



**Методи
контролю
харчових
виробництв**

**Фоміна І.М.
Боровікова Н.О.**



**Харків
ДБТУ
2023**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний біотехнологічний університет

І.М. Фоміна, Н.О. Боровікова

МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
(освітня програма «Харчові технології»)

Харків
ДБТУ
2023

Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт з
дисципліни «**Методи контролю харчових виробництв**» / укладачі:
Фоміна І.М., Боровікова Н.О. – Х. : ДБТУ, 2023. – 121 с.

Укладачі: І.М. Фоміна
Н.О. Боровікова

Рецензент: О.В. Богомолів, доктор техн. наук, проф., зав. кафедри обладнання
та інжинірингу переробних і харчових виробництв

Кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів

Схвалено науково-методичною комісією факультету переробних
і харчових виробництв

Протокол від «02» лютого 2023 р. № 3

© Фоміна І.М.,
Боровікова Н.О., укладачі,
2023
© Державний біотехнологічний
університет, 2023

Зміст

Лабораторна робота №1. Сенсорний аналіз харчових продуктів.....	5
Лабораторна робота №2. Комплексна оцінка якості харчових продуктів....	19
Лабораторна робота № 3. Визначення вологості і вмісту сухих речовин в харчових продуктах.....	30
Лабораторна робота № 4. Визначення кольоровості і каламутності харчових продуктів.....	53
Лабораторна робота № 5. Визначення вуглеводів в харчових продуктах.....	64
Лабораторна робота № 6. Визначення білку в харчових продуктах.....	76
Лабораторна робота № 7. Визначення масової частки жирів в харчових продуктах.....	90
Лабораторна робота № 8. Визначення кислотності, лужності і окисно-відновного потенціалу харчових продуктів.....	100
Література.....	114
Додаток А.....	116
Додаток Б.....	119

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи – ознайомлення з загальними прийомами та умови проведення органолептичного аналізу, отримання навичок визначення сенсорної чутливості дегустатора; придбання уміння визначення індивідуального порогу виявлення смаку органолептиків-аналітиків.

Теоретична частина



Сенсорний (органолептичний) аналіз харчових продуктів – це процес оцінки смакових, запахових, текстурних та візуальних характеристик харчових продуктів за допомогою людських органів чуття. Даний метод є одним з найбільш важливих в оцінці якості харчових продуктів і використовується як у виробництві, так і в дослідженнях. Сенсорний аналіз є невід'ємною частиною контролю якості харчових продуктів у виробництві та дозволяє виявляти як дефекти продуктів, так і їх переваги. Він також використовується для розробки нових продуктів та покращення існуючих.

Сенсорний аналіз дозволяє оцінити як якісні характеристики продукту, так і його придатність для вживання. Він може бути проведений за допомогою сенсорної комісії, що включає досвідчених дегустаторів, спеціально навчених оцінювати продукти за певними критеріями. Комісія оцінює продукти на основі об'єктивних критеріїв, таких як смак, запах, текстура та зовнішній вигляд, та виставляє бали, використовуючи спеціально розроблену методологію.

Загальні прийоми і умови проведення органолептичного аналізу

Види і характер дегустацій. Залежно від поставленої задачі розрізняють наступні види дегустацій:

- робочу,
- виробничу,
- арбітражну,
- конкурсну,
- комерційну
- навчальну.

В залежності від способу проведення харчові продукти оцінюють на відкритих та закритих дегустаціях. Результати дегустації записуються в дегустаційні картки. При відкритій дегустації якість наведених зразків обговорюється всіма членами комісії, а при закритій дегустації жодного обговорення під час роботи комісії не допускається. Члени комісії працюють в спеціально обладнаних кабінах, зразки продукції шифруються і розшифрування їх виробляється тільки після оголошення результатів дегустації всією комісією. Другий тип оцінки продукту більш об'єктивний ніж перший.

В роботі комісії беруть участь кваліфіковані фахівці, знайомі з технологією виробництва, а також з правилами дегустації.

Дегустатор повинен володіти великою внутрішньою дисципліною, мати урівноважений характер, бути здоровим, володіти гарною сенсорною пам'яттю. Найбільш рекомендований вік дегустаторів 30 – 42 років. Дегустатор, беручи участь в комісії, не повинен курити, вживати духмяні креми, мило, парфуми. Особливо цінна участь в комісіях дегустаторів-професіоналів.

Приміщення для дегустацій. Відкрита дегустація харчових продуктів проходить в спеціально призначених для цієї мети світлих, просторих приміщеннях, обладнаних робочим столом, покритим білою скатертиною. Освітлення кімнати не ярке, краще з північної сторони, штучне освітлення – рівномірне і розсіяне. Площа вікон повинна складати 35 – 40%, від площі полу. Ніяких прикрас в дегустаційній кімнаті не рекомендується для запобігання розсіюванню уваги дегустатора. Температура повітря в приміщенні 18 – 20 °С, відносна вологість близько 70%. В дегустаційну кімнату не повинні проникати сторонні запахи. Всі допоміжні роботи при дегустації виконує кваліфікований обслуговуючий персонал.

Порядок і засоби проведення дегустації. Сенсорний аналіз рекомендується проводити о 10 – 11 годині ранку, через 1,5 – 2 години після приймання їжі. Тривалість одного засідання комісії не більш 2 годин. В один прийом дегустують не більш 5 – 8 однотипних зразків продукції; робота комісії поновлюється лише після двохчасової перерви. Слідую пам'ятати, що дегустаційний аналіз пов'язаний з великою нервовою напругою та активною розумовою діяльністю.

Отже, важливо проводити дегустацію в тих умовах, які максимально наближені до умов споживання продукту та з урахуванням психофізіологічних особливостей дегустаторів, необхідно враховувати їх психологічний, емоційний стан та настрої, оскільки ці фактори можуть вплинути на сприйняття продукту.

Система дегустаційних оцінок. Дегустатор повинен вміти не тільки куштувати продукт, але і грамотно сформулювати і обґрунтувати думку про його якість. Він повинен вміти лаконічно, правильно і чітко описати органолептичні властивості об'єкту, що вивчається, оцінити невеликі зміни в кольорі, смаку і ароматі проби.

Стандартної шкали для характеристики смаку і аромату харчових продуктів немає, тому при оцінці продукту виділяють основні ознаки, вказують на окремі відтінки кольору, смаку і аромату, на закінченість букета та відповідність його даному типу виробу.

Прийняті дві системи дегустаційних оцінок: словесна (описова) і кількісна (бальна). Друга система використовує як логічний, так і чисельний аналіз. Вона більш формалізована, бо дозволяє дегустатору замінити різноманітність відчуттів цифровим індексом, або балом. Бальна система тісно пов'язана з межами, що встановлюють максимальне і мінімальне значення оцінок, нижче яких продукт не може бути реалізований. Розроблені межі бальних оцінок для продукції відмінної, гарної й задовільної якості.

Дегустатор харчової продукції повинен відповідати таким вимогам:

- Знання: Дегустатор повинен мати знання про різні види харчової продукції, їх склад, способи приготування та зберігання, а також про хімічний склад та вплив на здоров'я.

- Смакові вміння: Дегустатор повинен мати розвинуті смакові вміння та здатність розрізняти різні смаки та аромати.
- Зорові вміння: Дегустатор повинен мати зорові вміння для оцінки зовнішнього вигляду та кольору продукту.
- Аналітичні здібності: Дегустатор повинен мати аналітичні здібності для оцінки характеристик продукту, таких як текстура, кислотність, густина та інші.
- Навички комунікації: Дегустатор повинен мати навички комунікації для передачі своїх сприйнять та рекомендацій замовникам.
- Чистота та гігієна: Дегустатор повинен дотримуватися вимог чистоти та гігієни, а також використовувати спеціальний інвентар для дегустації.
- Професійна етика: Дегустатор повинен дотримуватися професійної етики та зберігати конфіденційність щодо своєї роботи та отриманої інформації.

Органолептичний аналіз відрізняється простотою, оперативністю, вимагає невеликої кількості продукту. Органолептична оцінка носить характер інтегральної (сумарної) оцінки і тому в більшості випадків дегустація буде єдино можливим засобом, що дозволяє достатньо швидко і відносно точно виявити ознаки псування або фальсифікації продукту.

В основі сенсорного аналізу лежить психофізичний процес, у якому беруть участь декілька складних систем, що називаються “аналізаторами”. Розрізняють нюховий, смаковий та зоровий аналізатори. Кожний аналізатор складається з рецептора (органу почуттів), який перероблює сприймані людиною роздратування у нервові імпульси, нервових шляхів, по яким імпульси від рецептора передаються до головного мозку, і центру – великих півкуль головного мозку, у якому імпульси, що поступають, аналізуються та оцінюються.

Основні показники органолептичної оцінки: зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція і смак.

Зовнішній вигляд продукту – візуальні аспекти, які впливають на його зовнішній вигляд. Спочатку оцінюється стан тари і упаковки, якщо така існує; після цього правильність і збереження форми та стан поверхні продукту.

Колір продуктів зумовлений їхньою спроможністю поглинати, віддзеркалювати чи пропускати світлові хвилі різноманітної довжини.

Забарвлення продуктів характеризується власне кольором (жовтий, зелений та ін.), мірою світлості (темний, світлий), насиченістю чи яскравістю.

Запах харчової сировини і продуктів, зумовлено різноманітним складом летючих речовин, що відносяться до різноманітних класів хімічних сполучень: спиртів, ефірів, альдегідів, кетонів, летючих кислот, терпенів, амінів, сіроутримуючих речовин. Індивідуальні речовини кожної з названих груп характеризуються певним запахом, порогом чутливості та ароматним числом. Під ароматним числом розуміють відношення концентрації летючої речовини в продукті до порога його чутливості. Різні речовини мають неоднаковий поріг чутливості, під яким розуміють мінімальну кількість речовини, спроможне викликати його відчуття. Величина, зворотна порогу чутливості, називається ступенем чутливості.

Порогові концентрації ароматизуючих речовин залежать від їхньої природи, розчинника та присутності супутніх речовин і таким чином не будуть абсолютною величиною.

Консистенція продукту характеризує агрегатний стан (рідкий, твердий, желеподібний), ступінь однорідності (однорідна, хлоп'євидна, творожиста), структурно-механічні властивості (еластична, пружна, пластична, крихка) та ін. В порожнині роту виникають такі відчуття, як сочність, крошливість, однорідність, волокнистість та ін.

Найважливішим показником якості органолептичного аналізу є смак – відчуття, що виникає при збудженні смакових рецепторів. Рецептори смаку у вигляді сосочків розміщені на язичку, твердому піднебінні, у глотці, підгортані і мигдалинах. У сосочках знаходяться почки, до яких підходять чутливі нерви. Почки виявляють смакову специфічність. Тому що вони розміщені на язичку нерівномірно, то окремі ділянки язичку реагують тільки на певний смак. Вкусові речовини виявляють свою активність лише в розчиненому стані.

Розрізняють чотири основних типу смаку: солодкий, солоний, кислий та гіркий.

До солодких і солоних речовин найбільш чутливий кінчик язичку, до гірких – його основа та до кислих – край задньої частини язичку. Крім того в роті відбувається сприймання лужного і металевого смаку.

Окрім основних типів смаку розрізняють більш складні смакові відчуття: кисло-солодкий, кисло-солоний, солодко-гіркий, а також гострий, в'язучий, маслянистий, хмелевий, солодовий та інші, що складаються з основних і називаються присмаками. Існують речовини, що посилюють або що зменшують смакові відчуття.

Солоний смак харчових речовин та води в більшості випадків зумовлений розчиненими у них хлоридами натрію і калію. Катіони Na^+ і K^+ викликають солоний смак, а аніон Cl^- солодкість, але поріг відчуття останнього нижче, ніж катіонів. Смак солі залежить від конкуренції катіонів та аніонів.

Відчуття кислого смаку пов'язане в основному із концентрацією водневих іонів, але кислий смак залежить не лише від величини рН, але й від титруємої кислотності. У буферних середовищах кислий смак виражений сильніше, ніж у водно-кислотних.

Солодким смаком володіють цукри, багатоатомні спирти (гліколь, гліцерин, манніт, сорбіт), α -амінокислоти (α -лейцин, α -фенілаланин), а також сахарин, соли свинцю та берилію. Ступінь солодкості залежить від виду цукру і складає (у %): сахарози – 100; фруктози – 173; інвертного цукру – 130; глюкози – 74; мальтози – 32; галактози – 32; рафінози – 23; лактози – 16.

Гіркий смак харчовим продуктам надають деякі органічні речовини і мінеральні соли. Іони Mg^{2+} та SO_4^{2-} , – додають продуктам при певній концентрації гіркий і гірко-в'язучий смак. Гірким смаком володіє більшість глюкозидів і алкалоїдів: глюкозид абсинтин, вміщений в листях полині, глюкозид амідгалін, який знаходиться у кісточках гіркої мигдалю, горобини, яблук, слив та ін. Алкалоїди – азотовміщуючі речовини гетероциклічної побудови, такі, як піперин,

вміщений в перці, хінін кори хінного дерева, кофеїн і теобромін, також володіють гірким смаком.

Терпкий в'язучий смак деяких харчових продуктів зумовлений дубильними сполученнями, серед яких важлива роль відводиться танінам. Відчуття гіркового смаку викликають продукти карамелізації вуглеводів, деякі L-форми амінокислот, альдегіди, кетони і ненасичені кислоти.

Смак «умами» – це один з п'яти основних смаків, який було вперше визначено японським хіміком Кікуней Ікедоу в 1908 році. У складі цього смаку містяться амінокислоти та нуклеотиди, такі як глютамат, інозинат та гуанілат, які знаходяться в багатьох продуктах, таких як м'ясо, риба, морепродукти, соєвий соус та деякі овочі. «Умамі» перекладається з японської як "смачний" або "смаковитий" і є особливим смаковим відчуттям, що виникає при споживанні різних продуктів, таких як соєвий соус, сир, гриби, томати, м'ясо та інші. Умамі викликає відчуття повноти смаку в роті та підвищує насолоду від їжі. Термін "смак умамі" використовується для опису цього особливого смакового відчуття, а також для найменування смакових добавок, які містять речовини, які збільшують відчуття умамі в продуктах. Наприклад, моноглутамат натрію є однією з найбільш відомих смакових добавок, які містять речовини, які підсилюють відчуття умамі в продуктах.

Пороги смакових відчуттів в водному середовищі різноманітні і складають (у %): кислого смаку (соляна кислота) – 0,0075; солоного (хлорид натрію) – 0,25; солодкого (сахароза) – 0,50; гіркового (хінін) – 0,00005.

Тривалість смакових відчуттів залежить від природи речовини. Найменший час відчувається солоний смак, після цього слідує солодкий, кислий та гіркий смаки. Відчуття гіркоти в 3,5 рази більш тривало, ніж солоності, і складає 1,082 с.

Характер смакових відчуттів зберігається до їхнього зникнення, але іноді виникають нові вторинні смакові відчуття. Повнота смаку включає сумарний смаковий ефект від солодкості, кислотності, гіркоти, солоності і терпкості продукту.

Смакова чутливість залежить від температури продукту: вона зростає майже вдвічі при підвищенні температури від 10 до 20 °С, залишається тривкою в межах 20 – 30 °С і знижується при подальшому підвищенні температури від 30 до 40 °С. Гострота відчуття солодкого смаку знаходиться у прямій, а гіркового – у зворотній залежності від температури.

Оцінка сенсорної чутливості дегустатора – це процес визначення здатності дегустатора розрізняти та описувати різні властивості смаку та аромату продукту. Це важлива складова процесу дегустації, яка використовується для оцінки якості харчових продуктів та напоїв.

Оцінка сенсорної чутливості дегустатора проводиться за допомогою спеціальних тестів, таких як тест на розпізнавання, тест на порівняння та тест на профілювання. Ці тести дозволяють дегустаторам визначати різні характеристики смаку та аромату, такі як солодкість, кислотність, гіркота, фруктовість та інші.

Для оцінки сенсорної чутливості дегустатора використовуються також статистичні методи, які дозволяють визначити, наскільки точно дегустатори розрізняють різні характеристики смаку та аромату продуктів. Ці методи включають аналіз дисперсії та коефіцієнт кореляції.

Оцінка сенсорної чутливості дегустатора є важливим етапом у визначенні кваліфікації дегустаторів та використовується у багатьох галузях харчової промисловості.

Тестові завдання з водними розчинами хімічних препаратів дозволяють оцінити сенсорні дані кандидатів в органолептики-аналітики. Ці проби не є специфічними для галузі. В якості дегустаторів слід залучати людей, що володіють розвиненою чутливістю нюху і смаку і підвищеною здатністю розрізняти аромат і смак.

Перевірка відповідності сенсорних здібностей дегустаторів встановленим вимогам проводиться за наступними показниками:

- сенсорна чутливість;
- поріг чутливості;
- поріг розпізнаваності;
- поріг різниці;
- сенсорна пам'ять;
- сенсорний мінімум;
- оцінка чутливості смаку;
- оцінка чутливості нюху.

Сенсорна чутливість – здатність сприйняття зовнішнього імпульсу за допомогою органів відчуття; це здатність людини реагувати на зовнішні подразники, такі як звук, світло, температура, дотик, смак та запах. Сенсорна чутливість може бути різною для різних людей, а також може змінюватися в залежності від різних факторів, таких як вік, стан здоров'я та ін. Для вимірювання сенсорної чутливості використовують різні методи, такі як порівняння порогів сприйняття, тестування різних стимулів та інші. Ці методи дозволяють визначати межі сприйняття людини та її здатність розрізняти різні види подразників.

Поріг чутливості – це мінімальна інтенсивність подразника, необхідна для того, щоб він був сприйнятий людиною. Зазвичай поріг чутливості вимірюють для різних типів подразників, таких як звук, світло, дотик, смак і запах. Цей показник кількісно виражається як мінімальна концентрація речовини, бездіяльна на сенсорні органи і сприймається як певні відчуття властивості продукту. Чим менше ця концентрація речовини, тим нижче поріг чутливості дегустатора.

Поріг смакової чутливості – це мінімальна концентрація розчину хімічної речовини, необхідна для сприйняття певного смаку. При вимірюванні порогу смакової чутливості дегустаторам пропонують різні розчини хімічних речовин зі збільшуючимся розведенням, поки дегустатор не може визначити смак речовини.

Для вимірювання порогу смакової чутливості використовують різні методи. Один з найпоширеніших методів полягає в тому, щоб додавати різні концентрації смакової речовини до рідини, наприклад, до води. Людина повинна спробувати цю рідину та вказати, коли вона починає відчувати смак.

Інші методи вимірювання порогу смакової чутливості включають використання електрофізіологічних технік, таких як електроглографія (EEG) та електрофізіологічна реєстрація глоткової рефлексії (SGR). Ці методи дозволяють виміряти сигнали в мозку та глотці, що пов'язані зі сприйняттям смаку.

Вимірювання порогу смакової чутливості дозволяє дослідникам краще розуміти, як люди сприймають смаки та які фактори можуть впливати на їх смакову чутливість. Це може бути важливим у медицині, науці про харчування, психології та інших галузях, де важливо розуміти, як люди взаємодіють зі своєю їжею та напоями.

Поріг розпізнавання – найменша інтенсивність імпульсу, сприйнята органами почуттів, яку якісно можна визначити. Поріг розпізнавання (також відомий як поріг чуттєвого сприйняття) – це мінімальне значення стимулу, необхідне для того, щоб його можна було розпізнати або відчутти.

Різниця між порогом розпізнавання та порогом чутливості полягає в тому, що поріг розпізнавання вказує на мінімальний рівень стимулювання, при якому людина може розпізнати наявність стимулу, тоді як поріг чутливості вказує на мінімальний рівень стимулювання, при якому людина може відчутти наявність стимулу. Поріг розпізнавання і поріг чутливості вказують на рівень стимуляції, необхідної для того, щоб людина могла відчутти або розпізнати наявність певного стимулу.

Поріг різниці – вказує на мінімальну різницю між двома стимулами, яка потрібна для того, щоб ці стимули були розрізнені людиною. Зазвичай, поріг різниці вимірюють за допомогою порівняння двох стимулів, які дещо відрізняються один від одного. Людина повинна визначити, чи є між стимулами різниця та яка саме. Отже, поріг різниці – це показник, який дозволяє вивчити, як людина сприймає та розрізняє різні стимули, та визначити мінімальну різницю між стимулами, необхідну для того, щоб людина могла їх розрізнити.

Сенсорна пам'ять – здатність до запам'ятовування різних сенсорних вражень, це тип пам'яті, що відповідає за збереження інформації про сприйняті враження за допомогою наших органів почуття. Це означає, що сенсорна пам'ять зберігає короткочасну інформацію про звуки, зображення, запахи, смаки і дотик, які ми сприймаємо з навколишнього середовища.

Сенсорний мінімум – мінімальна чутливість органів почуття до сприйняття сенсорних відчуттів, це найменша кількість стимулів, яка необхідна для того, щоб вони могли бути сприйняті нашими органами почуття. Інакше кажучи, це мінімальний рівень інтенсивності стимулу, який ми можемо відчутти.

Метод трикутних порівнянь використовується для встановлення за окремими показниками якості або при перевірці сенсорної чутливості дегустаторів. Суть методу трикутних порівнянь полягає в тому, що кожен дегустатор отримує для опробування три зразки: дослідний і два абсолютно однакових за якістю контрольних. Від дегустатора потрібно знайти, в залежності від мети дослідження, найгірший або той, що відрізняється за властивостями.

Поріг відчуття смаку залежить від:

- ◆ мінімальної концентрації молекул речовини,
- ◆ температури розчину,
- ◆ швидкості смакового відчуття.

Слід пам'ятати, що при 0°C смак продукту майже не відчувається, при підвищенні температури з 10 до 20°C смакова чутливість підвищується вдвічі; при 30-40°C починає падати. Чутливість до солодкого зростає з підвищенням температури до 35-40°C, при 50°C різко падає, потім зовсім пропадає. Найкраще

сприйняття смакових речовин відбувається при температурі розчинів 36,5°C. Гарячі розчини тих же речовин у зазначених концентраціях здаються позбавленими смаку.

20% розчин цукру є максимально солодким, 10% розчин кухонної солі – максимально солоним, 0,2% розчин соляної кислоти – максимально кислим, 0,1% розчин солянокислого хініну – максимально гірким.

Швидше за всіх сприймається солоний смак, потім солодкий і кислий. Гіркий смак сприймається найбільш повільно. Між нанесенням подразника і появою відчуття смаку проходить час прихованого періоду смакового відчуття. Він залежить від концентрації розчину. При концентрації, що наближається до порогової, латентні періоди відчуття збільшуються, а зі збільшенням концентрації – зменшуються.

Солодкі і гіркі речовини викликають зазвичай тільки відчуття смаку, тоді як солоний, кислий (рН <7) і лужний (рН > 7) смак деяких сильнодіючих речовин викликають одночасне пошкодження слизових оболонок і хворобливе відчуття – печія, дряпання і т. п.

Смакова чутливість у людей різна, а у однієї і тої ж людини може різко змінюватися під впливом багатьох факторів. Так, показано, що смак до солодкого у жінок розвинений краще, ніж у чоловіків.

Спостерігається притуплення смакових відчуттів у курців.

Оцінка чутливості смаку.

Здатність розпізнавати основні типи смаку. Перевірку сенсорної чутливості з розпізнавання основних типів смаку проводять на модельних розчинах хімічно чистих речовин:

- солодкий 1%-вий розчин цукрози
- солоний 0,4%-вий розчин хлористого натрію
- кислий 0,05%-вий розчин винної кислоти
- гіркий 0,5%-вий розчин MgSO₄

Для приготування розчинів використовують оброблену активним вугіллям дистильовану воду або кип'ячену охолоджену питну воду. Розчини зберігають у колбах з притертою пробкою при температурі 18-20°C. Для випробування наливають у дегустаційні келихи по 35 мл розчину. Всього готують дев'ять проб: по 2 келиха з будь-якими трьома розчинами і 3 келиха з четвертим розчином. Випробуваний не повинен знати черговість подачі проб. Між пробами роблять 1-2-хвилинну перерву, обполіскуючи обов'язково рот чистою водою. При семи і більше правильних відповідях кандидата в дегустатори, рекомендують для виконання наступні тестові завдання.

