – 2010. – P. 202–207.

28. Manuals of food quality control. Additives, contaminants, techniques. // FAO Food and nutrition paper. – 1980. – 14 (2). – P. 47–97.

29. Методи контролю харчових виробництв: навч. посіб. / уклад. Н. І. Штангеева, Л. І. Чернявська, Л. П. Рева та ін. – Київ : УДУХТ, 2000. – 240 с.

30. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» № 2809 – IV від 06.09.2005 // Відомості Верховної Ради України. – 2005. – № 50. – 533 с.

31. Закон України «Про ратифікацію Протоколу про вступ України до Світової організації торгівлі» № 250 – VI від 10. 04. 2008 // Відомості Верховної Ради України. – 2008. – № 23. – 213 с.

32. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. МБТiСН № 5061-89 от 01.08.89. М-во здравоохранения СССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v5061400-89>.

33. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах» № 12 від 04.01.1999 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/12-99-%D0%BF>.

34. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах» № 342 від 17.02.2000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/342-2000-%D0%BF>

35. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах» № 1140 від 21.07.2000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1140-2000-%D0%BF>.

36. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 26 лютого 2000» № 403 № 1656 від 08.11.2000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1657-2000-%D0%BF>

37. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України» № 12 від 04.01.1999 № 674 від 21.06.2001 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP010674.html

38. Постанова Кабінету Міністрів України «Про доповнення переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах» № 143 від 11.02.2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/143-2004-%D0%BF>

39. Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 1991. – 160 с.

40. Санітарні Правила і Норми по застосуванню харчових добавок. Наказ МОЗ України. – № 222 від 23.03.1996 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96>

41. Технічний регламент «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». (ТР ТС 029/2012). Принято рішенням Ради Євразійської економічної комісії від 20.07.2012. – № 58. – 306 с.

42. Оценка некоторых пищевых добавок и контаминантов. 41 доклад объединенных экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам. – М. : Медицина, 1994. – 72 с.

43. Оценка некоторых пищевых добавок и контаминантов. 37 докладов объединенных экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам. – М. : Медицина, 1974. – 48 с.

44. Что такое Кодекс Алиментариус ? / пер. с англ. – М. : Весь Мир, 2006. – 44 с.

45. Смоляр В. І. Історія харчування / В. І. Смоляр. – Київ : Медицина України, 2006. – 351 с.
46. Комиссия Кодекс Алиментариус. Руководство по процедуре / пер. с англ. – М. : Весь Мир, 2007. – 184 с.
47. Кодекс Алиментариус. Гигиена пищевых продуктов. Базовые тексты / пер. с англ.. – М. : Весь Мир, 2006. – 76 с.
48. Кодекс Алиментариус. Гигиена пищевых продуктов / пер. с англ. – М. : Весь Мир, 2007. – 124 с.
49. Безпека продуктів харчування, відстеження та відповідальність у харчовому ланцюзі: програма технічної допомоги Європейського Союзу Україні. Європейська Комісія: Проект Тасіс «Створення механізму сертифікації та контролю стандартів сільськогосподарської продукції відповідно до вимог СОТ–СФС». – 2005. – 48 с.
50. Смоляр В. І. Система НАССР: довід. / В. І. Смоляр. – Львів : Леонорм Стандарт, 2003. – Серія «Нормативна база підприємства». – 218 с.
51. Слободкін В. І. Світові системи забезпечення якості і безпечності харчових продуктів та здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду за умов їх розвитку: посіб. [для фахівців санепідслужби] / В. І. Слободкін, В. М. Світа. – Київ : НМАПО ім. П. Шупика і Центральна СЕС МОЗ України. – 2007. – 55 с.
52. Аналітична хімія: навч. посіб. / О. М. Гайдукевич, В. В. Болотов, Ю. В. Сичта та ін. – Харків : Основа, 2000. – 432 с.
53. Нечаев А. П. Пищевая химия: учеб. / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев. – 2-е изд., перераб. и испр. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 640 с.
54. Schuster R. Determination of amino acids in biological, pharmaceutical, plant and food samples by automated precolumn derivatization and high performance liquid chromatography / R. Schuster // Journal of Chromatography. – 1988. – № 431. – P. 271–284.