Визначення індивідуального порога виявлення смаку.

З метою визначення порогової чутливості до основних смакових відчуттів експерту пропонують пробувати серію розчинів зростаючої концентрації (табл. 1.1). Кожна серія складається з 10 розчинів.

Розчини готують на обробленій активованим вугіллям дистильованої води або кип'яченої охолодженої питної води. Концентрацію вважають виявленою, якщо в трьох трикутних порівняннях визначений досліджуваний розчин. У кожній трійці розчинів два є розчинником, один – досліджуваним. Подають їх в зростаючій, в межах однієї трійки випадковій, не відомої випробуваному послідовності.

Порогова чутливість до основних типів смаку у кандидатів до аналітиків з органолептики повинна бути:

- ◆ для розчину цукрози – 0,4 %,
- ◆ для розчину кухонної солі – 0,1 %,
- ◆ для розчину винної кислоти – 0,014 %,
- ◆ для розчину лимонної кислоти – 0,02 %,
- ◆ для розчину кофеїну – 0,004 %,
- ◆ для розчину хінінгідрохлориду – 0,00015 %,
- ◆ для розчину сірчанокиислого магнію – 0,35 %.

Відмінності в смакових порогах характерні не тільки для різних людей, але і для однієї й той ж людини в різних станах (хвороба, вагітність, втома і т.п.).

Визначення індивідуального порогового градієнта смакового сприйняття (ШГ). Порогова різниця смакового сприйняття являє собою мінімальну різницю концентрацій смакової речовини, яку експерт здатний виявити. Визначається вона в розчинах з несильним, але добре визначеним смаком. Абсолютне значення порогової різниці залежить від концентрацій розчину, тому чутливість смаку експерта слід оцінювати за індивідуальним пороговим градієнтом смаку на модельних розчинах (табл. 1.2). Наприклад, 1% -вий розчин глюкози легко відрізнити від 2% -вого, але 20% -вий від 21% -вого – майже неможливо. В обох розчинах різниця концентрацій становить 1%, але в першому випадку градієнт концентрації дорівнює 2,0, у другому – 1,05.

Таблиця 1.1 – Концентрація модельних розчинів (у %) для визначення індивідуальних смакових порогів.

Речовина	Номер розчину									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цукроза, %	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Чутливість до цукрози		висока			хороша	задовільна			низька	
NaCl, %	0,0	0,05	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22
Чутливість до NaCl		висока		хороша	задовільна			низька		
Лимонна кислота, %	0,0	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026
Чутливість до лимонної кислоти		висока					хороша	задовільна		низька
Винна кислота, %	0,0	0,005	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,021	0,022
Чутливість до винної кислоти		висока			хороша	задовільна			низька	
Хінін-гідрохлорид, %	0,0	0,00005	0,00007	0,00009	0,00011	0,00013	0,00015	0,00018	0,0002	0,00022
Сірчаноокислий магній, %	0,0	0,1	0,13	0,17	0,21	0,27	0,35	0,45	0,57	0,73
Чутливість до хінін-гідрохлориду і сірчаноокислому магнію		висока					хороша	задовільна		низька
% розпізнавання смаку		100	95	90	85	80	75	70	65	60

Таблиця 1.2 – Концентрація модельних розчинів (в г/дм³) для визначення індивідуального порогового градієнта смаку

Речовина	Номер розчину							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Цукроза	10	10,7	11,5	12,3	13,1	14	15	16
NaCl	10	10,7	11,5	12,3	13,1	14	15	16
Винна кислота, %	1	1,05	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Сірчано-кислий магній, %	10	10,7	11,5	12,3	13,1	14	15	16

Для знаходження порогового градієнта смаку експерту пропонують методом трикутних порівнянь виявити дослідну пробу на фоні розчинів порівняння. Порядок подачі розчинів такий же, як при визначенні порогів виявлення основних типів смаку.

Нульові розчини являють собою розчини цукрози, хлористого натрію, винної кислоти і сірчано-кислого магнію фонові концентрації.

Пороговий градієнт випробовуваних повинен бути:

- для солодкого смаку (за цукрозою) $\leq 1,30$
- для солоного смаку (за NaCl) $\leq 1,30$
- для кислого смаку (за винною кислотою) $\leq 1,15$
- для гіркого смаку (за MgSO₄) $\leq 1,30$

Індивідуальний пороговий градієнт (ІПГ) смаку характеризує здатність визначати зміни в смаку досліджуваного продукту.

Оцінка смакової пам'яті. Стабільність смакових і нюхових відчуттів (сенсорна пам'ять) є одним з найбільш цінних якостей дегустатора. Смакову пам'ять оцінюють по здатності визначати інтенсивність і якість смакових відчуттів. Кандидату в органолептики-аналітики пропонують пробувати 6-7 розчинів і просять розставити їх по зростанню концентрації смакової речовини. Аналогічна задача полягає у визначенні двох ідентичних проб з семи розчинів різної концентрації. Досліджувані розчини повинні відрізнятися більше, ніж індивідуальний пороговий градієнт смаку оцінювача. Градієнт концентрації тестових розчинів знаходять за формулою $2 \cdot \text{ІПГ} - 1$. Наприклад, якщо індивідуальний пороговий градієнт оцінювача 1,3, тестовий градієнт буде дорівнює $2 \cdot 1,3 - 1 = 1,6$.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитися з теоретичної інформацією.
2. Оцінити здатність розпізнавати основні типи смаку. Для цього провести дегустацію 10 запропонованих модельних розчинів відповідно до варіанту, визначити смак і записати результати в таблицю 1.3. Оцінити результати і зробити висновок про здатність розпізнавати основних типів смаку.

Таблиця 1.3 – Результати дегустації модельних розчинів

№ варіанту	Номер розчину									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Смак										
Перевірка										

- Визначити індивідуальний поріг виявлення смаку. Результати оформити в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати визначення індивідуального порогу виявлення смаку

№ смаку	Номер розчину									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										

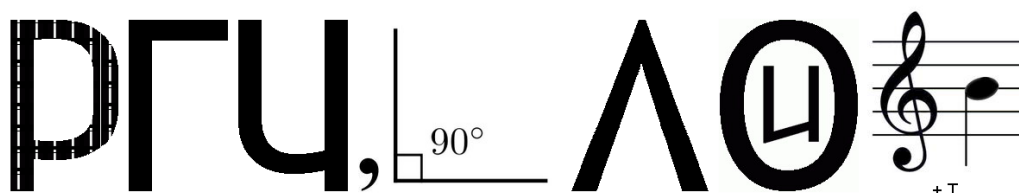
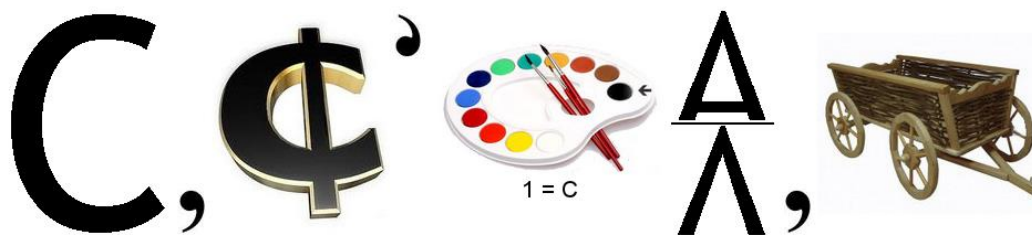
При відповіді проставляти позначення:

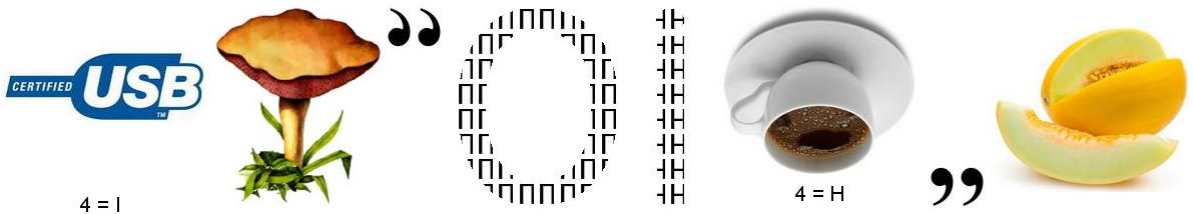
0 – якщо враження повністю відсутнє,

+ – якщо смак сприйнятий, але відчуття слабкі (поріг відчуття),

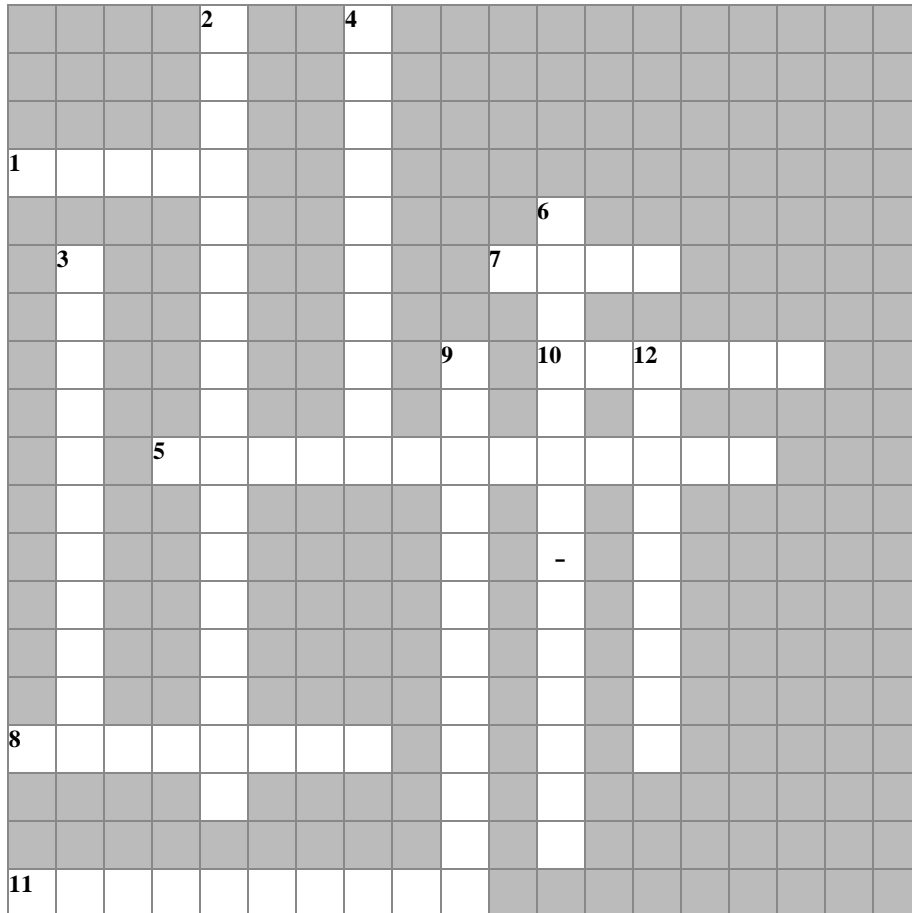
++ – якщо смак однозначно впізнаний (поріг розпізнавання).

- Визначити індивідуальний пороговий градієнт смакового сприйняття (ШГ).
- Оцінити смакову пам'ять.
- На підставі отриманих результатів зробити висновок.
- Для закріплення матеріалу пропонується розгадати три ребуса з основними поняттями, що розглядались у лабораторній роботі та кросворд (якщо в кросворді стоїть тире, то відповідь складається з двох слів). Правила розгадування ребусів наведено в додатку 1





Кросворд



По горизонталі

1. Смак, у складі якого містяться амінокислоти та нуклеотиди, такі як глютамат, інозинат та гуанілат.
5. Поріг найменшої інтенсивності імпульсу, сприйнятий органами почуттів, який якісно можна визначити.
7. Найважливіший показник якості органолептичного аналізу.
8. Смак притаманний багатоатомним спиртам (гліколь, гліцерин, манніт, сорбіт), α -амінокислотам (α -лейцин, α -фенилаланин), а також солям свинцю та берилію.
10. Смак пов'язаний в основному із концентрацією водневих іонів, та залежить не лише від величини рН, але й від титруємої кислотності.
11. Випробування та/або оцінка якості харчових продуктів органолептичним шляхом.

По вертикалі

2. Смак, якому притаманна мінімальна порогова чутливість органолептиків – аналітиків.
3. На скільки солодким є 20% розчин цукру.
4. Поріг під яким розуміють мінімальну кількість речовини, спроможне викликати його відчуття.
6. Здатність дегустатора розрізняти різні смаки та аромати.
9. Показник який характеризує агрегатний стан (рідкий, твердий, желеподібний), ступінь однорідності (однорідна, хлоп'євидна, творожиста), структурно-механічні властивості (еластична, пружна, пластична, крихка) та ін. продукту.
12. Мінімум при якому відбувається мінімальна чутливість органів почуття до сприйняття сенсорних відчуттів. Найменша кількість стимулів, яка необхідна для того, щоб вони могли бути сприйняті нашими органами почуття.

Контрольні питання

1. Показники, за якими проводиться перевірка відповідності сенсорних здібностей дегустаторів.
2. Сутність методу трикутних порівнянь.
3. Від чого залежить поріг відчуття смаку?
4. Основні типи смаку.
5. Метод визначення індивідуального порога виявлення смаку.
6. Сутність методу визначення індивідуального порогового градієнта смакового сприйняття (ІПГ).
7. Характеристика методу оцінки смакової пам'яті.
8. Сутність органолептичного методу аналізу, чим він відрізняється від інших методів аналізу харчових продуктів.
9. Характеристика основних органолептичних показників якості харчових продуктів.
10. Види дегустацій. Загальні умови і порядок проведення дегустацій.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА N 2

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи: ознайомитись з теоретичною інформацією щодо якості продукції, провести органолептичний аналіз харчових продуктів і розрахувати комплексний показник якості.

Теоретична частина



Якість – це показник того, наскільки високою є цінність, корисність, ефективність або придатність продукту, послуги або процесу. Це може включати в себе різні аспекти, такі як смак, запах, текстура, вигляд, функціональність, безпека, надійність та інші.

У галузі харчової промисловості якість може бути пов'язана зі складом продукту, його харчовою цінністю, відсутністю шкідливих речовин, гігієною та умовами зберігання. Важливо зазначити, що якість може бути суб'єктивним показником, оскільки різні люди можуть мати різні вимоги та очікування.

Відповідно до міжнародного стандарту: «Якість – сукупність властивостей та характеристик продукції чи послуги, які надають їм здатність задовольняти обумовлені чи передбачувані потреби»

ДСТУ 2925-94 «Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення» зазначає, що якість продукції – сукупність характеристик продукції (процесу, послуги) щодо її здатності задовольняти встановлені та передбачувані потреби.

Властивості продукції – це характеристики, які описують якість та характеристики продукту, який має бути виготовлений або послуги, яка має бути надана. Властивості продукції можуть бути фізичними, хімічними, біологічними, механічними, технологічними, а також економічними та соціальними.

Основні види властивостей продукції:

Фізичні властивості – це характеристики, які можна виміряти без зміни хімічного складу продукту. Наприклад, розмір, форма, вага, кольорова гама, текстура.

Хімічні властивості – це характеристики, які визначають склад продукту та можуть бути виміряні за допомогою хімічних методів. Наприклад, вміст різних речовин, рівень рН, рівень забруднення.

Біологічні властивості – це характеристики, які відображають вплив продукту на живі організми. Наприклад, токсичність, стійкість до мікроорганізмів, властивості харчової цінності.

Механічні властивості – це характеристики, які відображають поведінку продукту під навантаженням. Наприклад, міцність, жорсткість, еластичність.

Технологічні властивості – це характеристики, які визначають спосіб виготовлення та використання продукту. Наприклад, ступінь складності виготовлення, можливість переробки, термін зберігання.

Економічні властивості – це характеристики, які відображають економічні параметри продукту. Наприклад, вартість, витрати на виробництво.

Термін "властивості" означає характеристики або визначені особливості об'єкта, що відрізняють його від інших об'єктів. У випадку з харчовою продукцією, властивості можуть описувати різні аспекти, які впливають на якість і споживні властивості продукту. Наприклад, властивості можуть відображати фізичні або хімічні параметри, такі як кольорова гама, розмір, форма, склад, харчова цінність, смак, аромат, текстура та інші характеристики продукту. Властивості можуть бути виміряні і оцінені з метою встановлення стандартів якості та безпеки харчової продукції. Знання властивостей продукту може допомогти виробникам та споживачам визначити його властивості та встановлювати оптимальні умови зберігання, приготування та споживання.

Показник якості – це числовий параметр або характеристика, яка використовується для оцінки рівня якості продукту, послуги або процесу. Ці показники можуть бути як об'єктивними (такими як концентрація речовини в продукті), так і суб'єктивними (наприклад, задоволеність клієнта якістю обслуговування).

Показники якості можуть використовуватися для визначення того, наскільки ефективно працює система контролю якості, або для порівняння різних продуктів, процесів або послуг. Для досягнення мети покращення якості, важливо ретельно вивчати показники та аналізувати їхні зміни в часі.

Показники якості можуть бути виміряні з використанням різних методів, включаючи випробування в лабораторних умовах, огляди продукту на різних етапах виробництва, опитування клієнтів та багато інших. Визначення показників якості є важливою складовою процесу забезпечення якості продукції або послуги.

Властивість продукту і показник якості пов'язані між собою, але мають різний характер і призначення.

Властивість продукту – це характеристика, що властива самому продукту. Наприклад, текстура, смак, аромат, кольорова гама тощо є властивостями продукту. Властивості описують якість продукту, але не завжди можуть бути виміряні або вказані числовим значенням.

Показник якості – це числове значення або кількісна оцінка, яка використовується для вимірювання та порівняння якості різних продуктів. Показники якості можуть бути використані для оцінки відповідності продукту встановленим стандартам, сприяють покращенню контролю якості та забезпеченню безпеки продукту для споживача. Наприклад, вміст білка, жиру, вміст вітамінів або мінералів можуть бути показниками якості продукту.

Отже, властивості продукту є складовою частиною показників якості, але показники якості вимагають числових значень та стандартизації, що робить їх більш об'єктивними і корисними для порівняння та оцінки якості продуктів.

Дерево властивостей – це ієрархічна структура, що відображає зв'язок між властивостями продукту та його характеристиками. Дерево може використовуватись для класифікації та організації властивостей продукту, які були визначені під час його оцінки.

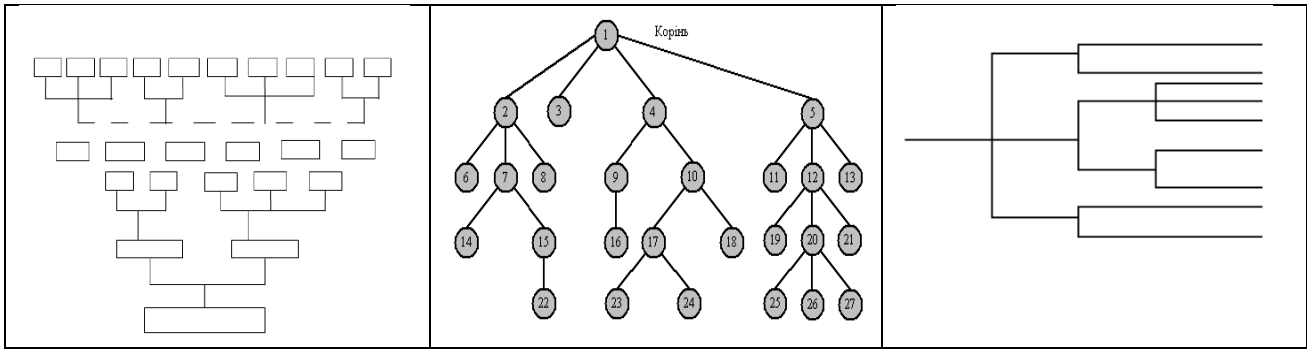


Рисунок 2.1 – Приклади структури дерева властивостей

Побудова дерева властивостей зазвичай залежить від того, які властивості були визначені під час оцінки продукту та які з них важливі для споживача або виробника. Дерево властивостей може бути корисним інструментом для покращення якості продукту, оцінки його конкурентоспроможності та вдосконалення процесів виробництва.

Комплексна оцінка якості – це процес оцінки якості продукту, послуги або процесу на основі багатьох показників, що враховуються одночасно. Це може включати оцінку різних характеристик, таких як витрати, функціональність, естетичність, безпека та інші, і зведення їх до загального показника якості.

Комплексна оцінка якості дозволяє отримати більш повну картину про рівень якості продукту, послуги або процесу, ніж при оцінці окремих показників. Вона також дозволяє порівнювати різні продукти, послуги або процеси між собою та визначати їхню конкурентоспроможність на ринку.

Таблиця 2.1 - Алгоритм комплексної оцінки якості

Етап перший	Складання ієрархічної структури властивостей об'єкта, необхідних та достатніх для оцінки його якості
Етап другий	Призначення інтервалу зміни значень кожного показника від min до max
Етап третій	Вибір на кожному рівні розгляду властивостей базових показників порівняння
Етап четвертий	Визначення способу знаходження коефіцієнтів вагомості. Обчислення коефіцієнтів.
Етап п'ятий	Визначення значень показників простих властивостей
Етап шостий	Переведення вимірних абсолютних показників якості на відносні показники якості
Етап сьомий	Вибір методу зведення разом оцінок якості окремих властивостей для отримання комплексної оцінки якості
Етап восьмий	Обчислення комплексної оцінки якості. Аналіз обчисленої оцінки та прийняття рішення.

Комплексна оцінка якості може виконуватися за допомогою різних методів, таких як експертні оцінки, опитування клієнтів, випробування в лабораторних умовах, огляди продукту на різних етапах виробництва та інші. Визначення комплексної оцінки якості може вимагати значних зусиль та ресурсів, але це важливий етап процесу забезпечення якості який може допомогти підвищити рівень задоволеності клієнтів та конкурентоспроможність на ринку.

Побудова дерева властивостей для комплексної оцінки якості полягає в тому, щоб створити ієрархічну структуру властивостей та показників якості продукту, що дозволить оцінити якість продукту з урахуванням різноманітних вимірів.

Для обчислення комплексного показника виміряні абсолютні показники властивостей об'єкту, як правило, перекладають у безрозмірні. Такий переклад може бути здійснений, наприклад, за допомогою графіка функції бажаності Харрінгтона або співвідношенням з базовими показника якості продукції, що вивчається.

Шкала Харрінгтона (Hartridge Scale) – це шкала, яка використовується для перетворення розмірних одиниць на безрозмірні величини. Графік функції бажаності Харрінгтона побудований у системі координат: Y_{ij} (P_{ij}) – K_{ij} , тобто, по осі абсцис вказуються абсолютні значення показників, а по осі ординат – оцінки, що відповідають цим значенням.

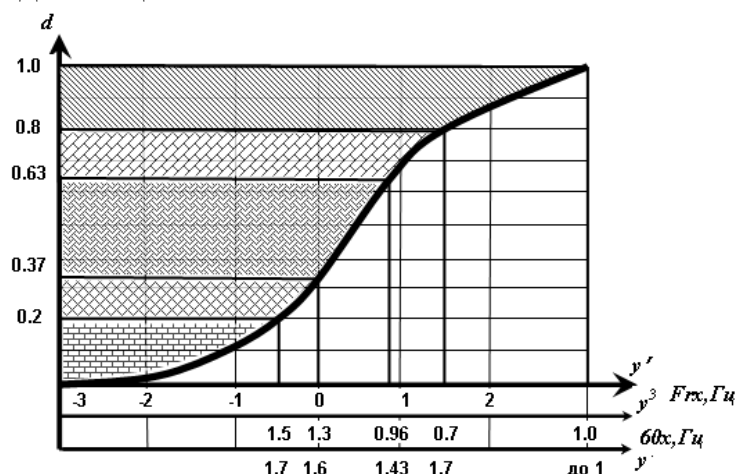


Рис. 2.2 – Шкала Харрінгтона (Hartridge Scale) для перетворення розмірних одиниць на безрозмірні величини

Комплексний показник якості на підставі розробленого дерева властивостей можливо розраховувати з використанням адитивних моделей у вигляді середньозважених арифметичних величин:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n (M_i * K_i) = \sum_{i=1}^n (M_i * \sum_{j=1}^n m_j q_j) \quad (2.1)$$

де M_i – коефіцієнти вагомості групових показників;

K_i – груповий показник якості

m_j – коефіцієнти вагомості простих показників;

q_j – якість простих показників.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Самостійно провести органолептичний аналіз якості окремого харчового продукту. Оцінити зовнішній вигляд; колір; запах; консистенцію; смак і надати словесну (вербальну) оцінку.

Результати оцінки оформити у вигляді таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Дані органолептичної оцінки якості харчового продукту

N п/п	Назва показника	Характеристика	Оцінка, бал
1.	Зовнішній вигляд		
	Колір		
	Запах		
	Консистенція		
	Смак		

2. Провести комплексну оцінку якості харчового продукту.

2.1. Скласти ієрархічну структуру властивостей об'єкта, що досліджуються у вигляді дерева властивостей.

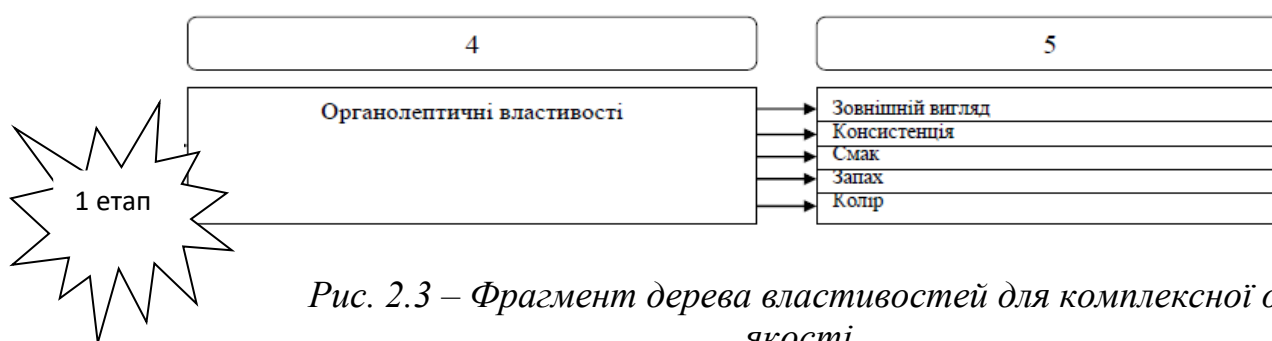


Рис. 2.3 – Фрагмент дерева властивостей для комплексної оцінки якості

2.2. Визначити обсяг шкали, за якою будуть оцінюватися органолептичні показники якості харчового продукту (наприклад, по 10 - або 50-бальній шкалі). Встановити найнижчі, найвищі та базові значення можливих органолептичних показників якості.

2.3. Самостійно оцінити якість кожного органолептичного показника (зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція, смак) запропонованого виробу у абсолютних одиницях згідно з обраною шкалою. Студенти проводять органолептичну оцінку якості виробу за 10-бальною (перший варіант) або 50-бальною (другий варіант) шкалою, а дані заносять у таблиці 2.2 та дублюють в таблиці 2.3.

2.4. Безрозмірна шкала Харрінгтона виражає залежність між безрозмірним абсолютним показником та оцінкою якості. На

безрозмірній шкалі - 2 використовується 5 інтервалів у загальному інтервалі шкали від 1 до 0:

- * 1,00... 0,80 - дуже добре
- * 0,80... 0,63 - добре
- * 0,63... 0,37 - задовільно
- * 0,37... 0,20 - погано
- * 0,20... 0,00 - дуже погано.

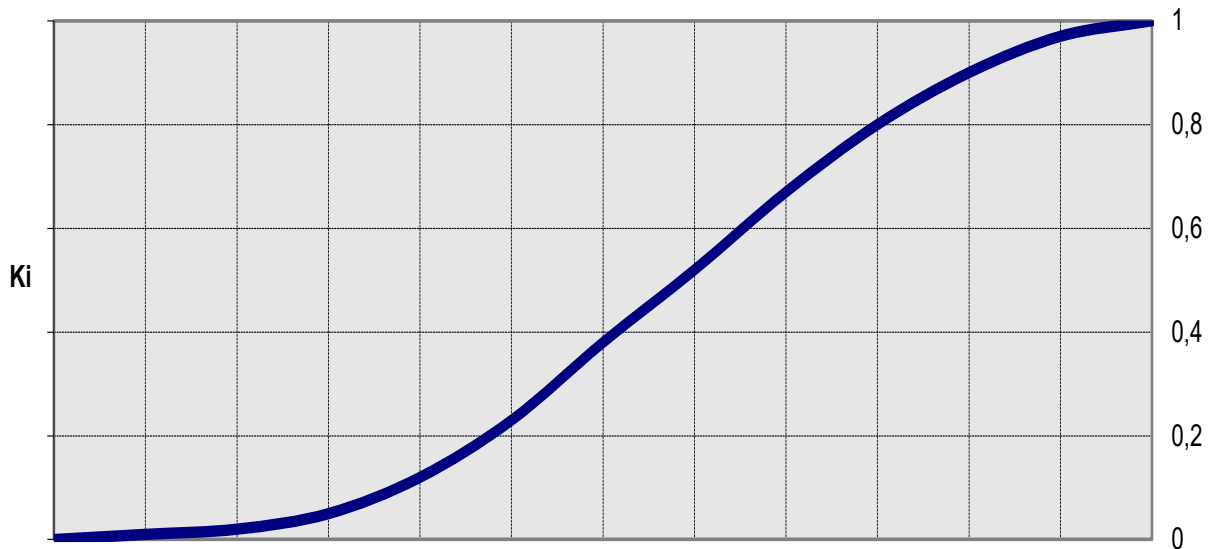


Рисунок 2.4 - Графік функції бажаності Харрінгтона

Оцінка 0,80-0,63 – добрий рівень, переважаючий оптимальний ($K_i=0,63$).

Оцінка 0,63-0,40 – недостатньо добрий, але все ж прийнятний рівень щодо ТУ.

Оцінка 0,40-0,30 – гранична зона, при наявності ТУ частина продукції вже не буде їм відповідати.

Якщо абсолютне значення показника властивості відповідає мінімальній межі, яка передбачає нормативний документ, то $K_i=0,37$.

Таким чином, $K_i \text{ ет.} = 1,0$,

$K_i \text{ оптим.} = 0,63$,

$K_i \text{ доп.} = 0,37$

$K_i \text{ брак} = 0,2$

Студент наносить на ось абсцис графіка функції бажаності Харрінгтона інтервали показників якості у абсолютних величинах згідно п'яти інтервалів відносних безрозмірних показників у загальному інтервалі шкали. Цю роботу студенти виконують у рамках однієї експертної групи, чисельність якої повинна бути в межах 6 - 8 чоловік. На рисунку 2.4 необхідно зробити розбивання нижньої горизонтальної осі у рамках 10 - або 50-бальної шкали, визначивши, в тому числі, якій кількості балів відповідають P бракувальне, P базове та P еталонне.

Студент переводить встановлені абсолютні показники органолептичних властивостей виробу у безрозмірні показники за допомогою кривої Харрінгтона.

6 етап

Для цього необхідно знайти на розробленій шкалі по осі абсцис величину встановленого показника якості в балах (наприклад, зовнішнього вигляду). Потім провести вгору вертикальну лінію до перехрещення з кривої Харрінгтона, а далі з отриманої точки - горизонтальну лінію - до перехрещення із осю ординат, на якій знайти цю безрозмірну величину. Отримані дані заносять в таблицю 2.3 в графу значення показників якості у відносних одиницях.

Таблиця 2.3 – Визначення абсолютних і відносних показників якості дослідного виробу

Органолептичні властивості	Значення показників якості	
	абсолютні, балах	відносні
Зовнішній вигляд		
Колір		
Запах		
Консистенція		
Смак		

2.5. Визначити коефіцієнт вагомості для кожного органолептичного показника з використанням експертного методу. Цю роботу студенти виконують у рамках експертної групи. У експертній групі кожний експерт індивідуально призначає коефіцієнти вагомості для кожного з п'яти органолептичних властивостей в балах по п'яти, десятибальній шкалі, або в долях одиниці.

Дані щодо кожного експерта вносять до таблиці 2.4, знаходять середнє арифметичне значення кожного коефіцієнту вагомості, назначеного експертною групою і потім визначають коефіцієнти вагомості за формулою 2.2. Для цього середнє арифметичне значення для ряду виставлених коефіцієнтів щодо окремого показника поділяють на суму середнє арифметичних значень коефіцієнтів вагомості.



$$M_i = \frac{\overline{M}_i}{\sum_{i=1}^n \overline{M}_i} \quad (2.2)$$

Отримані коефіцієнти вагомості повинні підчинятися двом умовам:

- * сума всіх коефіцієнтів вагомості дорівнює одиниці;
- * жоден з призначених коефіцієнтів не повинен дорівнювати нулю.

Таблиця 2.4 – Дані коефіцієнтів вагомості за результатами роботи експертної групи

Номер експерта	Значення коефіцієнтів вагомості показників					Сума коефіцієнтів, які назначені кожним експертом
	зовнішній вигляд M_1	колір M_2	запах M_3	консистенція M_4	смак M_5	
1-й						
2-й						
3-й						
4-й						
5-й						
6-й						
7-й						
8-й						
Середнє арифметичне						
Коефіцієнт вагомості показників						

2.6. Обчислити груповий показник якості виробу, що оцінюється.



Кожний студент на підставі власних даних таблиці 2.3 (де вказані відносні значення показників якості) і колегіальних даних таблиці 2.4 (в якій визначені значення коефіцієнтів вагомості) веде розрахунок групового показника по формулі 2.3.

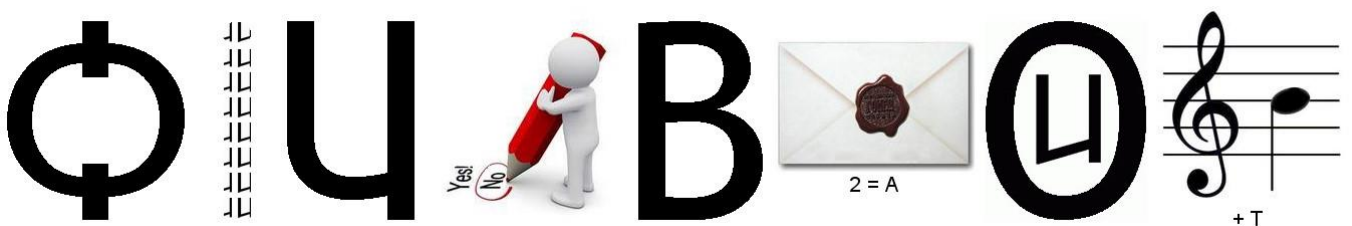
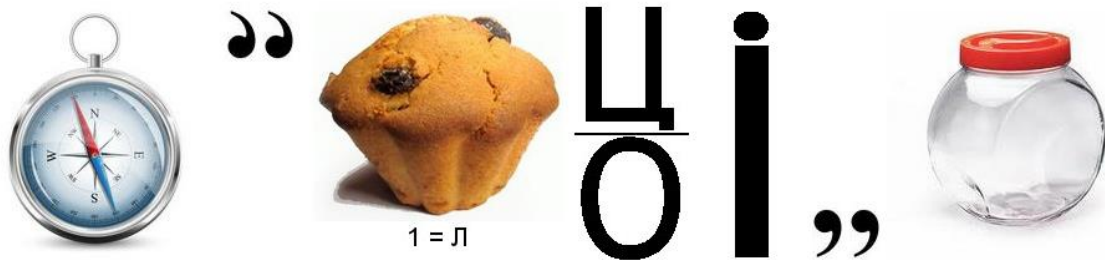
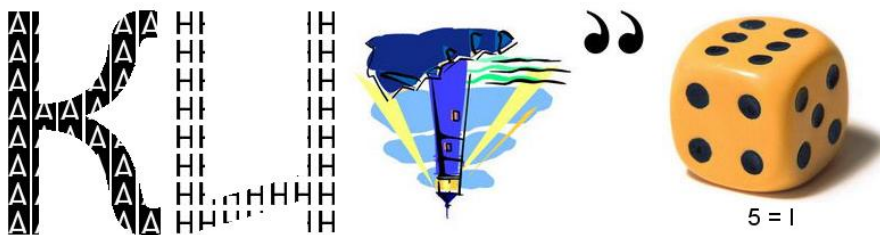
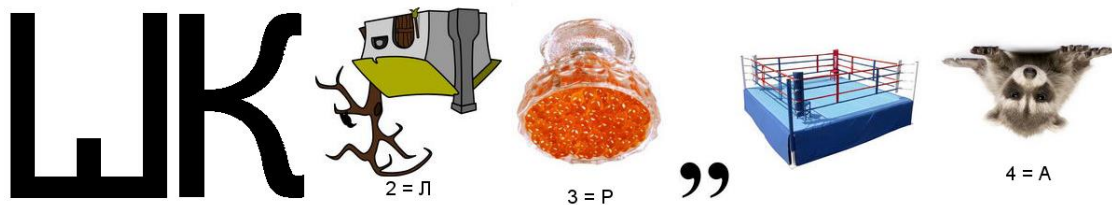
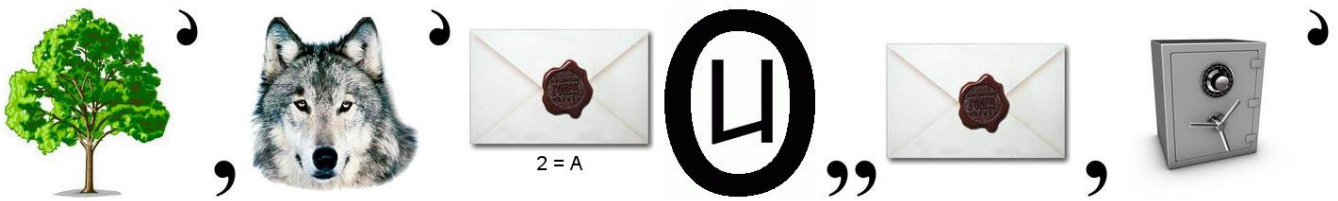
$$K_{o \text{ груп.}} = K_1 * M_1 + K_2 * M_2 + K_3 * M_3 + K_4 * M_4 + K_5 * M_5 \quad (2.3)$$



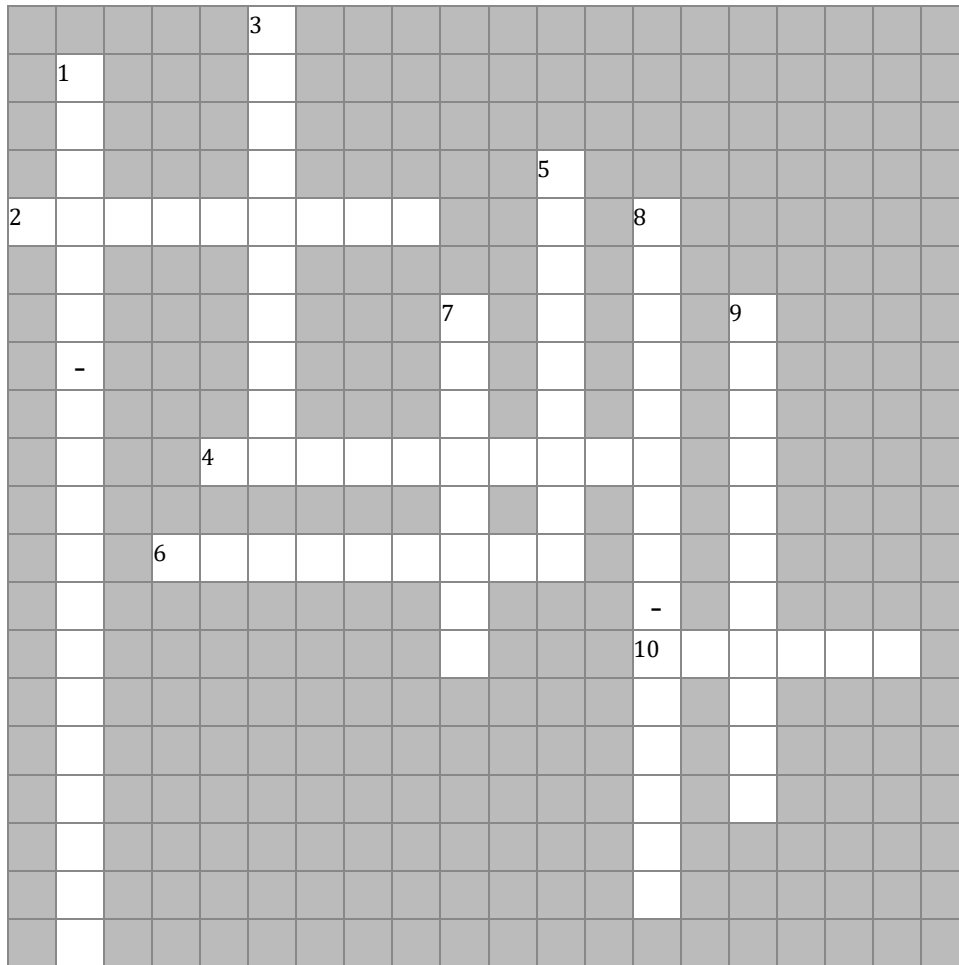
2.7. Провести аналіз розрахованого групового показника якості. Для цього припускає відповіді на такі питання, як: чи може виріб бути визнаний якісним і рекомендований до використання (вживання), за якими показниками виявлені найбільш низькі і найбільш високі оцінки і та ін.

3. На підставі отриманих даних зробити висновок про якість оцінюваних продуктів по результатам органолептичного аналізу і комплексної оцінки якості за органолептичними показниками.

4. Для закріплення матеріалу що розглядалися у лабораторній роботі пропонується розгадати п'ять ребусів та кросворд (якщо в кросворді стоїть тире, то відповідь складається з двох слів) які наведено нижче.



Кросворд



По горизонталі:

2. Інша назва словесної оцінки органолептичних показників харчового продукту.
4. Винахідник, який розробив шкалу, за допомогою якої можливе перетворення розмірних одиниць на безрозмірні величини.
6. Коефіцієнт який має кількісну характеристикау ступеня значимості конкретного показника для оцінки якості продукту та визначаються аналітично або за допомогою експертних оцінок
10. Показник того, наскільки високою є цінність, корисність, ефективність або придатність продукту, послуги або процесу.

По вертикалі:

1. Ієрархічна структура, що відображає зв'язок між властивостями продукту та його характеристиками
3. Оцінки якості продукту, послуги або процесу на основі багатьох показників, що враховуються одночасно.
5. Показники властивостей об'єкту які, як правило, перекладають у безрозмірні для обчислення комплексного показника.

7. Показники які є відношенням абсолютного показника виробу, що оцінюється, до абсолютного значення відповідного показника виробу-зразка
8. Числовий параметр або характеристика, яка використовується для оцінки рівня якості продукту, послуги або процесу.
9. Термін, який означає характеристики або визначені особливості об'єкта, що відрізняють його від інших об'єктів

Контрольні питання

1. Визначення терміну “Якість продукції”.
2. Характеристика властивостей продукції.
3. Показники якості продукції.
4. Етапи комплексної оцінки якості харчових продуктів.
5. Особливості графіка функції бажаності Харрінгтона.
6. Роль коефіцієнтів вагомості для визначення комплексного показника якості та порядок його розрахунку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ І ВМІСТУ СУХИХ РЕЧОВИН В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Мета роботи – отримання навичок визначення вологості і вмісту сухих речовин в харчових продуктах, оцінки чутливості, точності і продуктивності методу; придбання уміння вибрати метод залежно від поставленої задачі.

Теоретична частина



Вода відіграє надзвичайно важливу роль в харчових продуктах. Вона є основною складовою частиною багатьох продуктів та має великий вплив на їхні властивості і якість. Вода – важлива складова всіх харчових продуктів. Вона присутня в продуктах рослинного та тваринного походження як клітинний та позаклітинний компонент, як диспергуюче середовище та розчинник.

Ось кілька ключових ролей води в харчових продуктах:

Розчинник. Вода є найважливішим розчинником у приготуванні їжі. Багато речовин, таких як сіль, цукор, білки і вуглеводи, розчиняються у воді, що допомагає розподіляти смакові та харчові речовини у продуктах.

Транспортний засіб. Вода також використовується для транспортування речовин у продуктах. Вона допомагає розподілити різні компоненти, такі як жири, ароматичні сполуки і мінерали, що забезпечує рівномірний смак та текстуру продукту.

Текстурний агент. Вода впливає на текстуру продуктів.

Інгредієнт для реакцій. У деяких продуктах вода використовується як активний інгредієнт у хімічних реакціях.

Вона впливає на смак, текстуру, структуру, збереження та харчові якості продуктів.

Кількість води в харчових продуктах та напівфабрикатах на різних стадіях технологічного процесу впливає на їх якість та безпеку.

Вологість різних харчових продуктів змінюється у межах: фрукти, овочі – 70-95; молоко – 87; м'ясо - 65-75; сир – 37; хліб – 35; борошно - 12-14; сухі порошки – 4, олія рослинна 1,5.

Вміст води у харчових продуктах, виражене у відсотках з його маси, називають вологістю. Розрізняють масову та об'ємну вологість. Масова вологість характеризується кількістю води в речовині, вираженою у відсотках (%) від початкової маси вологої речовини, а об'ємна вологість відповідно від об'єму.

Вологовмістом або абсолютною вологістю називається кількість води, віднесена до одиниці маси сухої частини матеріалу. Цю величину не завжди можна точно виміряти, тому що у ряді випадків неможливо видалити всю неконденсовану воду і зважити предмет до і після цієї операції.

Відносна вологість характеризує вміст вологи в порівнянні з максимальною кількістю вологи, яка може утримуватися в речовині в стані термодинамічної

рівноваги. Зазвичай відносну вологість вимірюють у відсотках від максимуму.

У технології продуктів харчування найчастіше вимірюється масова вологість, яка для скорочення має назву просто вологість.

Вологість матеріалів на різних стадіях виробництва є одним з основних показників, за яким ведеться контроль та облік у харчовій промисловості. Вміст сухих речовин у матеріалі виражається у відсотках від його маси і є показником, пов'язаним з вологістю, а точніше, що його доповнює.

Для визначення вологості розрізняють **прямі** і **непрямі** методи. До прямих відносяться методи, в яких відбувається розділення матеріалу на сухі речовини і воду. Для виділення води використовуються тепло, безводні розчинники, хімічні реактиви. За принципом дії прямі методи бувають теплофізичні, дистиляційні та хімічні. До непрямих відносяться методи, в яких вимірюються зміни фізичних величин або властивостей, що функціонально пов'язані з вологістю матеріалів. З непрямих методів практичне значення мають електromетричні методи, в яких вимірюється електропровідність або діелектрична проникливість. Класифікація методів визначення вологості наведено на рис.3.1.