55. Беллами П. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул / П. Беллами. – М. : Химия, 1971. – 313 с.
56. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография / Ю. Кирхнер, пер. с англ. – В 2 т. – М. : Мир, 1981. – Т. 1. – 616 с.; Т. 2. – 523 с.
57. Тулюпа Ф. М. Аналітична хімія: навч. посіб. / Ф. М. Тулюпа, І. С. Панченко. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2002. – 657 с.
58. Дудко В. В. Химический анализ лекарственных веществ: учеб. пособие / В. В. Дудко, Л. А. Тихонова. – Томск : СибГМУ, 2009. – 63 с.
59. Малышева Ю. Б. Идентификация органических веществ / Ю. Б. Малышева, А. Ю. Федоров, Т. И. Старостина. – Н./Новгород : Нижегородский госунив., 2010. – 34 с.
60. Combined Compendium of Food Additive Specification. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Vol. 4. Analytical methods, test procedures and laboratory solutions used by and referenced in the food additive specifications // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2006. – 296 с.
61. Аналитическая химия. Количественный химический анализ: учеб. пособие / под ред. В. Ф. Юстратовой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово, 2005. – 160 с.
62. Долгополов Н. В. Электронный нос – новое направление индустрии безопасности / Н. В. Долгополов, М. Яблоков // Мир и безопасность. – 2007. – № 3. – С. 54–59.
63. Державна Фармакопея України / 2-е вид. доповн. – Харків : Науково-експертний фармакопейний центр, 2008. – 620 с.
64. Власов Ю. Г. Химические сенсоры и их системы / Ю. Г. Власов, Ю. Е. Ермоленко, А. В. Легини др. // Журнал аналитической химии. – 2010. – № 9. – С. 900–919.
65. Власов Ю. Г. Электронный язык – системы химических сенсоров для анализа водных сред / Ю. Г. Власов, А. В. Легин, А. М. Рудницкая // Российский хим. журн. – 2008. – № 2. – С. 101–112.

66. Кучменко Т. А. Сравнительная оценка возможностей интегрального и дифференциального анализаторов газа типа «Электронный нос» для исследования мясных продуктов / Т. А. Кучменко, Д. А. Погребная // Аналитика и контроль. – 2011. – № 3. – С. 313–323.
67. Swain T. The phenolic constituents of *Prunus Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // *Journal of Science and Food Agriculture*. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
68. Jackman R. L. Anthocyanins as food colorants. A review / R. L. Jackman, R. Y. Yada, M. A. Tung, R. A. // *Speers Journal of Food Biochemistry*. – 1987. – 11(3). – P. 201–247.
69. Sigurdson G. T. Natural colorants: Food colorants from natural sources / G. T. Sigurdson, P. Tang, M. M. Giusti // *Annual Review of Food Science and Technology*. – 2017. – 8 (1). – P. 261–280.
70. Amchova P. Health safety issues of synthetic food colorants / P. Amchova, H. Kotolova, J. Ruda-Kucerova // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 2015. – 73 (3). – P. 914–922.
71. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC) on a request from the Commission on the results of the study by McCann, et al. on the effect of some colours and sodium benzoate on children's behavior // *EFSA Journal*. – 2008. – № 660. – P. 54.
72. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the re-evaluation of Allura Red AC (E 129) as a food additive on request from the European Commission // *EFSA Journal*. – 2009. – № 7. – P. 39.
73. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the re-evaluation of Azorubine Carmoisine (E 122) as a food additive on request the European Commission // *EFSA Journal*. – 2009. – № 7. – P. 40.

74. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the re-evaluation of Quinoline Yellow (E 104) as a food additive // EFSA Journal. – 2009. – № 7. – P. 29.

75. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the re-evaluation of Sunset Yellow FCF (E 110) as a food additive on request from the European Commission // EFSA Journal. – 2009. – № 7. – P. 44.

76. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the re-evaluation Tartrazine (E 102) // EFSA Journal. – 2009. – № 7. – P. 52.

77. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the reevaluation of Ponceau 4R (E 124) as a food additive on request from the European Commission // EFSA Journal. – 2009. – № 7. – P. 39.

78. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the re-evaluation of Brown HT (E 155) as a food additive // EFSA Journal. – 2010. – № 8. – P. 32.

79. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Scientific opinion on the reevaluation of Brilliant Black BN (E 151) as a food additive on request from the European Commission // EFSA Journal. – 2010. – № 8. – P. 3.

80. Roca-Saavedra P. Food additives, contaminants and other minor components: effects on human gut microbiota. A review / P. Roca-Saavedra, V. Mendez-Vilabril, J. M. Miranda, C. Nebot, A. Cardelle-Cobas, C. M. Franco, A. Cepeda // Journal of Physiology and Biochemistry. – 2017. – 74 (1). – P. 69–83.