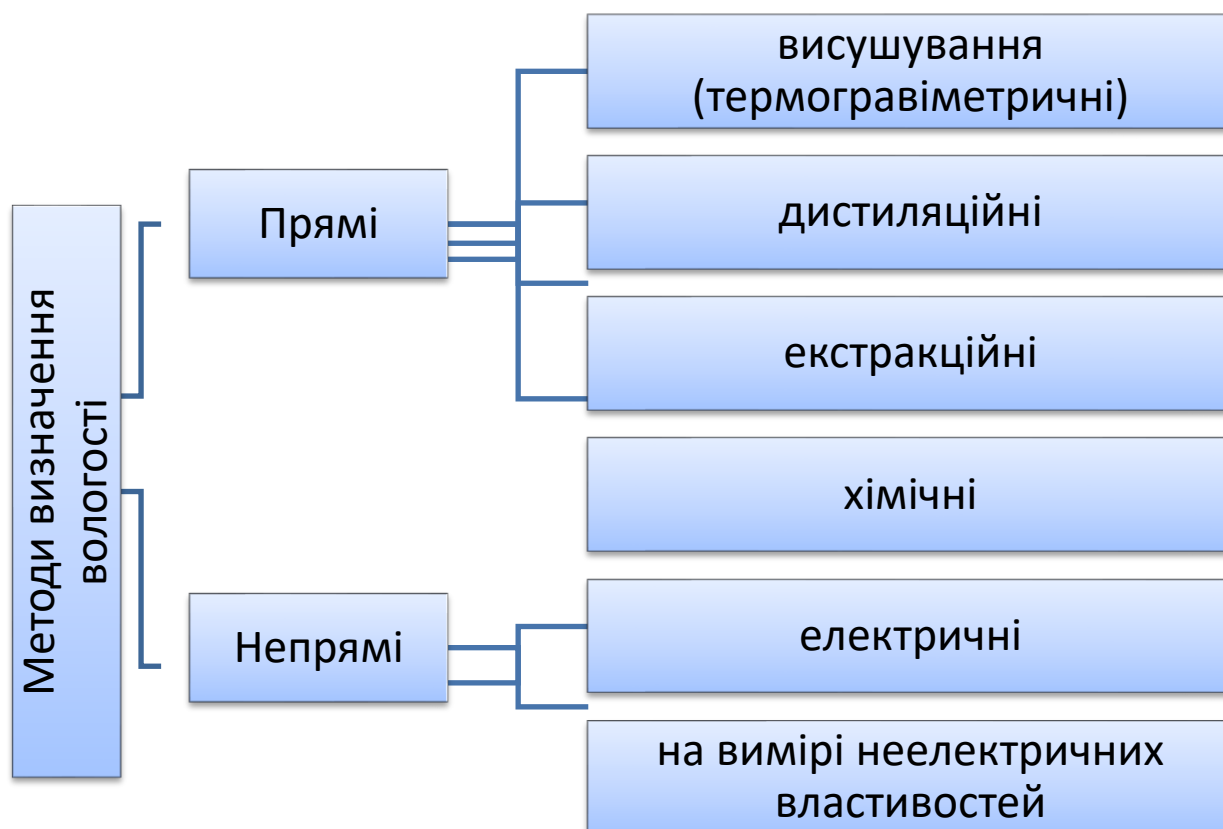


Рис. 3.1 – Класифікація методів визначення вологості

Деякі методи за своїм характером належать до лабораторних методів; інші застосовуються для контролю та автоматичного регулювання вологості матеріалів у технологічних процесах виробництва. Прямі методи визначення вологості використовуються найчастіше у лабораторних умовах; а непрямі можуть застосовуватись в автоматичному регулюванні виробництва.

Методи висушування (темогравіметричні) засновані на випаровуванні води з наважки аналізованого матеріалу та полягають у повітряно-тепловому сушінні

зразка матеріалу до досягнення рівноваги з навколишнім середовищем; ця рівновага умовно вважається рівнозначною повному видаленню вологи. Для висушування використовують різні прилади, що відрізняються як за конструкцією, так і за формою передачі тепла матеріалу, що висушується.

Дистиляційні методи засновані на спільному відгоні з аналізованої речовини води та органічного розчинника, що не змішується з водою.

Екстракційні методи засновані на вилученні вологи з досліджуваного зразка водопоглинаючою рідиною та визначення характеристик рідкого екстракту, що залежать від його вологовмісту – щільності, показника заломлення, температури кипіння або замерзання і т. д.

Хімічні методи засновані на хімічній взаємодії води, що міститься у зразку, з деякими реагентами (металевим Na, реактивом Фішера). Вміст води в аналізованій пробі визначають за еквівалентною кількістю речовини, що утворилася в результаті реакції.

Електричні методи належать до найпоширенішої групи непрямих методів визначення вологості продуктів харчування, особливо зернових продуктів. Основою електричних методів вимірювання вологості є залежність параметрів, які характеризують поведінку вологих матеріалів в електричних полях від їх вологовмісту.

Методи, засновані на вимірі неелектричних властивостей матеріалів, базуються в основному на сучасних способах дослідження складу, структури та властивостей речовини, що використовують взаємодію різних видів електромагнітних коливань та ядерних випромінювань з досліджуваною речовиною.

Характеристика, алгоритм проведення та апаратне оформлення методів визначення вологості харчових продуктів.

1.1. Методи висушування (темогравіметричні)

Темогравіметричні методи висушування поділяються залежно від застосовуваних приладів та умов висушування. Різноманітність методів визначення вологості висушуванням представлено на рис. 3.2.



Рис. 3.2 – Класифікація методів визначення вологості висушуванням.

Методи висушування відносяться до масопереносних методів. Методика визначення має загальний алгоритм (рис. 3.3), заснований на виділенні гігроскопічної вологи з об'єкта, що досліджується, при певній температурі. Для цього проводиться підготовка зразка харчового продукту, найчастіше його подрібнення.

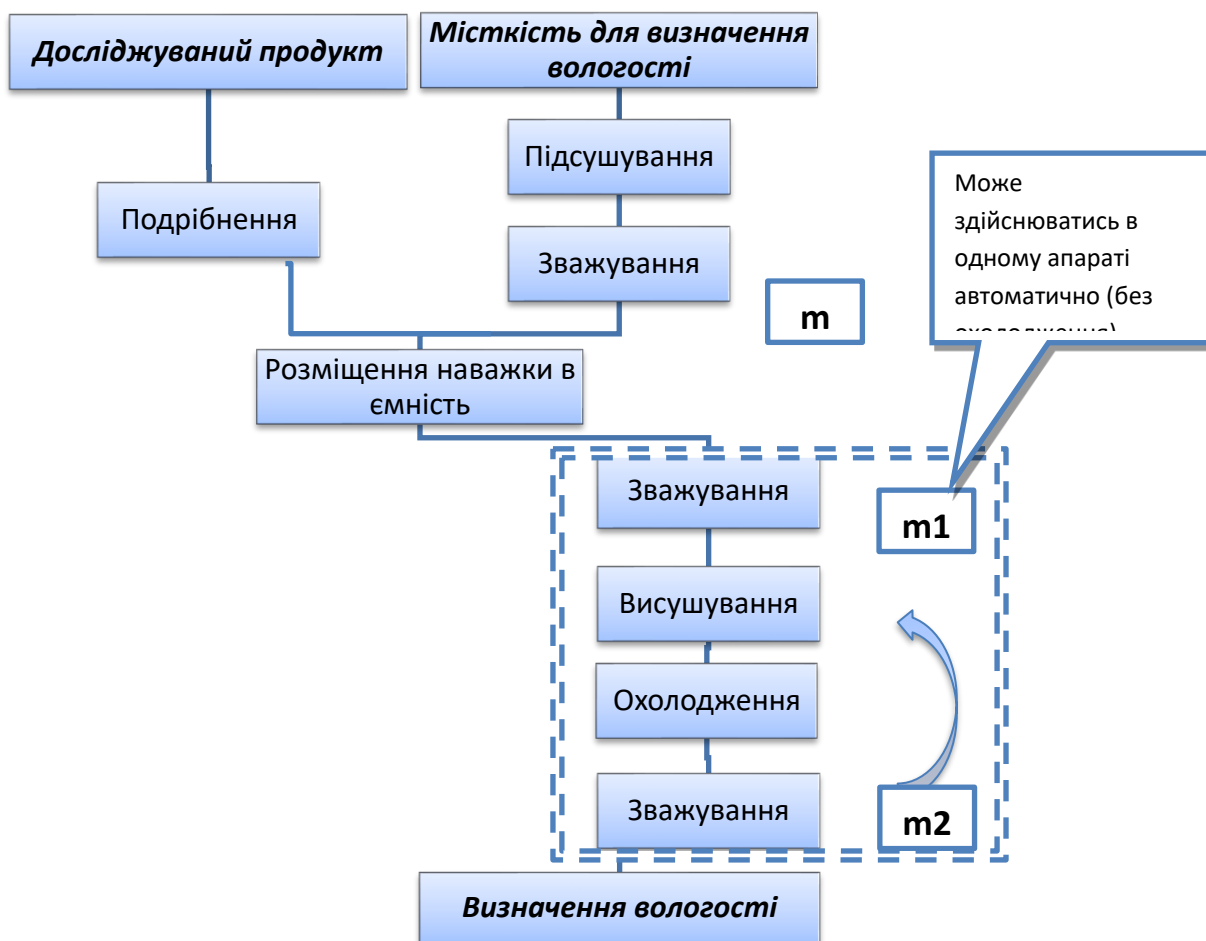


Рис. 3.3 – Алгоритм визначення вологості методами висушування.

Паралельно готується ємність для висушування. Залежно від методу висушування в якості ємності може застосовуватися алюмінієвий або сітчастий бюкс (рис. 3.4 а), одноразова чашка з алюмінієвої фольги (рис. 3.4 б) або трикутний конверт з паперу типу ротаторного або газетного (рис. 3.4 в). Ємність для висушування попередньо готують, для цього підсушують, а потім зважують.

У підготовлену ємність поміщається наважка продукту і знову зважується. Для регулювання товщини шару при висушуванні маса наважки найчастіше приблизно дорівнює 5 г. Для деяких харчових продуктів з більшою вологістю маса наважки може бути меншою і складати приблизно 4 г.

Режими висушування обумовлені методом визначення вологості продуктів у якому проводиться визначення та використанням приладом. Узагальнені параметри висушування наведено у таблиці 3.1.

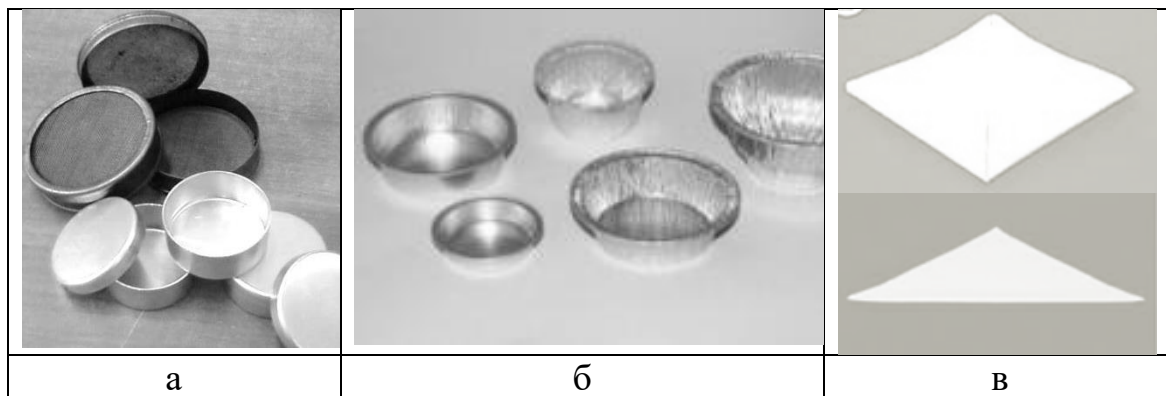


Рис. 3.4 – Ємності для визначення вологості висушуванням

Таблиця 3.1 – Параметри висушування

Назва методу	Режими висушування		Тип апарату	Тип ємності для розміщення навішування
	Температура	Час		
Висушування до постійної маси	105	3 години і багаторазове досушування по 1 годині до різниці між вимірюваннями менше 0,0001г,	Сушильна шафа	бюкс
Прискорене висушування	130 140	40 хв 30 хв	Сушильна шафа	бюкс
Інфрачервоний тип сушіння	від 50 до 160	залежить від режиму сушіння	Аналізатор вологості	чашка з алюмінієвої фольги
Гологінний тип сушіння	від 50 до 160	залежить від режиму сушіння	Аналізатор вологості	чашка з алюмінієвої фольги
Метод Чижової	160	до 10 хв	Печі сушильні	конверт із паперу
Висушування у вакуумі	80-90			бюкс

Після висушування ємність з наважкою охолоджують. Для цього її поміщається в ексікаторз CaCl_2 або H_2SO_4 відносної густини $1,84 \text{ г/см}^3$ на 30-40хв для запобігання поглинання вологи з повітря висушеним продуктом при охолодженні. Після охолодження ємність з наважкою зважується, і вологість розраховується за формулою 3.1

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_2 - m}, \quad (3.1)$$

маса води
маса вологого продукту

де m – маса ємності, г;

m_1 – маса ємності з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса ємності з висушеною наважкою, г.

У сучасних вагових аналізаторах вологості, де передбачено інфрачервоний або галогенний тип сушіння, вбудовані високоточні ваги. Принцип роботи аналізаторів

базується на термогравіметричному методі вимірювання вологості: безперервному вимірі маси проб при висушуванні, порівнянні маси проби до та після висушування та визначенні значення масової частки вологи в пробі.

Визначенню вологості твердих матеріалів висушуванням притаманні такі методичні похибки:

а) при висушуванні органічних матеріалів поряд із втратами гігроскопічної вологи відбувається втрата летких сполук; одночасно при сушінні в повітрі має місце поглинання кисню внаслідок окислення речовини, а іноді і термічне розкладання проби;

б) припинення сушіння відповідає не повному видаленню вологи, а рівновазі між тиском водяної пари в матеріалі і тиском водяної пари в повітрі;

в) видалення пов'язаної вологи в колоїдних матеріалах неможливе без руйнування колоїдальної частки і не досягається при висушуванні;

г) у деяких речовинах у ході сушіння утворюється водонепроникна кірка, що перешкоджає подальшому видаленню вологи;

д) для матеріалів, що піддаються перед визначенням вологості подрібненню, велике значення має зниження вологи в зразку в процесі подрібнення. Це зниження особливо велике, якщо при розмелі має місце нагрівання зразка.

Таким чином, висушування являє собою емпіричний метод, яким визначається не справжня величина вологості, а певна умовна величина, більш менш близька до неї. Тим не менш, вимірювачі вологості, що реалізують прямий метод вимірювань, є найточнішими в даний час, а при вимірах залишкової вологості (менше 1%) їм немає альтернативи.

Процес видалення вологи пришвидшується при застосуванні методів високотемпературного сушіння. Застосування цього методу та обґрунтування режиму високотемпературного сушіння передає вивчення властивостей матеріалу і, в першу чергу таких, як наявність або відсутність летких речовин, здатність до розкладання або окислення матеріалу, здатність матеріалу «спікатися» і утворювати вологонепроникну шкіру на своїй поверхні і т.п. У тих випадках, коли матеріал не допускає сильного нагрівання, сушіння може бути прискорене вакуумом.

Вакуумно-тепловий метод (метод висушування у вакуумі). Один з найбільш поширених методів визначення вологості зерна заснований на сушінні тонко розмеленого зерна при температурі 98-100°C в сушильній шафі при розрідженні, що дорівнює 25 мм рт. ст. чи менше. Нагрівання продовжують доти, доки відбуватиметься подальше помітне зменшення маси наважки (зазвичай близько 5 год).

Цей метод є одним із офіційних методів, прийнятих для зерна, в Асоціації офіційних міжнародних хіміків-аналітиків.

У таблиці 3.2 як приклад наведено параметри деяких вакуумно-теплових методів висушування зерна.



При використанні цього методу зменшується ступінь окислення, пов'язана із нагріванням.

У таблиці 3.3 наведено деякі апарати, у яких може бути реалізований метод визначення вологості висушуванням у вакуумі.

Таблиця 3.2 – Режими вакуумно-теплових методів висушування зерна

№ п/п	Температура висушування, оС	Тривалість висушування, год	Тиск у камері для висушування, мм рт. ст
1	70	до постійної маси	10
2	100	3	25
3	95-100	5 (або до постійної маси)	25
4	98-100	5 (або до постійної маси)	25
5	1 етап 105 2 етап 130	0,5 -1 1 -2	25
6	80	20	25
7	Без підігріву у вакуумному ексикаторі	до постійної маси	25

Таблиця 3.3 – Апаратурне оформлення вакуумно-теплових методів визначення вологості

Назва апарату, його виробник та	Зовнішній вигляд	Граничний залишковий тиск	Діапазон регульованої температури, 0°С	Діапазон вимірювання вологості, %
Зразкова установка вакуумно-теплова (методика вимірювання згідно з ГОСТ 8.432-81)		1,33кПа (10 мм.рт.ст)	100-140	5-45
Вакуумна сушильна шафа Binder VDL 23, (VDL 53) / Німеччина		до 2 кПа (15 мм.рт.ст)	15-200	
Шафа сушильна вакуумна ШСВ 5.5.6/2,5-С (ШСВ 5.5.6/3,5-С)		4 кПа (30 мм.рт.ст)	250 (350)	

Повітряно-тепловий метод сушіння включає різні методи, що відрізняються застосовуваним обладнанням та різними режимами його роботи. До методів повітряно-термічної сушіння відносяться метод висушування в сушильних шафах і в обладнанні з інфрачервоним або галогенним типом сушіння. Висушування у сушильних шафах проводиться до постійної маси або прискореним висушуванням.

При висушуванні до постійної маси сушіння закінчують, якщо два послідовні зважування досліджуваного зразка дають однакові або близькі результати. Так як швидкість сушіння поступово зменшується, передбачається, що при цьому видаляється майже вся волога, що міститься у зразку. Тривалість визначення цим методом зазвичай становить від кількох годин до доби і більше (табл. 3.1, 3.4).

У прискорених методах – сушіння ведеться протягом певного, значно коротшого проміжку часу за підвищеної температури. Параметри висушування наведено у табл. 3.1. та 3.4.

Методи висушування до постійної маси та прискореного висушування реалізуються в повітряних сушильних шафах з електричним нагріванням, постійна температура сушіння в яких підтримується контактним термометром. Результати визначення залежать від

- якості виділення навішування,
- тривалості сушіння,
- температури та атмосферного тиску, при яких відбувалося сушіння,
- кількості завантажуваних наважок, їх розташування в сушильній камері,
- ступеня відведення вологого повітря.

Таблиця 3.4 – Режими повітряно-теплових методів висушування зерна

№ п/п	Температура висушування, °С	Тривалість висушування, год
1	103-106	3
2	103	4
3	103	72
4	100-105	3 та по 1 год для висушування до постійної маси
5	102	17
6	1 етап 105 2 етап 130	30 хв 40 хв
7	130	30 хв
8	130	40 хв
9	130	1
10	130	2
11	130	3
12	130	4
13	130	38
14	135	2



Недоліки таких вимірювачів вологості:

- метод є руйнівним, оскільки підготовка навішення передбачає подрібнення зразка;
- мала продуктивність і висока трудомісткість: для проведення аналізу витрачається від 1 до 5 год, у своїй доводиться робити кілька зважувань.

Метод прискореного висушування є арбітражним з метою оцінки вологості зерна та багатьох інших продуктів. Застосування цього є обов'язковим при розрахунках зі здавачами зерна. при арбітражних аналізах та при контрольній перевірці сушильних шаф інших марок.

У таблиці 3.5 наведено сушильні шафи, в яких можуть бути реалізовані метод визначення вологості висушуванням до постійної маси та прискореного висушування.

Таблиця 3.5 – Апаратне оформлення методів визначення вологості в сушильних шафах

Назва апарату, його виробник	Зовнішній вигляд	Діапазон визначення масової частки вологи	Діапазон встановлення температур робочих режимів	Метод висушування
Шафа сушильна електрохімічна СЕШ-3М			105-135	висушування до постійної маси; прискорене висушування
Повітряно-теплові установки АСЕС-4, АСЕС-12		від 5 до 45	від 60 до 150	

У сучасних вологомірах для подальшого прискорення сушіння застосовується інфрачервоне або галогенне нагрівання. Інфрачервоні промені – це невидиме оком електромагнітне випромінювання, що випромінюється нагрітими тілами. Здатність тіла випромінювати ІЧ-промені зростає пропорційно до підвищення температури в четвертому ступені. При нагріванні конвективним способом або шляхом теплопередачі кількість тепла зростає пропорційно підвищенню температури лише в першому ступені. Тому при одній і тій же температурі потужність теплового



поток, створеного ІЧ-променями, в десятки разів більша, ніж за інших способів передачі тепла. Інфрачервоне випромінювання безконтне, передача енергії від випромінювача до об'єкта відбувається дуже швидко.




Вода має здатність майже повністю поглинати всі падаючі на неї промені (коефіцієнт світлопоглинання води дорівнює 0,95 – 0,96), при цьому вона швидко нагрівається і випаровується, за рахунок потоку ІЧ-випромінювань, внаслідок чого час сушіння значно скорочується.

Галогенне нагрівання забезпечується за рахунок високотемпературної спіралі, об'єднаної з галогенною лампою – кварцовою газонаповненою трубкою. Лампа світиться яскраво-червоним світлом, виділяючи велику кількість тепла. Кварцові галогенні лампи є високоефективними джерелами інфрачервоного випромінювання. Кварцові галогенові випромінювачі – інфрачервоні випромінювачі з найбільшою інтенсивністю випромінювання. Повну потужність вони набирають одразу після включення.

Апаратне оформлення методів визначення вологості в аналізаторах вологості, де передбачено інфрачервоний або галогенний тип сушіння, наведено в таблиці 3.6. Відмінною особливістю приладів є вбудовані ваги високого класу точності, що дозволяє безперервно вимірювати масу проб при висушуванні без охолодження, реєструвати зміну маси і розраховувати вологість проби.

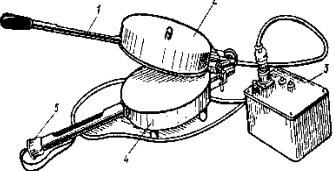
Таблиця 3.6 – Апаратне оформлення методів визначення вологості в аналізаторах вологості, де передбачено інфрачервоний або галогенний тип сушіння

Назва апарату, його виробник	Зовнішній вигляд	Діапазон визначення масової частки вологи, %	Діапазон встановлення температури робочих режимів	Діапазон маси навішування для проведення аналізу, г до	Тип сушіння
1	2	3	4	5	6
ІЧ-вологомір FD-610 фірма Kett (Японія)		0,1-100	0~200	70	інфрачервона електрична лампа
ІЧ-вологомір FD-720 фірма Kett (Японія)		0,01-100		120	інфрачервоний

1	2	3	4	5	6
Ваги аналізатори вологості (Швейцарія): MB23		0,1-100	50-160	110	інфрачервоний
MB25		0,05-100		110	
MB35		0,01-100	50...200	35	
MB45		0,01-100		45	
Вологомір-ваги ADGS-50 (Полша)		0,04-100	50-160	50	галогеновий
Аналізатор вологості МА 100		0,02-99,98	30 - 200	100	керамічний інфрачервоний нагрівач або галогенна лампа

Висушування за методом Чижової Н.К. відбувається за рахунок інфрачервоного випромінювання в апараті, що складається з двох з'єднаних між собою масивних плит круглої або прямокутної форми. У робочому стані між плитами встановлюють зазор 2-3 мм. Наважку продукту висушують у пакеті з ротаторного або газетного паперу розміром 20x14 см протягом 3 хв за певної температури, охолоджують в ексікаторі 2-3 хв і швидко зважують з точністю до 0,01 г. Зовнішній вигляд та характеристика апаратів для вимірювання вологості за методом Чижової наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Апаратурне оформлення методів визначення вологості за Чижовою Н.К.

Назва апарату, його виробник	Зовнішній вигляд	Діапазон температур и висушування, °С	Діапазон часу висушування, хв	Час нагріву блоку висушування до робочої температури, хв.
1	2	3	4	5
Вологомір Чижової ВНДІХП ВЧ (СРСР)				

1	2	3	4	5
ПЧ-МЦТ, ПЧ-МЦТЗФ Вологомір Чижевий		+100 - +200	1 - 10	не більше 20 хв
ЕЛЕКС-7		50-190	1 - 99	15
ВЧМ-ЦТ. Вологомір Чижевий		+100 до +200 °	1 до 10	35
Вологомір Чижевий ВЧМ		100-180	1 - 99	20
Апарат сушильний "КВАРЦ- 21М33-1" (Аналог приладу Чижевий)		100 -180	1-999	10
Вологомір УВО-01		130 – 170	1 - 9	
Піч сушильна лабораторна з антипригарни м покриттям ПСЛ 1-180		100-180	1-30	10
Вологомір УВО-01		100-200		

Методи визначення сухих речовин у розчинах

- **Справжні сухі речовини** визначаються прямими методами, та найбільш точно висушуванням до постійною маси.
- **Видимі сухі речовини** визначаються непрямим методами
 - за густиною;
 - за коефіцієнтом заломлення.

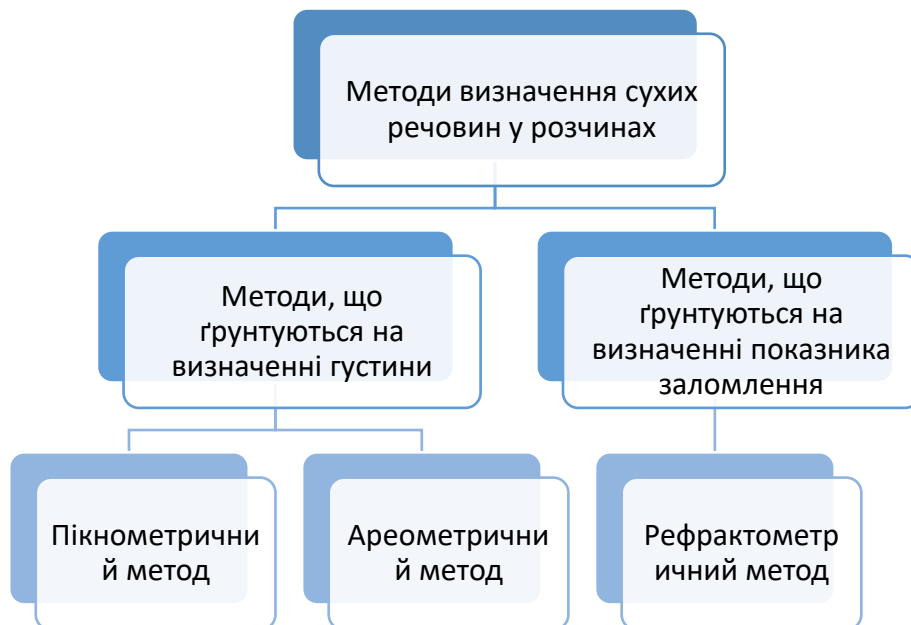


Рис. 3.4 – Класифікація методів визначення вмісту сухих речовин у розчинах

Пікнометричні методи визначення вмісту сухих речовин базуються на принципі вимірювання маси точного об'єму розчину із відомим вмістом сухих речовин, що порівнюється з масою також об'єму розчину, який досліджується. Зазвичай в якості контрольної рідини застосовується вода. Пікнометри (*від грец. ρ uknos* - щільний або *густий*) – скляні судини невеликого об'єму, що застосовуються для визначення густини.



Рис. 3.6 –
Ареометр

Вміст сухих речовин у розчинах також можна визначати за допомогою ареометру. **Ареометр** – це прилад, який вимірює питому вагу рідини, що залежить від її густини і, отже, концентрації розчинених речовин. Дія ареометра заснована на гідростатичному законі Архімеда: тіло, занурене в рідину, виштовхується силою, рівною масі витісненою рідини. Ареометри бувають загального призначення для вимірювання густини, в таких ареометрах шкала градуєвана в г/мл або кг/м³. В таких випадках спочатку визначається густина розчину, а далі в залежності від розчиненої речовини по відповідним таблицям, залежностям або формулам встановлюється вміст сухих речовин у відсотках, г/л або моль/л. В ареометрах спеціального призначення шкала градуєвана по вмісту відповідної речовини.



Рис. 3.5 –
Пікнометр

В таблиці 3.8 та на рис. 3.7 наведено залежність густини від концентрації розчину цукру.

Таблиця 3.8 – Залежність густини від концентрації розчину цукру

Густина				Густина				Густина			
Концентрація цукру в розчині				Концентрація цукру в розчині				Концентрація цукру в розчині			
г/мл	%	г/л	моль/л	г/мл	%	г/л	моль/л	г/мл	%	г/л	моль/л
1,0002	0,5	5	0,015	1,0465	12	125,58	0,367	1,2079	46	555,63	1,623
1,0021	1	10,02	0,029	1,0507	13	136,59	0,399	1,2186	48	584,93	1,709
1,004	1,5	15,06	0,044	1,0549	14	147,69	0,431	1,2295	50	614,75	1,796
1,006	2	20,12	0,059	1,0592	15	158,88	0,464	1,2406	52	645,11	1,885
1,0079	2,5	25,2	0,074	1,0635	16	170,16	0,497	1,2518	54	675,97	1,975
1,0099	3	30,3	0,089	1,0678	17	181,53	0,53	1,2632	56	707,39	2,067
1,0119	3,5	35,42	0,103	1,0722	18	193	0,564	1,2747	58	739,33	2,16
1,0139	4	40,56	0,118	1,0766	19	204,55	0,598	1,2864	60	771,84	2,255
1,0158	4,5	45,71	0,134	1,081	20	216,2	0,632	1,2983	62	804,95	2,352
1,0178	5	50,89	0,149	1,0899	22	239,78	0,7	1,3103	64	838,59	2,45
1,0198	5,5	56,09	0,164	1,099	24	263,76	0,771	1,3224	66	872,78	2,55
1,0218	6	61,31	0,179	1,1082	26	288,13	0,842	1,3348	68	907,66	2,652
1,0238	6,5	66,55	0,194	1,1175	28	312,9	0,914	1,3472	70	943,04	2,755
1,0259	7	71,81	0,21	1,127	30	338,1	0,988	1,3599	72	979,13	2,86
1,0279	7,5	77,09	0,225	1,1366	32	363,71	1,063	1,3726	74	1015,7	2,967
1,0299	8	82,39	0,241	1,1464	34	389,78	1,139	1,3855	76	1053	3,076
1,032	8,5	87,72	0,256	1,1562	36	416,23	1,216	1,3986	78	1090,9	3,187
1,034	9	93,06	0,272	1,1663	38	443,19	1,295	1,4117	80	1129,4	3,299
1,0361	9,5	98,43	0,288	1,1765	40	470,6	1,375	1,425	82	1168,5	3,414
1,0381	10	103,81	0,303	1,1868	42	498,46	1,456	1,4383	84	1208,2	3,53
1,0423	11	114,65	0,335	1,1972	44	526,77	1,539				

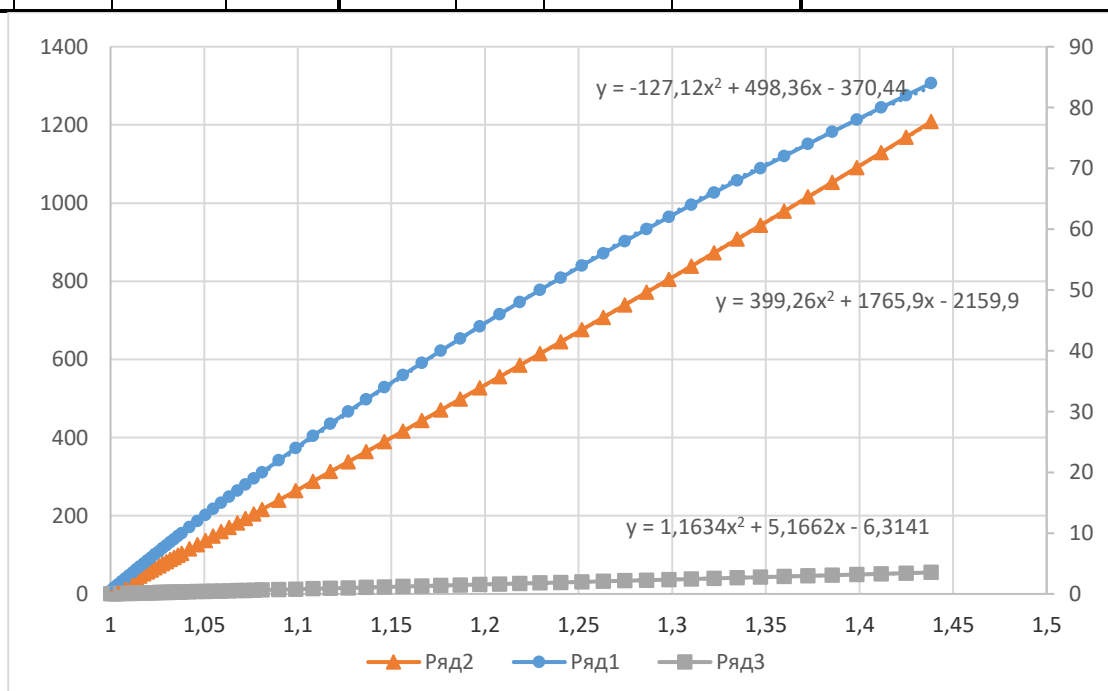


Рис. 3.7 – Залежність густини від концентрації розчину цукру.
Концентрація цукру в розчині: % – Ряд 1; г/л – Ряд 2; моль/л – Ряд 3

Для встановлення концентрації доцільно застосовувати рівняння перерахунку:

- перерахунок густини (г/мл) у концентрацію цукру в розчині, %

$$y = -127,12x^2 + 498,36x - 370,44 \quad (3.2)$$

- перерахунок густини (г/мл) у концентрацію цукру в розчині, г/л

$$y = 399,26x^2 + 1765,9x - 2159,9 \quad (3.3)$$

- перерахунок густини (г/мл) у концентрацію цукру в розчині, моль/л

$$y = 1,1634x^2 + 5,1662x - 6,3141 \quad (3.4)$$

В таблиці 3.9 та на рис. 3.8 наведено залежність густини розчину від концентрації хлориду натрію.

Таблиця 3.9 – Залежність густини розчину від концентрації хлориду натрію

Густина	Концентрація хлориду натрію в розчині		
	г/мл	%	г/л
1,005	1	10,05	0,172
1,012	2	20,25	0,3464
1,027	4	41,07	0,7026
1,041	6	62,47	1,069
1,056	8	84,47	1,445
1,071	10	107,1	1,831
1,086	12	130,2	2,228
1,101	14	154,1	2,636
1,116	16	178,5	3,055
1,132	18	203,7	3,485
1,148	20	229,5	3,927
1,164	22	256	4,38
1,18	24	283,2	4,846
1,197	26	311,2	5,325

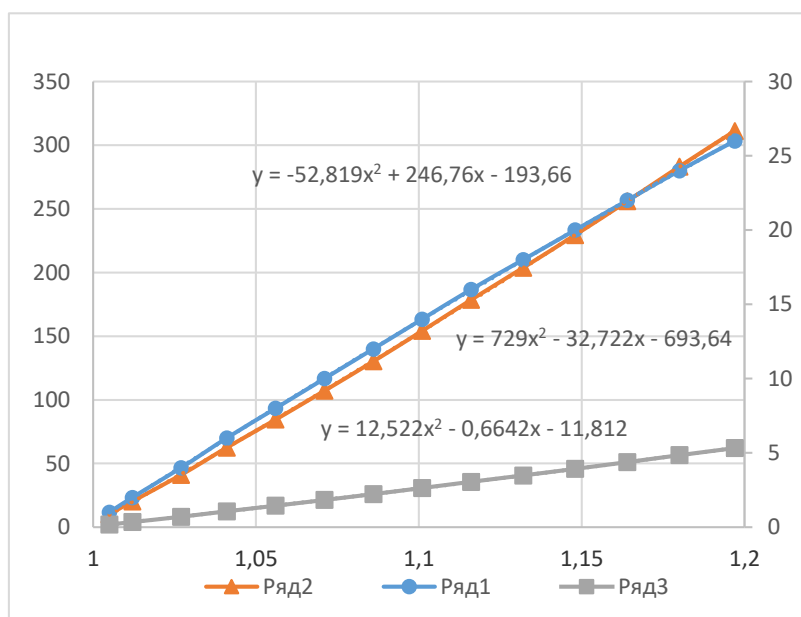


Рис. 3.8 – Залежність густини розчину від концентрації хлориду натрію.
 Концентрація солі в розчині: % – Ряд 1; г/л – Ряд 2; моль/л – Ряд 3

Для встановлення концентрації можливо застосовувати рівняння перерахунку:

- перерахунок густини (г/мл) у концентрацію солі в розчині, %

$$y = -52,819x^2 + 246,76x - 193,66 \quad (3.5)$$

- перерахунок густини (г/мл) у концентрацію солі в розчині, г/л

$$y = 729x^2 - 32,722x - 693,64 \quad (3.6)$$

- перерахунок густини (г/мл) у концентрацію солі в розчині, моль/л

$$y = 12,522x^2 - 0,6642x - 11,812 \quad (3.7)$$

■ СТИСЛИЙ ОПИС МЕТОДІВ **МЕТОД ВИСУШУВАННЯ ДО ПОСТІЙНОЇ МАСИ**

Апаратура. Сушильна шафа, аналітичні ваги, ексикатор, металеві бюкси з кришками, тигельні щипці.

Хід визначення. Бюкси висушують 30-40 хвилин і охолоджують в ексикаторі. Визначають масу порожнього бюксу разом з кришкою. Поміщують в бюкс приблизно 5 г подрібненого продукту і визначають масу бюксу з наважкою. Висушують при температурі 105°C протягом 3 годин. Тигельними щипцями виймають бюкси з сушильної шафи, накривають їхніми кришками, охолоджують в ексикаторі 30 - 40 хвилин і зважують. Після цього пробу висушують ще 1 годину, охолоджують і зважують. Різниця між двома послідовними зважуваннями не повинна перевищувати 0,001 г. Вологість розраховують по формулі 3.1.

МЕТОД ПРИСКОРЕНОГО ВИСУШУВАННЯ

Апаратура. Сушильна шафа СЕШ-3, технічні ваги, ексикатор, металеві бюкси з кришками, тигельні щипці.

Хід визначення. Наважку висушують в сушильній шафі СЕШ-3 протягом 40 хвилин при температурі 130° С, охолоджують в ексикаторі і зважують. Вологість розраховують за формулою (3.1).

МЕТОД ВИСУШУВАННЯ У ВОЛОГОМІРІ ЧИЖОВОЇ (АПАРАТІ **СУШИЛЬНОМУ АПС – 1)**

Апаратура. Апарат АПС-1 (вологомір Чижової), технічні ваги, ексикатор, папір, пінцет.

Хід визначення. Перед початком роботи прилад прогрівають 20-25 хвилин. Висушування матеріалу ведуть в паперових пакетах. Перед вживанням пакети висушують (при температурі 160°C 3 хвилини), охолоджують і зважують на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Масу олівцем записують на пакеті. Наважки продукту розподіляють тонким шаром по пакету і містять його між плитами вологоміру. Висушують 5-7 хвилин, охолоджують в ексикаторі 2-3 хвилини, зважують.

МЕТОД ВИСУШУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ **ВАГ-ВОЛОГОМІРА ADGS 50.**

Апаратура. Ваги-вологомір ADGS 50 (табл.3.6).

Хід визначення. Підготовка зразка.

Для проведення досліджень спочатку на лабораторному млинку потрібно розмолоти зразок зерна пшениці. Маса розмолотого зразка для досліду лежить в інтервалі від 4 до 6 грам.

Підготовка приладу.

Спочатку прилад визначає масу зразка на ваговій чаші, потім швидко нагріває зразок за допомогою двох галогенів до 130 °С.

Вимірювання.

Процес сушіння відбувається протягом 10 хв.. Волога в досліджуваному зразку випаровується, і вага зразка змінюється. Аналізатор вологості показує зміну

маси зразка в процесі сушіння. Після закінчення висушування результати вимірювань виводяться на дисплей.

ЦЕЛЬКОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ СІПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Апаратура. Вологомір Wile-55.

Хід визначення. Наповнюють пробою зерна вимірювальний циліндр спочатку на одну чверть. Злегка струшують вологомір так, щоб зерно розподілилося навколо центрального сенсора. Потім продовжують наповнення, поки зерно не заповнить циліндр до країв.

Встановлюють акуратно кришку вимірювального циліндра на його різьблення і обертають до тих пір, поки центральна (рухлива) частина кришки встановиться врівень з усією кришкою.

Натискають і відпускають кнопку "P". Після стартового самоконтролю приладу відображається номер шкали, яка використовувалася останній раз. Якщо необхідно перейти на іншу шкалу, тобто визначити вологість іншого типу зерна, натискають на кнопку "F" (не притримуючи її, а діючи за принципом "натиснути-відпустити ") до тих пір, поки не з'явиться номер необхідної шкали. Після короткої паузи прилад сам переходить в режим вимірювання і на екрані послідовно виникають букви англійського алфавіту « r u ... n ». Після закінчення вимірювання на екрані з'являється вимірне значення вологості.



Рис. 3.9 - Wile-55



Рис. 3.10 – Вологомір ЦВЗ – 3А

ЄМКІСНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ СІПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Апаратура. Вологомір ЦВЗ – 3 або ЦВЗ – 3А (рис. 3.10).

Хід визначення. Для того щоб закритись дно бункера завантаження потрібно відтягнути ручку до упору (до клацання), після цього згасне індикатор. Готують пробу зерна або зернопродуктів наважкою згідно таблиці 3.10 з точністю ± 1 г , встановлюють код відповідно продукту, що досліджується.

Таблиця 3.10 – Відомості про масу наважки та код зерна і зерно продуктів

№ з/п	Назва продукту	Маса наважки продукту, г	Код
1.	Пшениця	400	01
2.	Ячмінь	350	06
3.	Рис	350	10
4.	Гречка	350	11
5.	Просо	400	12
6.	Борошно вищого і 1-го гатунку	300	31
7.	Борошно 2 гатунку	300	32
8.	Крупа манна	400	22

Засипають підготовлену наважку зерна або зернопродукту до бункеру та натискають кнопку “ПУСК”, цифри на індикаторі блимають і через 5-25 секунд (час, необхідний для вимірювання температури зерна або зернопродукту) з’явиться друга крапка у молодшому розряді цифрового індикатора. Після цього натискають важіль “ЗАГРУЗКА” при цьому відкривається дно бункеру і засвічується індикатор. Зерно або зернопродукт переміщується до міжелектронного простору вимірювального конденсатора. Через 6 секунд на цифровому індикаторі засвітиться результат вимірювання вологості.

Вимірювання повторюють 3-4 рази і розраховують середнє арифметичне значення.

ПІКНОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД.

Апаратура. Пікнометр, аналітичні ваги, сушильна шафа.

Хід визначення. Визначають масу сухого пікнометру за допомогою точних ваг. Підігрівають пікнометр і чисту воду до тієї температури, при якій будуть вимірювати густину досліджуваної рідини (молока, нафти та ін.). Наповнюють пікнометр чистою водою до мітки, стежачи за постійністю температури. Визначають масу пікнометра разом з чистою водою. Виливають воду і висушують пікнометр в спеціальній печі. Наливають досліджувану рідину в пікнометр до мітки, стежачи, щоб температура була тією ж, як і при заповненні пікнометру чистою водою. Визначають масу пікнометра разом з досліджуваною рідиною.

$$\rho_{\text{рідини}} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \cdot \rho_{\text{води}} \quad (3.8)$$

m – маса пікнометра;

m_1 – маса пікнометра з водою;

m_2 – маса пікнометра з досліджуваною рідиною.

АРЕОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД

Апаратура. Ареометр, скляний циліндр, термометр.

Хід визначення. Ареометр тричі занурюють в розчин, що досліджується, при температурі 20° С. Ареометр повинен повільно плавати у розчині і не доторкатися до стінок циліндру. Відраховують показання у верхній градуйованій частині приладу по нижньому меніску ареометра.

У випадку коли досліджуються темні розчини замір показаній ведуть за верхнім меніском. Око спостерігача повинно знаходитися на рівні меніску. Для визначення змісту сухих речовин беруть середнє арифметичне значення трьох показань приладу.

РЕФРАКТОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД

Апаратура. Рефрактометр.

Хід визначення. Установити рефрактометр у зручне для вимірювання положення.

Перевірити і установити нуль-пункт на рефрактометрі по дистильованій воді. При дослідженні дистильованої води відрахунок повинен дорівнювати

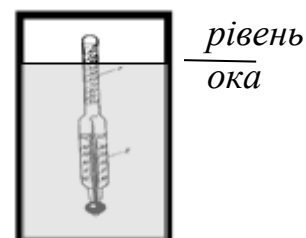


Рис 3.11 – Занурений ареометр

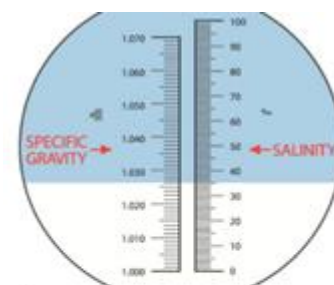


Рис. 3.12 – Встановлення нуль-пункт на рефрактометрі

1,33299 шкали n_D і 0% шкали сухих речовин.

Перевірка і установка нуля-пункта по дистильованій воді проводиться наступним чином:

■ відкрити верхню камеру і промити дистильованою водою або спиртом поверхні вимірювальної та освітлювальної призми і насухо витерти чистою льняною салфеткою;

■ кінчиком скляної палички нанести на поверхню вимірювальної призми одну-дві краплі дистильованої води і закрити верхню камеру;

■ направити луч світла до віконця верхньої камери;

■ переміщенням рукоятки з окуляром уздовж шкали уверх і униз ввести до поля зору межу світлотіні;

■ межу світлотіні переміщуючи рукоятку підвести до центру перехрещування сітки; якщо при сполученні з центром перехрещування сітки вона пройшла через відмітку шкали $n_D = 1,33299$ і 0% шкали сухих речовин, нуль-пункт встановлено вірно.

Методика вимірювання аналогічна вимірюванню при встановленні нуля-пункта.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготувати продукт до дослідження згідно варіанту (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Варіанти завдань

№ варіанту	Найменування продукту	№ варіанту	Найменування продукту
1	борошно	6	печиво
2	хлібобулочні вироби	7	соняшник
3	пшениця	8	пластівці
4	крупа рисова	9	горох
5	бісквіт	10	кукурудза

2. Провести визначення масової та абсолютної вологості вказаного продукту термогравиметричними методами:

- методом висушування до постійної маси;
- методом прискореного висушування;
- за допомогою аналізатора вологості з інфрачервоним або галогенним типом сушки;
- у вологомірі Чижової.

Параметри термогравиметричних методів наведено в табл. 3.1. Результати вимірювання оформлюють у вигляді таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Визначення вологості термогравиметричними методами

Назва методу	Характеристика методу			Результати вимірювання			Вологість	
	Температура, °С	тривалість сушки	рекомендована маса наважки, г	маса ємкості	маса ємкості з наважкою до висушування	маса ємкості з висушеною наважкою	масова	абсолютна
висушування до постійної маси	105	3 години	5					
прискореного висушування	130	40 хв.	5					
за допомогою аналізатора вологості з інфрачервоним або галогеним типом сушки	130	10 хв.	4-6					
у вологомірі Чижової	160	5-7 хв.	4					

3. Провести визначення масової та абсолютної вологості вказаного продукту електричними методами:

- кондуктометричним;
- діелькометричним.

Результати вимірювання оформити у вигляді таблиці 3.13

Таблиця 3.13 – Визначення вологості електричними методами

Назва методу	Повторність вимірювань					Середнє арифметичне значення	Вологість, %	
	1	2	3	4	5		Масова	Абсолютна

4. Провести аналіз отриманих даних та оформити у вигляді таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Аналіз методів визначення вологості

Назва методу	Вологість, %		Відмінність в методах		Сумарний час на проведення аналізу	Примітки
	масова	абсолютна	абсолютна	відносна		

5. Провести визначення сухих речовин у розчинах, що запропоновані для дослідження наступними методами:

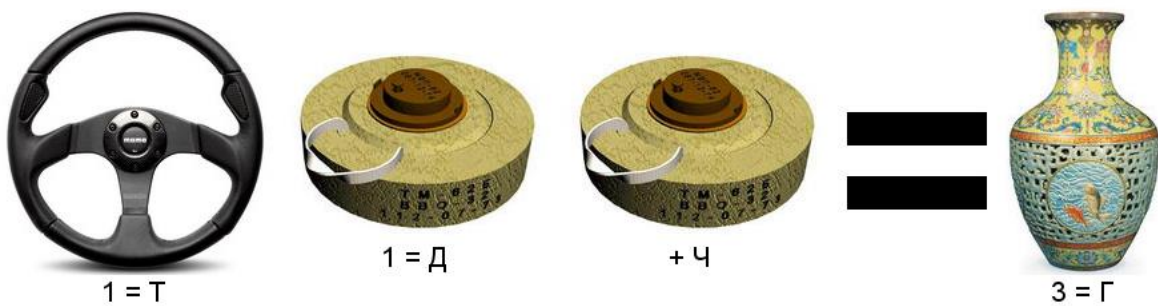
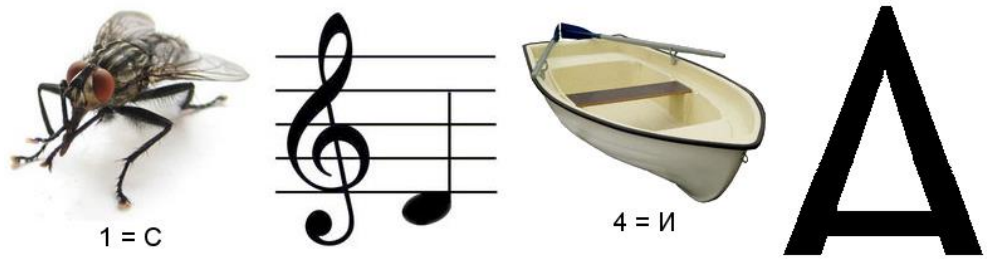
- пікнометричним
- ареометричним
- рефрактометричним

Таблиця 3.15 – Визначення вмісту сухих речовин у розчинах

Назва методу	Розчин 1			Розчин 2		
	Параметр, що визначається		Вміст сухих речовин, %	Параметр, що визначається		Вміст сухих речовин, %
	назва	значення		назва	значення	
пікнометричний						
ареометричний						
рефрактометричний						

6. На підставі отриманих результатів зробити висновок по роботі.
7. Для закріплення матеріалу пропонується розгадати 4 ребуси з основними поняттями, що розглядались у лабораторній роботі та кросворд (відповіді які складаються з двох слів у кросворді розділені «-»).





Кросворд

1						4						
			5									
									9			
	2	6										
										11		
3												
					-							
						10		13				
	8											
7												
			12									

По горизонталі:

1. Методи засновані на залежності між вологістю речовини та її електричним опором.
3. Методи які засновані на випаровуванні води з навішування аналізованого матеріалу та полягають у повітряно-тепловому сушінні зразка матеріалу до досягнення рівноваги з навколишнім середовищем
7. Які сухі речовини визначаються непрямими методами.
10. Сухі речовини, що визначаються прямими методами, та найбільш точно висушуванням до постійної маси.
12. Методи засновані на зміні ємності конденсатора при зміні діелектричної проникності речовини між його обкладинками.

По вертикалі:

2. Одні з групи методів, що ґрунтуються на визначенні густини.
4. Методи, що належать до найпоширенішої групи непрямих методів визначення вологості продуктів харчування, особливо зернових продуктів.
5. Обладнання призначене для визначення вологості шляхом розміщення наважки у бюкси.
6. Кількість води, віднесена до одиниці маси сухої частини матеріалу.
8. Метод за яким виробляється рахунок інфрачервоного випромінювання в апараті, що складається з двох з'єднаних між собою масивних плит круглої або прямокутної форми.
9. Методи визначення вмісту сухих речовин які базуються на принципі вимірювання маси точного об'єму розчину із відомим вмістом сухих речовин, що порівнюється з масою також об'єму розчину, який досліджується.
11. Вода присутня в продуктах рослинного та тваринного походження як клітинний та позаклітинний компонент, як диспергуюче середовище та
13. Вміст води у харчових продуктах, виражене у відсотках з його маси.

Контрольні питання

1. Які існують групи методів визначення вологості?
2. Як розрізняються методи визначення вологості за принципом дії?
3. Принципи, на яких засновані електрометричні методи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРОВОСТІ І КАЛАМУТНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи – отримання навичок визначення кольоровості і каламутності харчових продуктів, оцінки чутності, точності і продуктивності методу; придбання уміння вибирати метод в залежності від поставленої задачі.

Теоретична частина



Колір є важливим індикатором якості продукту. Визначення кольоровості при виробництві, є одним з основних критеріїв для визначення таких фізико-хімічних властивостей як: наявність домішок, сортність, ідентичність продукту однієї партії, відповідність матеріалів. Це дозволяє чітко здійснювати контроль за технологічним процесом.

Колір речовини і його розчину залежить від довжини хвилі електромагнітного випромінювання, яке це речовина поглинає і відображає.

Визначення кольоровості проводиться за допомогою людського ока у візуальній колориметрії, або за допомогою спеціальних приладів у фотометричних аналізах.



Рис. 4.1 - Класифікація методів визначення кольоровості і каламутності

Візуальна колориметрія заснована на здатності ока досить точно встановлювати рівність інтенсивності забарвлення або освітленості двох дотичних поверхонь. Порівняння забарвлення проводиться зі стандартними розчинами, концентрація яких відома. До сприйняття барв око більш чутливе багатьох приладів. До того ж візуальною колориметрію можна аналізувати розчини, що не підкоряються закону світлопоглинання.

Недоліками візуальної колориметрії є мала точність, часта зміна стандартних розчинів; стомлюваність очей за великої кількості аналізів; різна гострота сприйняття кольору різними людьми; різна чутливість ока до різних ділянок

спектру, внаслідок чого інтенсивність жовтого кольору визначається важче, ніж синього, зеленого та червоного.

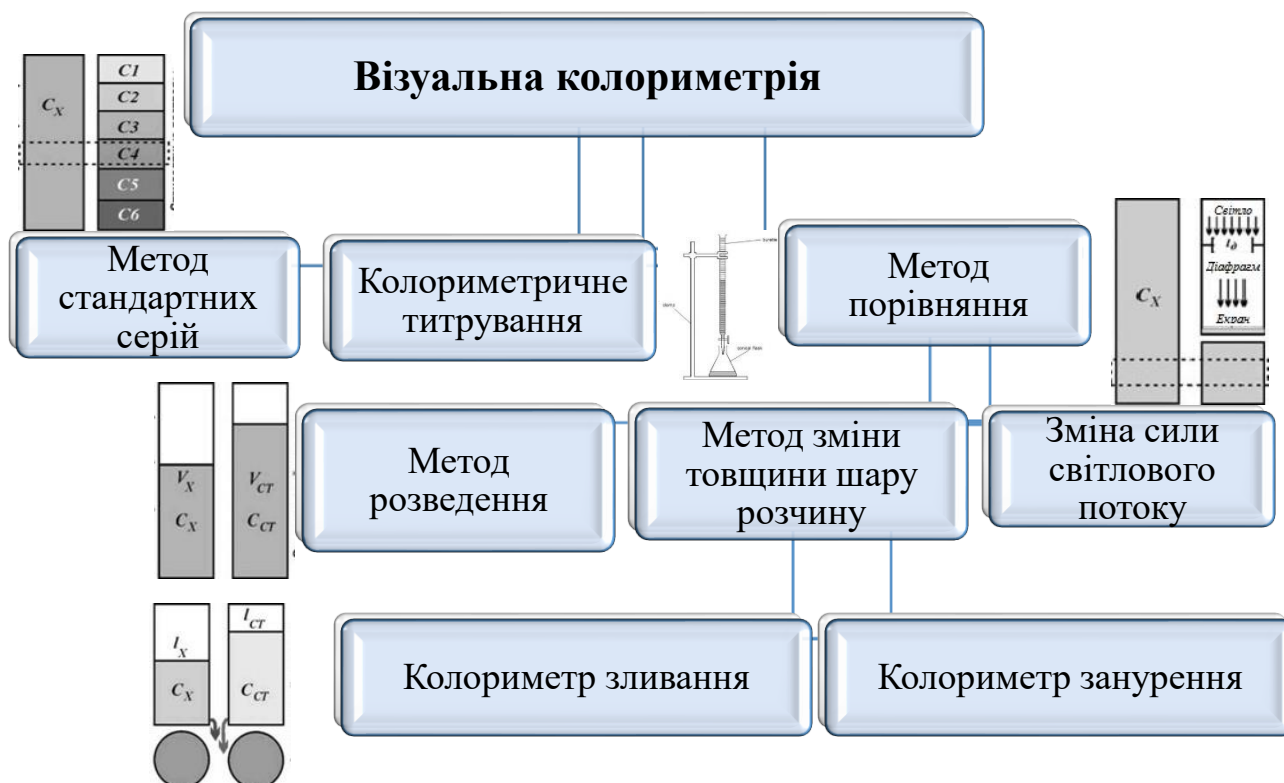


Рис. 4.2 - Класифікація методів візуальної колориметрії

Методи аналізу, які виконуються на спеціальних приладах і засновані на поглинанні енергії світла атомами і молекулами аналізованих речовин, складають велику групу абсорбційних оптичних методів. В залежності від апаратури, яка використовується, у фотометричному аналізі розрізняють спектрофотометричний метод – аналіз по поглинанню монохроматичного випромінювання (випромінювання у якому усі хвилі мають однакову частоту або довжину), і фотоколориметричний – аналіз по поглинанню поліхроматичного випромінювання. Обидва ці аналізи засновані на загальному принципі – існуванні пропорційної залежності між світло-поглинанням та концентрацій поглинаючої речовини.

Оптична густина — міра ослаблення світла прозорими об'єктами або відображення світла непрозорими об'єктами. Обчислюється як десятковий логарифм відносини потоку випромінювання падаючого на об'єкт, до потоку випромінювання, яке пройшло через нього (відбилося від нього), тобто це є логарифм від величини, зворотної до коефіцієнту пропускання.

$$D = \lg \frac{I_0}{I} \quad (4.1)$$

де I_0 – інтенсивність вхідного пучка;

I – інтенсивність вихідного пучка.

Чутливість і точність визначення оптичної щільності забарвлених розчинів залежать від довжини хвилі світла. Найбільша точність досягається при довжині хвилі максимального поглинання світла досліджуваним розчином, при якому світопоглинання залежить тільки від концентрації. Довжину хвилі максимального поглинання світла знаходять за спектром поглинання.

▣ СТИСЛИЙ ОПИС МЕТОДІВ

КОЛОРИМЕТРИЧНЕ ТИТРУВАННЯ

Апаратура і реактиви: Штативи для титрування, хімічні склянки об'ємом 150-200 мл; мікробюретки; розчин йоду, дистильована вода.

Хід визначення. В дві однакових хімічних склянки з безбарвного скла на 150-200мл відмірюють: в одну - 100мл продукту, що досліджується (пиво, квас), в іншу - 100мл дистильованої води. Під склянки підкладають лист білого паперу і в склянку з водою з мікробюретки по краплях при розмішуванні додають 0,1 н. розчин йоду доти, доки колір води не зрівняється з кольором продукту, що досліджується, при розгляданні як збоку, так і згори. Колір пива висловлюють в мілілітрах 0,1 н. розчину йоду на 100мл пива.

ОПТИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРОВОСТІ

Апаратура і реактиви: фотометр КФК-3, кювети.

Хід визначення. Кольоровість оцінюється величиною оптичної щільності D . Для кожного виробу підібрані довжина хвилі і розмір кювети, а також визначені межі значень оптичної щільності, в яких може змінюватися інтенсивність забарвлення виробу. По цим даним складена таблиця еталонів колірності виробів. Змірявши D , порівнюють отриману величину з еталоном колірності. Якщо величина D виробу відповідає його еталону, виріб вважається кондиційним по кольору. (Метод розроблений для пофарбованих лікєро-горілчанних виробів).

Кольоровість пива в системі SRM виміряється за допомогою $\frac{1}{2}$ дюймової кювети в спектрофотометрі у світлі з довжиною хвилі 430нм. Кольоровість в SRM — приблизно в 10 раз збільшена спектральна поглинаюча здатність, обмірювана по логарифмічній шкалі. Кольоровість SRM приблизно дорівнює кольоровості по старій шкалі ловібонда. Інший метод виміру кольоровості — EBC – виміряється у світлі тієї ж довжини хвилі, але в кюветі 1см. На практиці, колірність EBC приблизно в 1,97 раз більше кольоровості в SRM. ($EBC=1,97*SRM$).

ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРОВОСТІ ЗА ЙОДНОЮ ШКАЛОЮ

Метод калібрувальної кривої

Метод полягає у фотокolorиметричному вимірі оптичної щільності й наступному визначенні кольоровості продукту за допомогою градуіровочного графіка.

Для побудови градуіровочних графіків готують основний і розведені розчини йодної шкали. Вимірюють оптичну щільність приготовлених розчинів йоду стосовно дистильованої води на фотоелектроколориметрі, застосовуючи світлофільтр із довжиною хвилі 400-450 нм

Готують розчини з концентрацією 2, 4, 6, 8, 12 мг I₂/100 см³.

Для побудови градуіровочного графіка оптичні щільності розчинів йодної шкали відкладають по осі ординат, а відповідну їм кольоровість у мг I₂/100 см³ по осі абсцис (рис. 4.3).

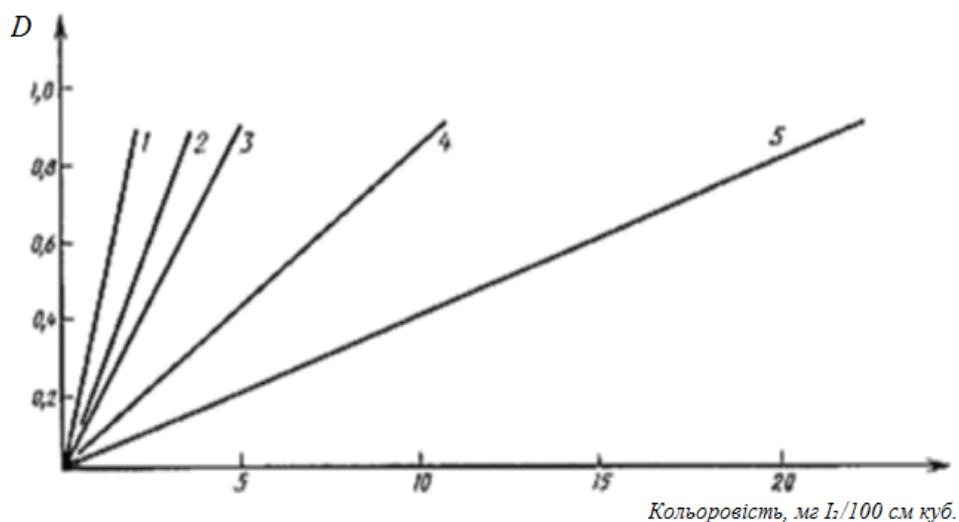


Рис. 4.3 – Калібрувальна крива (градуіровочний графік)

Для різних кювет: 1 – кювета 5см; 2 – 3см; 3 – 2см; 4 – 1см; 5 – 0,3см

ОПТИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРОВОСТІ **(ДЛЯ СОКІВ)**

Апаратура і реактиви: фотомер КФК-3, кювети, етиловий спирт.

Хід визначення. Метод заснований на вимірюванні оптичної щільності водно-спиртової витяжки на фотоелектроколориметрі. Величину оптичної щільності можна використовувати в якості критерію колірності.

Для проведення аналізу піпеткою відбирають 5 см³ соку й переносять у стаканчик місткістю 50 см³, потім додають 10 см³ еталона й 5 см³ дистильованої води.

Екстракцію барвників проводять протягом 30 хвилин при постійному перемішуванні. По закінченню екстракції суспензію фільтрують через складчастий фільтр у колбу місткістю 50-100 см³.

Фільтрат колориметрирують на ФЕК при довжині хвилі 440 нм у кюветі з робочою гранню 10 мм, контролем служить водно-спиртовий розчин (1:1). Про колірність соку судять по показанню оптичної щільності, як середнє арифметичне із двох паралельних визначень, розбіжність між якими не перевищує 1%.

НЕФЕЛОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ **(КАЛАМУТНОСТІ)**

Нормальна прозорість соку характеризується межами оптичної щільності,

виміряної в кюветі з товщиною шару рідини, встановленої для кожного вигляду соку (таблиця 4.1). У вигляді розчину порівняння використовують той же сік, але відфільтрований до прозорості.

Хід визначення. Відфільтровують 20-25мл соку , що досліджується, до повної прозорості. По таблиці 1 знаходять відповідний найменуванню соку розмір кювет. Одну кювету заповнюють нефільтрованим соком, а іншу - прозорим фільтратом. Визначення оптичної щільності соку ведуть з синім світлофільтром. Отримане значення оптичної щільності порівнюють з табличним.

Таблиця 4.1 – Межі оптичної щільності, що характеризують нормальну прозорість соків

Сік	Довжина робочої грані кювети	Оптична щільність, не більше
Яблучний	20	0,120
Абрикосовий	3	0,130
Сливовий	5	0,150
Вишневий	1	0,150
Малиновий	10	0,120
Смородиновий	3	0,200

МЕТОД ПОРІВНЮВАННЯ ЗАСОБОМ РОЗВЕДЕННЯ

Апаратура і реактиви: штатив з бюреткою,циліндри із прозорого скла, дистильована вода.

Хід визначення: У два однакових циліндра поміщують пофарбований розчин, що досліджується, і стандартний пофарбований розчин. Додаванням до більш інтенсивно пофарбованого розчину дистильованої води з бюретки домагаються порівнювання забарвлення. Вміст пофарбованої речовини C_x у розчині, що досліджується, розраховують по формулі

$$C_x = C_{ст} V_x : V_{ст}, \quad (4.2)$$

де: C_x , $C_{ст}$ - концентрація розчинів, що досліджується і стандартного відповідно ;

V_x , $V_{ст}$ - об'єми розчинів, що досліджується, і стандартного відповідно.

МЕТОД ПОРІВНЯННЯ ОПТИЧНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОФАРБОВАНИХ РОЗЧИНІВ - СТАНДАРТНОГО І ЩО ДОСЛІДЖУЄТЬСЯ

Метод використовується при визначенні концентрації речовини в розчині.

Апаратура і реактиви:

Хід визначення. Для реалізації методу беруть певний обсяг розчину , що досліджується, готують з нього пофарбований розчин для фотоколориметрирування і вимірюють його оптичну щільність. Після цього в аналогічних умовах готують 2-3

стандартних пофарбованих розчину речовини, що визначається, відомої концентрації. Щоб уникнути великих помилок, концентрація розчинів, що досліджується, і стандартних повинні бути майже однаковими. Тому спочатку вимірюють оптичну щільність розчину, що досліджується, і лише після цього підбирають концентрації стандартних розчинів так, щоб отримати значення їхньої оптичної щільності, близькі до значення оптичної щільності розчину, що досліджується. Оптичну щільність стандартних розчинів вимірюють в тих же кюветах.

Розрахунок концентрації речовини пофарбованої речовини в розчині, що досліджується, (в мг/мл) ведуть по рівнянню (4.3)

$$C_x = C_{ст} D_x / D_{ст}, \quad (4.3)$$

де $C_{ст}$ - концентрація стандартного розчину;

D_x і $D_{ст}$ - оптична щільність розчинів, що досліджується, і стандартного відповідно.

Кількість речовини, що визначається (в мг) розраховують з урахуванням розведення розчинів.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Об'єкти дослідження:
 - сік з овочів або фруктів;
 - пиво або квас;
 - заварений чай.

2. Послідовність досліджень (рис. 4.4)



Рис. 4.4 – Послідовність лабораторних досліджень

3. Підготувати зразки до дослідження. Підготовка соку: спочатку потрібно вичавити сік з фруктів або овочів (яблук, апельсинів, буряка, моркви..) та приготувати серію розчинів соків з концентрацією 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%. Частину соку передається в лабораторію кафедри для підготовки розчинів соку з невідомою концентрацією. Також в лабораторію кафедри передається чай для підготовки завареного чаю з різною концентрацією, а відповідно ї різним кольором.

4. Провести визначення максимуму поглинання світла на фотоелектроколориметрі для кожного пофарбованого розчину, що досліджується (пива, чаю, соків). Для цього необхідно побудувати криву світлопоглинання для зазначених розчинів. Приклад кривої світлопоглинання наведено на рис.4.5.

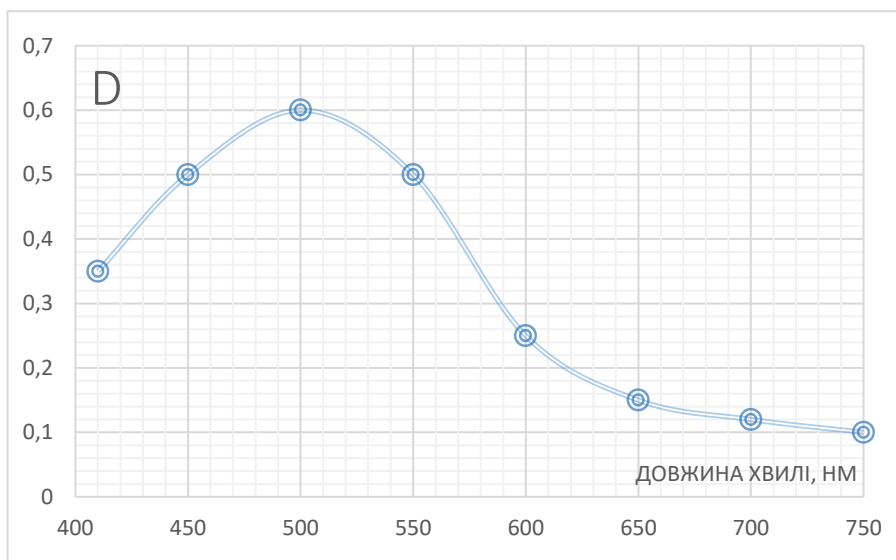


Рис. 4.5 – Визначення максимуму поглинання рідини, що досліджується

Розчин налийте в кювету для ФЕК, встановіть у прилад, та вимірюйте величину оптичної щільності при різних значеннях довжини хвилі λ . За отриманими результатами максимуму світлопоглинання встановіть необхідний світлофільтр.



Всі визначення для кожної рідини необхідно проводити при такій довжині хвилі на якій спостерігався максимум оптичної щільності для відповідної рідини.

5. Побудувати калібрувальні криві для визначення кольоровості всіх об'єктів, що досліджуються. Спочатку необхідно встановити можливий діапазон зміни концентрації фарбуючих речовин та підготувати серію зразків розчинів з відомою концентрацією для дослідження. Готують серію (5-8) стандартних забарвлених розчинів, що розрізняються за концентрацією не менше ніж на 30%. Початкове та кінцеве значення концентрацій цієї серії повинні охоплювати область можливих змін концентрації досліджуваного розчину. Крім того, концентрації стандартних розчинів вибирають такими, щоб оптична густина досліджуваного розчину знаходилася приблизно в середині кривої калібрування. Потім вимірюють оптичну густина кожного розчину і будують криву (приклад наведено на рис. 4.6).

Для побудови калібрувальної кривої для визначення кольоровості екстрактів чаю при встановленій за максимумом світлопоглинання довжині хвилі підготовлені екстракти з відомим вмістом пофарбованої речовини отримати в лабораторії кафедри.

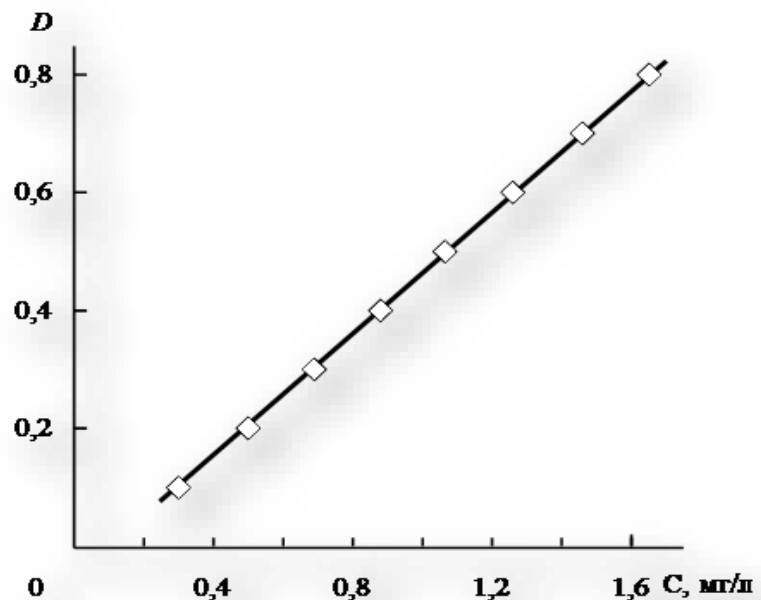


Рис. 4.6 – Приклад калібрувальної кривої

6. Визначити кольоровість пива та квасу такими методами.

- методом колориметричного титрування;
- оптичним методом;
- методом калібрувальної кривої.

7. Визначити кольоровість та каламутність плодово-ягідного соку.

8. Визначити вміст плодово-ягідного соку в його розчині наступними методами візуальної та фотоелектроколориметрії:

- оптичним методом;
- методами порівнювання;
- методом порівняння оптичної щільності;
- методом калібрувальної кривої.

9. Встановити вміст пофарбованої речовини в екстракті чаю методами візуальної та фотоелектроколориметрії:

- методами порівнювання;
- методом порівняння оптичної щільності
- методом калібрувальної кривої.

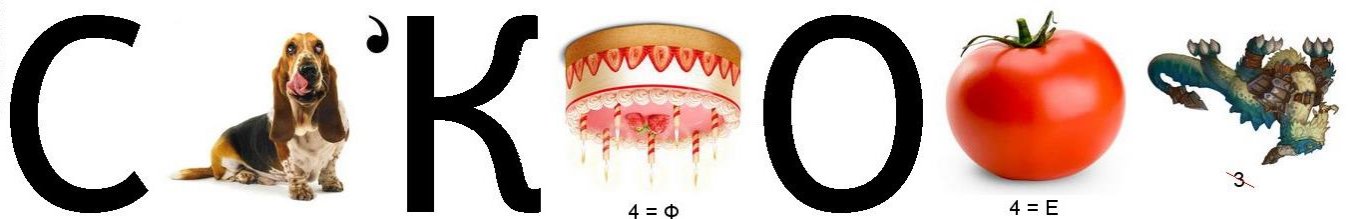
10. Отримані результати оформити у вигляді таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення кольоровості об'єктів дослідження

Найменування продукту	Найменування показника	Найменування методу	Результати досліджень
Пиво (квас)	кольоровість	<ul style="list-style-type: none"> • колориметричне титрування • оптичний • метод калібрувальної кривої 	
Сік плодово-ягідний	кольоровість каламутність	<ul style="list-style-type: none"> • оптичний • нефелометричний 	
Розчин соку плодово-ягідного	вміст соку в його розчині за кольоровість	<ul style="list-style-type: none"> • оптичний; • методи порівнювання; • метод порівняння оптичної щільності; • метод калібрувальної кривої 	
Екстракт чаю	вміст пофарбованої речовини в екстракті чаю за кольоровістю	<ul style="list-style-type: none"> • методи порівнювання • метод порівняння оптичної щільності • метод калібрувальної кривої 	

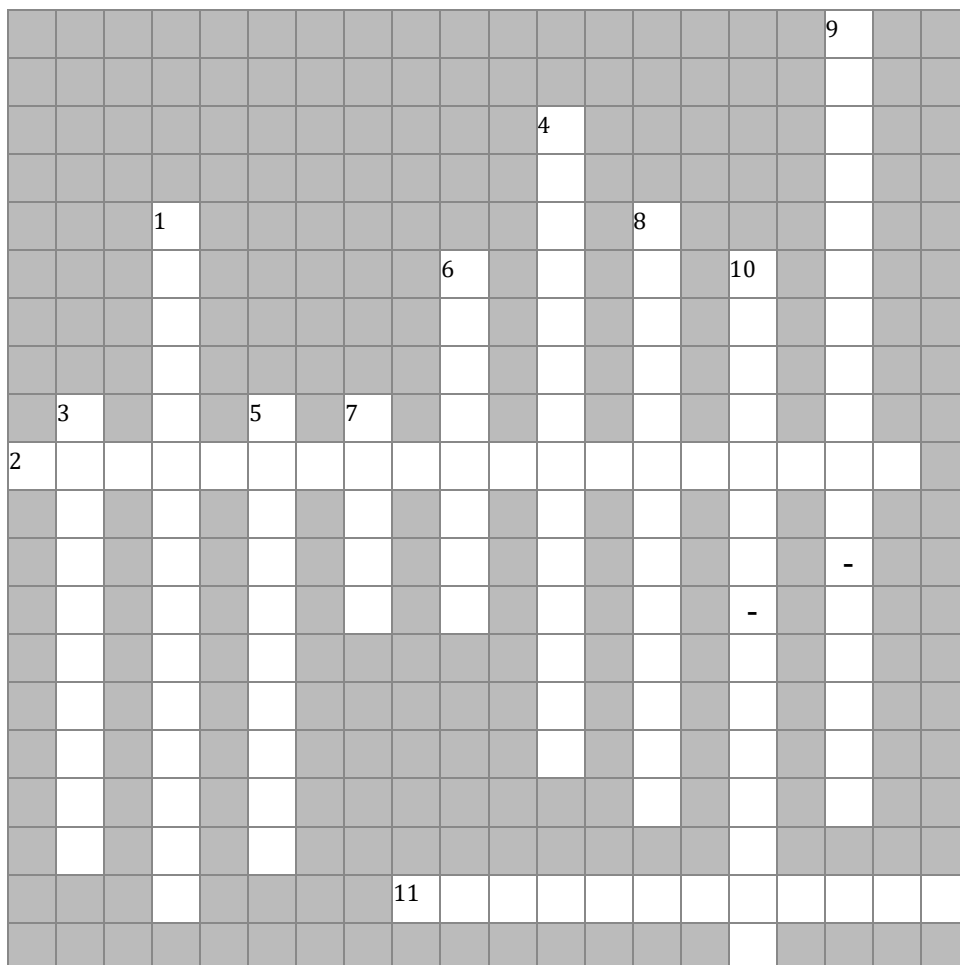
11. На підставі отриманих результатів зробити висновок по роботі про точність, чутність і продуктивність методів, що використовувалися.

12. Для закріплення матеріалу пропонується розгадати 4 ребуси з основними поняттями, що розглядалися у лабораторній роботі та кросворд (відповіді які складаються з двох слів у кросворді розділені «-»).





Кросворд



По горизонталі:

2. Назва аналізу по поглинанню поліхроматичного випромінювання

11. Назва властивості зниження ступеня прозорості рідини через присутність в ній дрібнодисперсних зважених часток різного походження.

По вертикалі:

1. Метод визначення прозорості.

3. Засіб який використовується у метод порівнювання.

4. Титрування, що ґрунтується на порівнюванні інтенсивностей забарвлень досліджуваного розчину та розчину, що містить усі речовини, крім досліджуваної, при додаванні до останнього розчину досліджуваної речовини з відомою концентрацією.

5. Метод визначення оптичної щільності пофарбованих розчинів - стандартного і що досліджується.

6. При якій довжині хвилі необхідно проводити визначення оптичної щільності для відповідної рідини.

7. Шкала за якою визначають кольоровість продукту фотоколориметричним методом.

8. Крива, за допомогою якої визначають концентрацію речовини в досліджуваному розчині.

9. Метод, сутність якого полягає у порівнянні інтенсивності забарвлення розчину, що аналізується, з інтенсивністю забарвлення розчинів шкали.

10. Міра ослаблення світла прозорими об'єктами або відображення світла непрозорими об'єктами.

Контрольні питання

1. Привести класифікацію методів визначення кольоровості та каламутності.

2. Пояснити від чого залежить колір речовини та його розчину.

3. Що таке пропускання світла або прозорість розчину та коефіцієнт пропускання.

4. Пояснити поняття поглинання світла.

5. Що таке оптична густина.

6. Дати характеристику візуальній колориметрії та які методи входять до цієї групи.

7. Розкрити метод стандартних серій.

8. Що таке колориметричне титрування.

9. Як здійснюється метод порівняння.

10. Основні принципи фотоелектрометрії.

11. Принцип побудови кривої світлопоглинання.

12. Дати характеристику оптичному методу визначення кольоровості.

13. Пояснити метод порівняння оптичної щільності стандартного і пофарбованих розчинів, що досліджуються.

14. Порядок здійснення методу калібрувальної кривої.

15. Загальні поняття про спектрофотометричні методи визначення кольоровості.

16. Які існують методи визначення каламутності.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ВИЗНАЧЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Мета роботи – отримання навичок визначення вуглеводів в харчових продуктах, оцінки чутності, точності і продуктивності методу; придбання вміння вибирати метод в залежності від поставленої задачі.

Теоретична частина



Для якісного визначення вуглеводів використовують реакції, які характерні для моносахаридів і крохмалю.

Якісні реакції визначення наявності вуглеводів

Реакція фарбування.

1. **Реакція з α -нафтолом** (Реакція Подобедова-Моліша). 1-2 мл випробуваного розчину поміщають у пробірку і додають дві краплі 10%-ного спиртового розчину -нафтола. Якщо є нерозчинний у воді вуглевод, реакцію ставлять із суспензією цього вуглеводу. Потім до суміші обережно доливають по стінці пробірки 2 або 3 мл концентрованої сірчаної кислоти (1,84) таким чином, щоб вона не змішувалася з рідиною і опускалася на дно. Через короткий проміжок часу межі двох рідин утворюється кільце червоно-фіолетового кольору. Цю реакцію дають усі вуглеводи.

2. **Реакція із резорцином (реакція Селіванова)**. 50 мг досліджуваної речовини нагрівають протягом 10 хв у киплячій бані з 10 мг резорцину та 10 мл HCl. У разі наявності кетоз утворюється яскраво-червоне забарвлення через 1-2 хв.

3. **Реакція з дифеніламіном**. До 50 мл випробуваної речовини в 1 мл води додають 0,5 мл 20%-вого розчину дифеніламіну в 96%-му спирті і 1 мл 25%-ної соляної кислоти і суміш нагрівають протягом 5 хв в киплячій водяній бані. Після початку появи фарбування нагрівання продовжують ще 5 хв. Поява інтенсивного синього забарвлення свідчить про наявність кетоз.

4. **Реакція з аміногуанідином**. За її допомогою можна виявити вже 50 мкг фруктози. 0,5 мл концентрованої сірчаної кислоти поміщають в пробірку 12x100 мм, додають 0,2 мл розчину сірчаноокислого аміногуанідину (2,5 г сірчаноокислого аміногуанідину • H₂O в 100 мл дистильованої води), не змішуючи розчинів, потім додають, містить 0,4 мг або менше фруктози, сорбози або інуліну. Вміст пробірки добре перемішують. Приблизно через хвилину з'являється пурпурово-червоне забарвлення. При користуванні цією реакцією необхідно розбавляти розчини, щоб реакція стала специфічною тільки для кетогексоз.

5. **Реакція із орцином**. До 1 мл випробуваного розчину вуглеводу або його суспензії, якщо він не розчинний у воді, додають 3 мл орцинового реактиву (5 мл 25% HCl, 0,01 г орцину і одна крапля 3,5% FeCl₃), потім отриману суміш кип'ятять

кілька хвилин на вогні. При кип'ятінні виходить синьо-зелене забарвлення. Ця реакція характерна для пентоз, метилпентоз та уронових кислот.

6. **Реакція із флороглюцином.** До випробуваного розчину, що містить приблизно 10 мг пентоз, додають таку кількість 36% соляної кислоти, щоб вміст її в розчині було 18% (рівний об'єм) і потім невелику кількість флороглюцину (з просіяне зерно). Суміш нагрівають на киплячій водяній бані протягом кількох хвилин. З'являється фіолетово-червоне фарбування. Ця реакція типова для пентоз та уронових кислот.

7. **Реакція із нафторезорцином.** Близько 10 мл випробуваної речовини розчиняють у 4 мл міцної соляної кислоти (уд. вага 1,19), додають 4 мл води та кип'ятять. Потім додають 10 мг нафторезорцину, кип'ятять ще 0,5 хв, повільно охолоджують до 50°C і струшують з рівним обсягом бензолу. Утворюється фіолетовий розчин зі смугою поглинання Д-лінії (689 нм). Реакція є дуже специфічною для уронових кислот при застосуванні бензолу.

Для кількісного визначення вуглеводів розроблено багато методів, які за принципом дії можна розділити на поляриметричні, хімічні, колориметричні та ферментативні.



Рис. 5.1 – Класифікація методів визначення вуглеводів

- поляриметричні методи, ґрунтуються на властивості вуглеводів обертати площину поляризації поляризованого світла;
- хімічні методи, засновані на здатності моносахаридів і деяких складніших цукрів, що містять в молекулі вільну альдегідну або кетонну групу, окислюються оксидами важких металів;
- колориметричні методи, засновані на здатності цукрів у сильно кислому середовищі перетворюватися на фурфурол або оксиметилфурфурол, які з антроном і резорцином дають пофарбовані сполуки;
- ферментативні методи, засновані на специфічності ферменту каталізувати лише певну хімічну реакцію або розривати певний хімічний зв'язок.

Поляриметричні методи визначення вуглеводів. Вуглеводи мають оптичну активність, яка обумовлюється наявністю в їх молекулах асиметричних атомів

вуглецю. Оптичну активність вуглеводів можна виявити та виміряти за допомогою поляризованого світла. Поляризованим називають світло, у якого електромагнітні коливання відбуваються тільки в одній площині, перпендикулярній до напрямку променя світла (рис. 5.2). При проходженні поляризованого світла через шар оптично активної речовини площина поляризації повертається на деякий кут, який називається кутом обертання площини поляризації. Величина кута обертання залежить не тільки від оптичної активності речовини, а й від умов її вимірювання, а саме: від температури, довжини хвилі світла, товщини шару оптично активної речовини, концентрації її розчину, а також природи розчинника. Для вимірювання кута обертання площини поляризації на який повернуло поляризоване світло

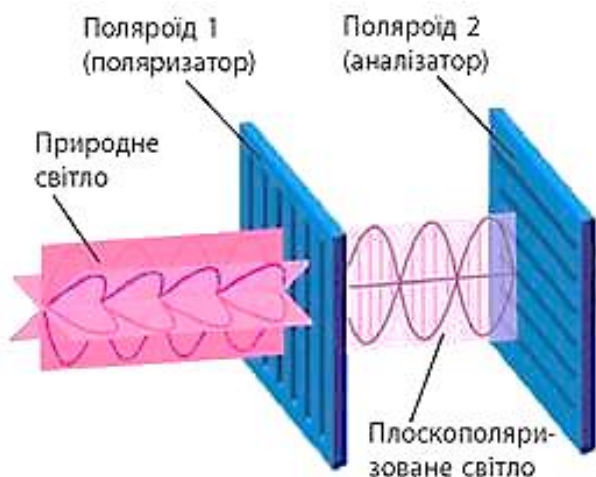


Рис. 5.2 – Принципова схема поляриметра

який повернуло поляризоване світло розчина що досліджується достатньо повернути призму аналізатор до встановлення необхідного поля зору, а потім виміряти кут обертання аналізатора. Вигляд поля зору напівтіньового поляриметра наведено на рис. 5.3. Обертаючи рукоятку кремальєрної передачі, домагаються вирівнювання освітленості та забарвлення обох половинок поля зору. Після встановлення поля зору на півтінь роблять відлік за шкалою Ноніуса. Шкала Ноніуса є додатковою шкалою, яка використовується на приладах для більш точних вимірювань. Шкала Ноніуса використовується для уточнення вимірювань на основній шкалі, дозволяючи отримати більш точний результат (рис. 5.4). На рис. 5.4 наведено приклад вимірювання кута обертання який становить 15,16°.

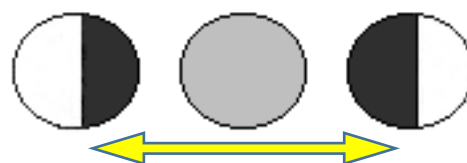


Рис.5.3 – Поля зору напівтіньового поляриметра

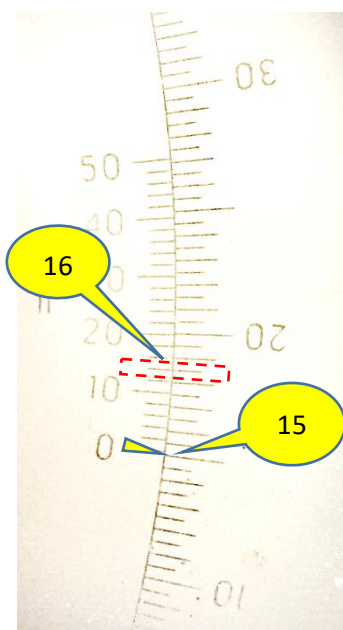


Рис. 5.4 – Визначення кута обертання на шкалі поляриметра

Вміст сахарози у розчині розраховують за формулою (5.1):

$$X = 0,26 * \alpha * t \quad (5.1)$$

де X – кількість сахарози, г/см³

0,26 – перевідний коефіцієнт градусів цукрової шкали у грами;

α – показник цукрометра, °S;

t - коефіцієнт нормальності трубки: для нормальної трубки (200 мм) він дорівнює 1, для на півнормальної (100 мм) – 2.

Хімічні методи визначення вуглеводів.

Хімічні методи ґрунтуються на окисленні вільної альдегідної або кетонної групи цукрів оксидами важких металів. Швидкість процесу окислення та склад продуктів реакції насамперед залежить від активності окислювача, реакції середовища (рН) і температури. Вирішальне значення окислення має рН середовища. У кислому середовищі моносахариди порівняно стійкі, тоді як лужне середовище саме собою викликає далекосяжний розпад молекули цукру. Тому у всіх хімічних методах реакцію окиснення цукрів проводять у лужному середовищі.

Іони важких металів прискорюють реакцію окиснення. Як каталізатори вони активують кисень повітря і переносять його на молекулу цукру, причому оборотно змінюється їхня валентність. Найбільш активними каталізаторами є іони міді, дещо слабше діють іони заліза і ще слабше — іони йоду.

До хімічних методів визначення вуглеводів належать:

- Методи, засновані на окисненні цукрів оксидом міді (II) (Взаємодія з розчином Фелінга (рис. 5.5))
- Перманганатний метод Бертрана
- Йодометричне визначення
- Ферріціанідний метод
- Метод із використанням хромотроповий кислоти
- Взаємодія із солями тетразолію
- Окислення пікринової кислотою
- Методи визначення, засновані на реакціях за участю фурфуролу та формальдегіду, що утворюються при дегідратації вуглеводів

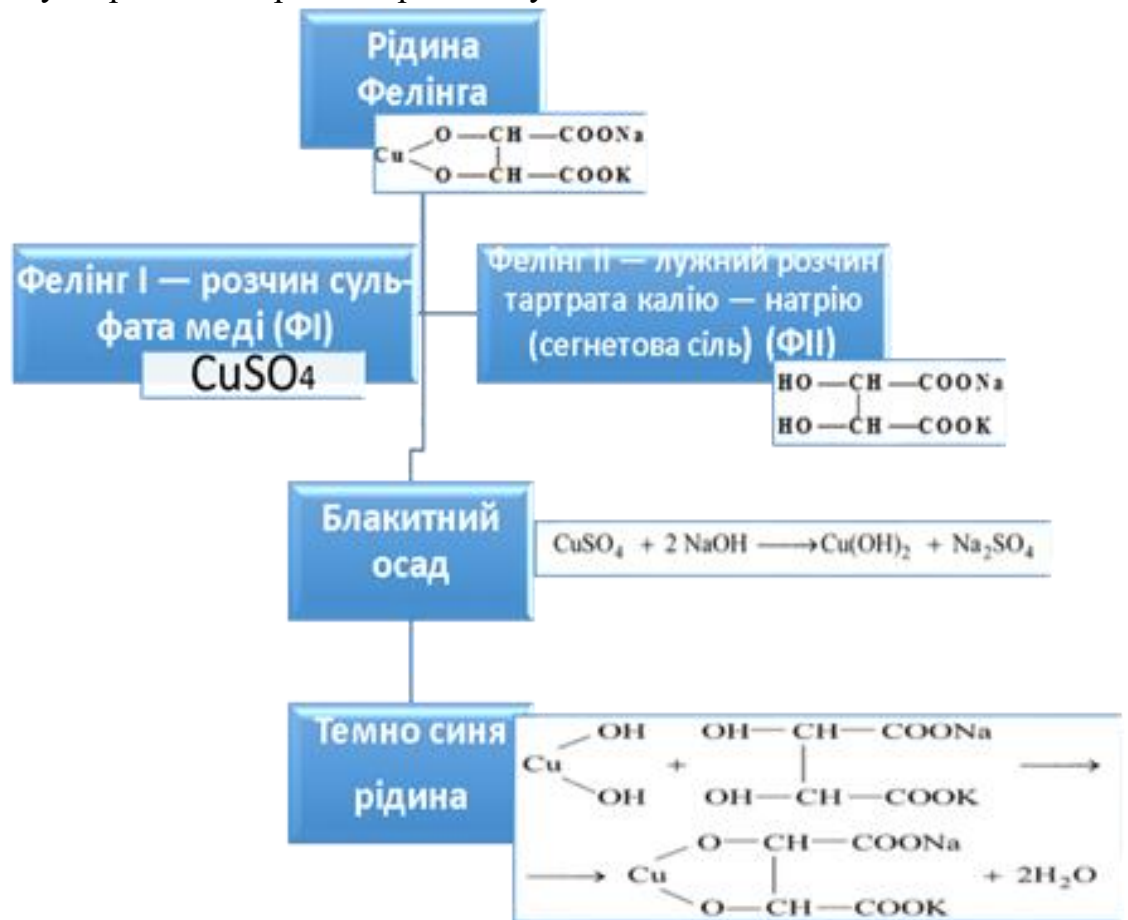


Рис. 5.5 Готова рідина Фелінга

■ СТИСЛИЙ ОПИС МЕТОДІВ

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ

(по реакції з розчином Люголя)

Апаратура і посуд. Склянка місткістю 100 мл, колба конічна місткістю 250 мл, колба мірна місткістю 100 мл, піпетки місткістю 1 і 10 мл, пробірка місткістю 15мл.

Хід визначення. Натуральні рублені напівфабрикати спочатку перевіряють на присутність наповнювача, для чого на середину розрізу завдають 1-2 краплі розчину Люголя. Поява синього забарвлення свідчить про присутність крохмальвміщуючих продуктів.

Від проби беруть наважку масою 5 г в конічну колбу місткістю 250 см³, приливають 100 см³ дистильованої води, доводять суміш до кипіння і залишають для відстоювання. В пробірку вносять 1 см³ рідини, що відстоялася, додають 10 см³ дистильованої води і 2-3 краплі розчину Люголя. Інтенсивний синій колір, що переходить при надлишку розчину Люголя в зелений, свідчить про наявність хліба; синюватий, що переходить при надлишку розчину Люголя в бруднувато-зелено-жовтий - про присутність каші, а фіалковий - картоплі.

ПОЛЯРИМЕТРИЧНИЙ МЕТОД

Апаратура і реактиви. Сахариметр, порцелянова чашка на 100-150 см³; мірна колба на 100 мл; лійка зі складчастим фільтром; склянка на 100-150 см³; розчин свинцевого оцту.

Хід визначення. Якщо розчин, який досліджується, має забарвленість та в ньому можуть знаходитися оптично активні речовини крім сахарів, тоді його освітлюють розчином свинцевого оцту. Після цього фільтрують через сухий складчастий фільтр у суху склянку. Довжину поляриметричної трубки вибирають залежно від інтенсивності забарвлення розчину. При гарному освітленні розчину беруть нормальну трубку, а більш темнозабарвлені розчини поляриметрирують в трубці довжиною 100 мм (напівнормальну). Фільтратом 2-3 рази ополіскують трубку, закриту з одного боку і потім заповнюють її через лійку. Коли рідина з'явиться над краєм трубки у вигляді випуклого меніску, очікують деякий час, щоб пухирці повітря піднялися угору і "зрізають" меніск, насуваючи скло збоку. Під склом не повинно бути пухирців повітря. Заповнену трубку обсушують зовні.



Рис. 5.6 – Будова напівтіньового поляриметра

До начала вимірювання проводять установку приладу на нуль. Для цього з приладу виймають поляриметричну трубку та, обертаючи рукоятку кремальєрної передачі, добиваються однорідного сірого поля зору обох половинок. При цьому зіставляють нуль шкали і нуль Ноніуса.

Після перевірки нульової точки в прилад вкладають поляриметричну трубку, наповнену розчином, що досліджується, і знов обертанням рукоятки кремальєрної передачі, добиваються встановлення поля зору на напівтінь. Потім призводять підрахунок показників з точністю 1° за основною шкалою и з точністю $0,01^\circ$ за допомогою Ноніуса. Проводять вимір куту обертання не менш 3-х разів.

ВИЗНАЧЕННЯ КРОХМАЛЮ МЕТОДОМ ЕВЕРСА

Апаратура і реактиви. Сахариметр, мірна колба на 100 см^3 ; лійка зі складчастим фільтром; металевий бюкс; водяна лазня.

Хід визначення. 30-40 г зразка подрібнюють і відбирають точно 5 г наважки в задалегідь зважену хімічну склянку. Наважку без втрат переносять в суху колбу. Піпеткою відмірюють 25 см^3 розчину соляної кислоти і невеликими порціями при струшуванні змочують ними наважку колби. Знову відмірюють 25 см^3 розчину соляної кислоти змивають її крупинки зі стінок колби, вміст колби обережно круговими рухами перемішують і колбу вантажать в киплячу водяну лазню. Протягом 3 хвилин вміст колби круговими рухами безупинно перемішують, а після цього колбу закріплюють за допомогою лапки штатива так, щоб вода доходила до її горла. Через 15 хвилин від початку занурювання колбу виймають, вливають в неї $25\text{-}30\text{ см}^3$ холодної дистильованої води і після цього охолоджують проточною водою під краном до 20°C . Для осідання білків в колбу додають 5 мл розчину молібдату амонію. Обсяг доводять до риски дистильованою водою, перемішують і фільтрують через сухий складчастий фільтр до сухої колби. Перші 10-20 мл мутного фільтрату відкидають. Прозорим фільтратом ополіскують поляриметричну трубку, після цього заповнюють її і негайно поляриметрирують, тому, що фільтрат швидко мутніє.

Вміст крохмалю у продуктах K_c (у перерахунку на суху речовину) розраховують по формулі

$$K_c = \alpha * K_e * 100 * t / (100 - W), \quad (5.2)$$

де: K_c - вміст крохмалю у продуктах

W - вологість зразка, %;

K_e - коефіцієнт Эверса;

α – показник цукрометра, $^\circ\text{S}$;

t - коефіцієнт нормальності трубки.

По Эверсу величина питомого обертання крохмалю рису дорівнює 185,9; кукурудзи – 184,6; жита – 184,0; пшениці – 182,7; ячменя – 181,5; вівса – 181,3; картоплі – 194,5.

Значення коефіцієнтів Эверса складає: для рису – 1,866; пшениці – 1,898; кукурудзи – 1,879; ячменя – 1,912; жита – 1,855; вівса – 1,914; картоплі – 1,775.

ВИЗНАЧЕННЯ ЦУКРІВ ХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ.

ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОВЛЮЮЧИХ ЦУКРІВ ПО МЕТОДУ БЕРТРАНА .

Метод Бертрана заснований на здатності альдегідної групи цукрів взаємодіяти з реактивом Фелінга і відновлювати окис міді до закису міді , яка випадає у вигляді осаду червоного кольору.

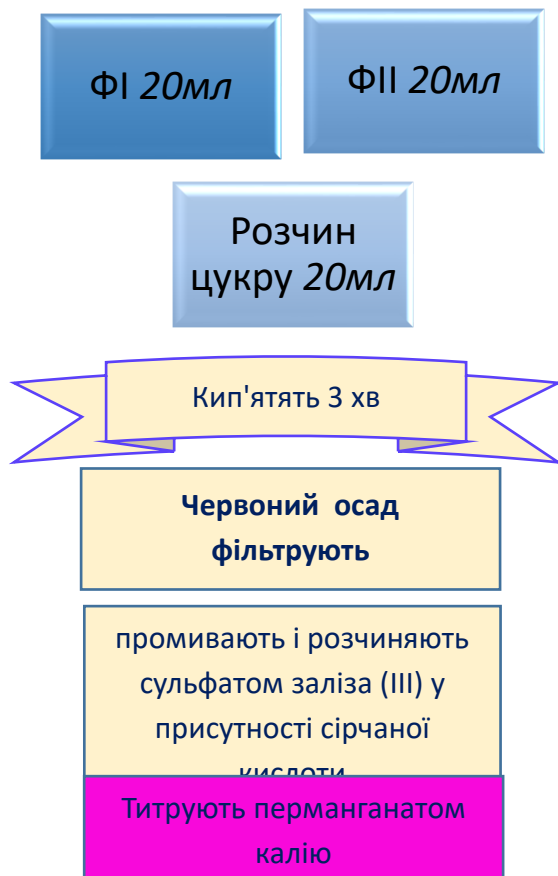


Рис. 5.7 – Алгоритм метода Бертрана

дослідженні фруктів або ягід навішування становить 15-50 г мезги (матеріалу , подрібненого на тертці або м'ясорубці), варення , повидла , джему - 7-8 м. При дослідженні продуктів, що містять крохмаль (наприклад , бульб картоплі , незрілих яблук і груш) , водну витяжку не нагрівається на водяній бані , а цукру витягують холодною водою протягом 1 год , часто збовтуючи колбу.

Наважку кількісно переносять у мірну колбу на 250 мл , змиваючи її дистильованою водою. Обсяг навішування і води в колбі не повинен перевищувати 130-150 мл . Колбу струшують , потім визначають реакцію вмісту (за допомогою нейтральної лакмусового паперу або універсального індикатора) . При дослідженні фруктів і ягід реакція витяжки зазвичай буває кислої , тому її доводять до нейтральної (рН = 7) обережним додаванням 15 % - кового розчину вуглекислого натрію (під контролем лакмусу або універсального індикатора) , після чого колбу нагрівають протягом 15-20 хв , на гарячій водяній лазні (80°C), часто струшуючи для перемішування вмісту.

Колбу охолоджують і до витяжки додають 7-15 мл розчину оцтовокислого

Наведена реакція не є стехіометричною. Тому при перерахунку міді на цукор користуються емпіричними таблицями , які складені при строго певних умовах протікання реакції.

Реактиви та матеріали :

а) Реактив Фелінга

20 см³ 4 %-ного розчину CuSO₄ + 20 см³ лужного розчину сегнетової солі { 200 г сегнетової солі розчиняють в 500 см³ води , 150 г їдконого натру розчиняють в 300 см³. Розчин лугу обережно доливають до розчину сегнетової солі і доводять об'єм до 1 дм³ } .

б) Розчин залізоамміачних квасцов 96 г квасцов розчиняють в 500 см³ води і обережно по стінці доливають 200 г (108 см³) концентрованої сірчаної кислоти. Об'єм доводять водою до 1 дм³.

в) 0,1 н . KMnO₄

1 . Перманганатний метод .

Хід визначення:

1.Пріготовленіє витяжки. Із середньої проби продукту беруть наважку , величина якої залежить від передбачуваного вмісту цукрів в матеріалі. При

свинцю , збовтують і ставлять на 5-10 хв. (для осадження білків , пігментів, дубильних речовин , що також володіють властивостями, що відновлюють). Поява прозорого шару рідини над осадом свідчить про повноту осадження. Якщо повнота осадження не була досягнута, в колбу додають (краплями) ще 1-5 мл розчину оцтовокислого свинцю і збовтують. Для осадження надлишку оцтовокислого свинцю в колбу доливають 18-20 мл насиченого розчину двузаміщеного фосфорнокислого натрію, збовтують і залишають на 10-12 хв. для відстоювання. Перевіряють повноту осадження свинцю, для чого по стінці колби обережно доливають 1-2 краплі розчину фосфорнокислого натрію. Якщо в прозорому шарі рідини над осадом вже не утворюється каламуті, вважають, що повнота осадження досягнута. Колбу доливають до мітки водою , збовтують і вміст її фільтрують через паперовий складчастий фільтр. У фільтраті (його називають фільтрат А) визначають вміст редуруючих цукрів. Треба так підібрати наважку продукту і розведення , щоб концентрація цукрів у цукровому розчині становила 100 мг .

Швидкого осадження білкових, фарбувальних і дубильних речовин (так званих, органічних нецукрів) можна досягти обробкою витяжки основним азотнокислим свинцем. До 100мл витяжки додають 3-4 мл розчину їдкого натру , збовтують і додають 4-6 мл розчину азотнокислого свинцю. Посвітління розчину відбувається протягом 5-7 хв. Для звільнення від надлишку свинцю до витяжки, нагрітої до температури 60 °С , доливають 3-4 мл насиченого розчину сірчанокислого натрію і нагрівають на водяній бані при тій же температурі 10 хв .

2. Проведення аналізу: 20 см³ фільтрату А поміщають в конічну колбу на 100 см³ і додають 20 см³ реактиву Фелінга I і 20 см³ реактиву Фелінга II. Вміст колби перемішують і кип'ятять точно 3 хвилини , час помічають з моменту появи перших бульбашок. Гарячу рідину з колби зливають на фільтруючий шар через воронку Бюхнера в колбу Бунзена при слабкому відсмоктуванні, намагаючись осад закису міді не переносити на фільтр. Потім осад у колбі промивають теплою водою і перерастворюють за допомогою железаммонійних квасців (10... 15см³):

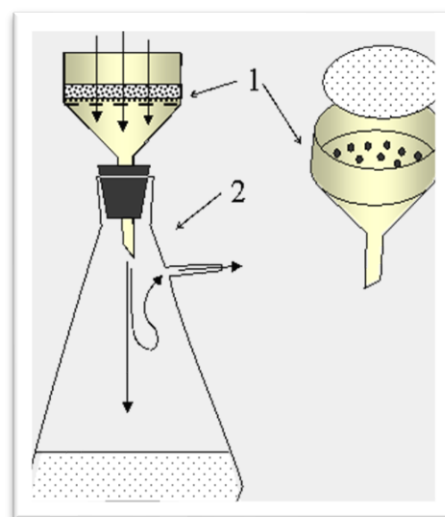
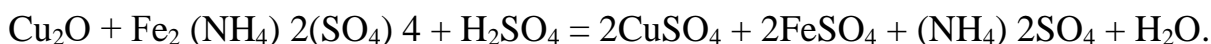


Рис. 5.8 – Вакуумне фільтрування:
1 воронка Бюхнера;
2 колба Бунзена



Далі воронку Бюхнера з фільтруючим шаром переносять в чисту колбу Бунзена і вміст колби невеликими порціями зливають на фільтр. Осад на фільтрі розмішують скляною паличкою до повного розчинення. Осад на фільтрі не повинен перебувати на повітрі, щоб уникнути його окислення. Колбу і фільтр промивають теплою дистильованою водою два рази. Фільтрат відразу титрують 0,1 н розчином перманганату калію до появи рожевого забарвлення (від останньої краплі) , знову

окисляє закисне залізо в окисне



Титр перманганату калію встановлюють по міді, що дає можливість відразу перерахувати кількість пішов на титрування перманганату калію на еквівалентну кількість міді (1 см³ 0,1 н. KMnO₄ відповідає 6,36 мг міді). Кількість цукру, відповідне даному кількості міді, знаходять за емпіричними таблицями.

Кількість цукру у відсотках обчислюють за формулою:

$$X = \frac{av \cdot 100}{v_1 \cdot m}, \quad (5.3)$$

де a – кількість цукру в пробі (обсяг v_1);

v – об'єм витяжки, отриманий з наважки;

v_x – проба витяжки (у см³), взята на визначення;

m – маса наважки матеріалу, мг.

Перманганатний метод вважається арбітражним.

ФЕРИЦАНІДНИЙ МЕТОД

Апаратура і реактиви. Бюретка для гарячого титрування; штатив; конічні колби місткістю 100 см³; піпетка; мірний циліндр місткістю 10 см³.

Хід визначення. Взаємодія редуруючих цукрів з железосинеродистим калієм не буде стехіометричною реакцією, тому визначення цукрів проводять у два етапи. Спочатку виробляють орієнтовне титрування, після цього контрольне.

Приготування розчину редууючого цукру. Відібрані проби виробу, що досліджується розтирають, подрібнюють або гомогенізують.

До наважки масою 5 г додають 10 см³ дистильованої води, розмішують і переносять до колби на 250 см³, змиваючи залишки наважки дистильованою водою. У колбу додають 30 см³ 10% хлористоводневої кислоти, приєднують до холодильника, кип'ятять 10 хвилин. Охолоджують під ціпкою холодної води і отриманий гідролізат нейтралізують 15% розчином гідроксиду натрію в присутності індикатора метиленового червоного до слабокислої реакції.

Для освітлення гідролізату вміст колби переносять до мірної колби на 250 см³, додають 3 см³ розчину залізосинеродистого колію і 3 см³ розчину сульфата цинку, доводять дистильованою водою до риски і ретельно струшують. Дають осаду осісти і фільтрують крізь паперовий фільтр в суху колбу.

У конічну колбу на 100 мл наливають 10 мл 1% розчину залізосинеродистого калію, 2,5 см³ моль/дм³ розчину гідроксиду натрію і 1 краплю метиленового блакитного. Колбу поволі нагрівають до кипіння. До безупинно слабо киплячого розчину обережно по краплям приливають з бюретки розчин редууючого цукру, що досліджується, до переходу зеленого (крізь фіолетову) до світло-жовтого забарвлення. Результат буде орієнтовним. Після цього визначається остаточний результат титрування. У колбу вносять 10 мл розчину залізосинеродистого калію, 2,5 мл 2,5 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію, краплю метиленового блакитного. З

бюретки до суміші, що досліджується, додають гідролізат на 0,5-1,0 мл менше, ніж пішло на орієнтовне титрування. Колбу нагрівають до кипіння, поволі кип'ять 1 хвилину. Після чого з бюретки по краплям додають гідролізат, що досліджується, до появи жовтого забарвлення.

Вміст вуглеводів розраховують по формулі

$$X = \frac{K(10,06 + 0,0175V_1)V}{mV_1 \times 10}, \quad (5.4)$$

де: K – поправочний коефіцієнт на 1%-ний розчин заліzosинеродистого калію;

V – об'єм колби, до якої перенесена наважка, см³;

V₁ – об'єм розчину редукуючого цукру, який пішов на встановлення 10 мл 1%-ного розчину заліzosинеродистого калію у контрольному титруванні см³;

m – маса наважки об'єкту, що досліджується, г;

10,06 і 0,0175 – коефіцієнти, встановлені емпірично .



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Визначити наявність вуглеводів в продукті, який запропоновано за допомогою методів для якісного визначення.

2. Встановити вміст вуглеводів в запропонованому продукті хімічними методами.

3. Визначити вміст сахарози в запропонованому розчині поляриметричним методом.

4. Визначити вміст вуглеводів в зерні та продуктах його переробки методом Евєрса.

5. Отримані результати оформити у вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахунок вмісту вуглеводів в харчових продуктах

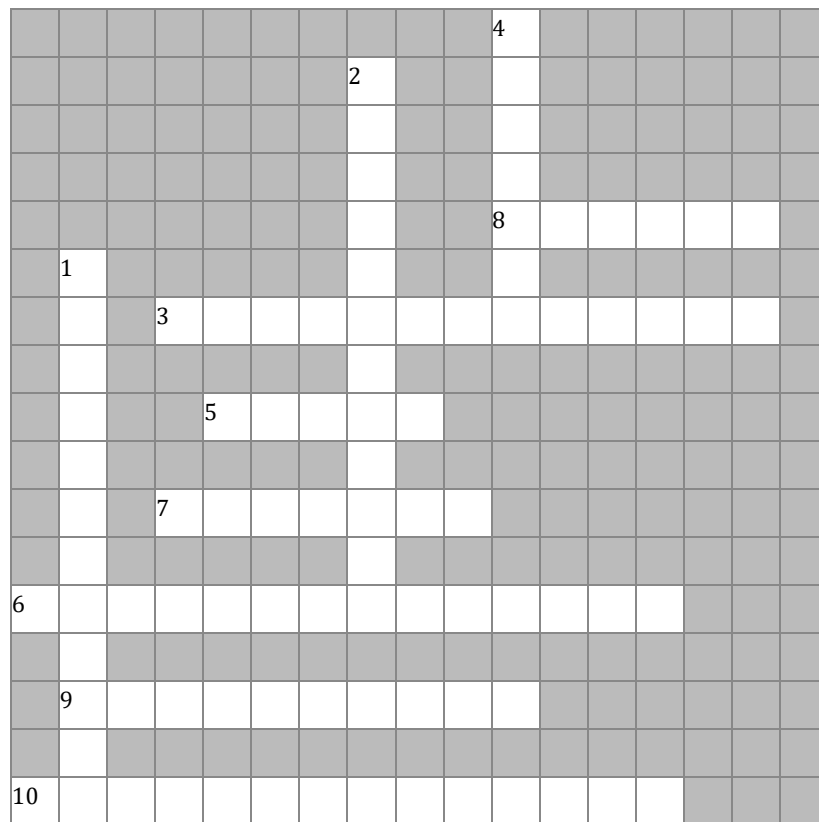
Найменування методу	Найменування продукту	Результати вимірювань	Формула, розрахунок	Вміст вуглеводів

6. На підставі отриманих результатів зробити висновок по роботі про точність, чутність і продуктивність методів, що використовувалися.

7. Для закріплення матеріалу пропонується розгадати 4 ребуси з основними поняттями, що розглядалися у лабораторній роботі та кросворд.



Кросворд



По горизонталі:

3. Методи, засновані на специфічності каталізувати лише певну хімічну реакцію або розривати певний хімічний зв'язок.
5. Вуглеводи, що складаються з 3-7 атомів вуглецю, які не гідролізуються розбавленими кислотами.
6. Методи, що ґрунтуються на властивості вуглеводів обертати площину поляризації поляризованого світла.
7. Методи, засновані на здатності моносахаридів і деяких складніших цукрів, що містять в молекулі вільну альдегідну або кетонну групу, окислюються оксидами важких металів.
8. Метод визначення крохмалю у продуктах.
9. Колориметричний метод, що застосовується для визначення кількості моно-, полі- і олігосахаридів.
10. Метод в якому взаємодія редуруючих цукрів з железосинеродистим калієм не буде стехіометричною реакцією, тому визначення цукрів проводять у два етапи.

По вертикалі:

1. Світло, у якого електромагнітні коливання відбуваються тільки в одній площині, перпендикулярній до напрямку променя світла.
2. Метод визначення вуглеводів суть якого полягає у взаємодії між альдегідної групою молочного цукру або глюкози з йодом у лужному середовищі.
4. Воронка призначена для вакуумної фільтрації.

Контрольні питання

1. Класифікація методів визначення вуглеводів.
2. Якісне визначення вуглеводів.
3. Суттєвість поляриметричних методів визначення вуглеводів. Їхні переваги та недоліки.
4. Загальні поняття про хімічні методи визначення вуглеводів.
5. Пояснити суттєвість методу Бертрана, його гідності та недоліки.
6. Суттєвість феріціанідного методу визначення вуглеводів.
7. Антроновий метод визначення альдоз.
8. Резорциновий метод визначення кетоз.
9. Особливість ферментативних методів визначення вуглеводів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА N 6

ВИЗНАЧЕННЯ БІЛКУ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

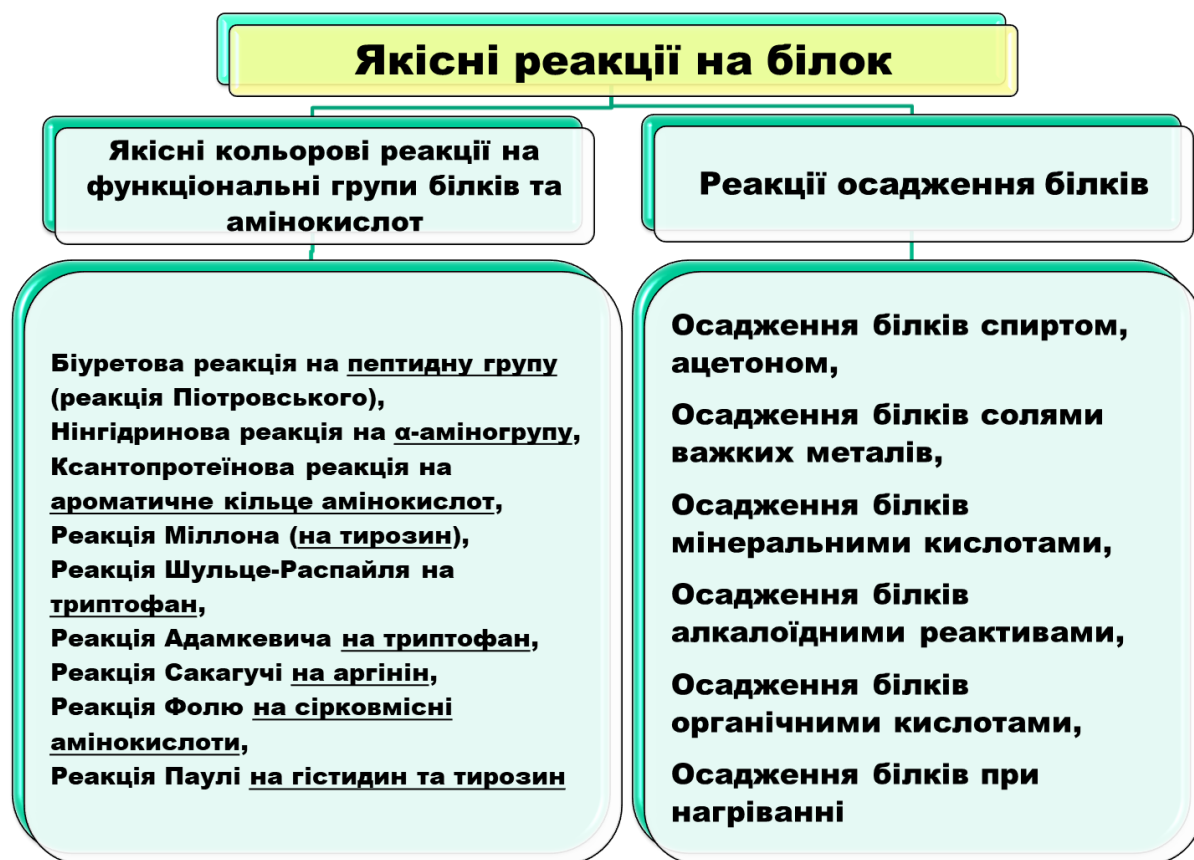
Мета роботи – отримання навичок визначення білку в харчових продуктах, оцінки чутності, точності і продуктивності методів; придбання уміння вибирати метод в залежності від поставленої задачі.



✍ Теоретична частина

Білок є однією з найважливіших складових частин харчових продуктів, тому для більш повного його використання у ході технологічного процесу виробництва, та для уважного стеження за його кількістю і якістю у складі готових харчових продуктів, існує значна кількість методів визначення білку.

Визначення наявності білків у харчових продуктах проводять за допомогою якісних реакцій на білок. Методи, які базуються на цих реакціях, можна використовувати для швидкого і якісного визначення наявності білка в харчових продуктах. Зазвичай вони дуже чутливі та можуть виявляти навіть невеликі кількості білка у зразках.



Наявність білків у харчових продуктах визначається шляхом проведення якісних реакцій, які можна умовно поділити на дві категорії:

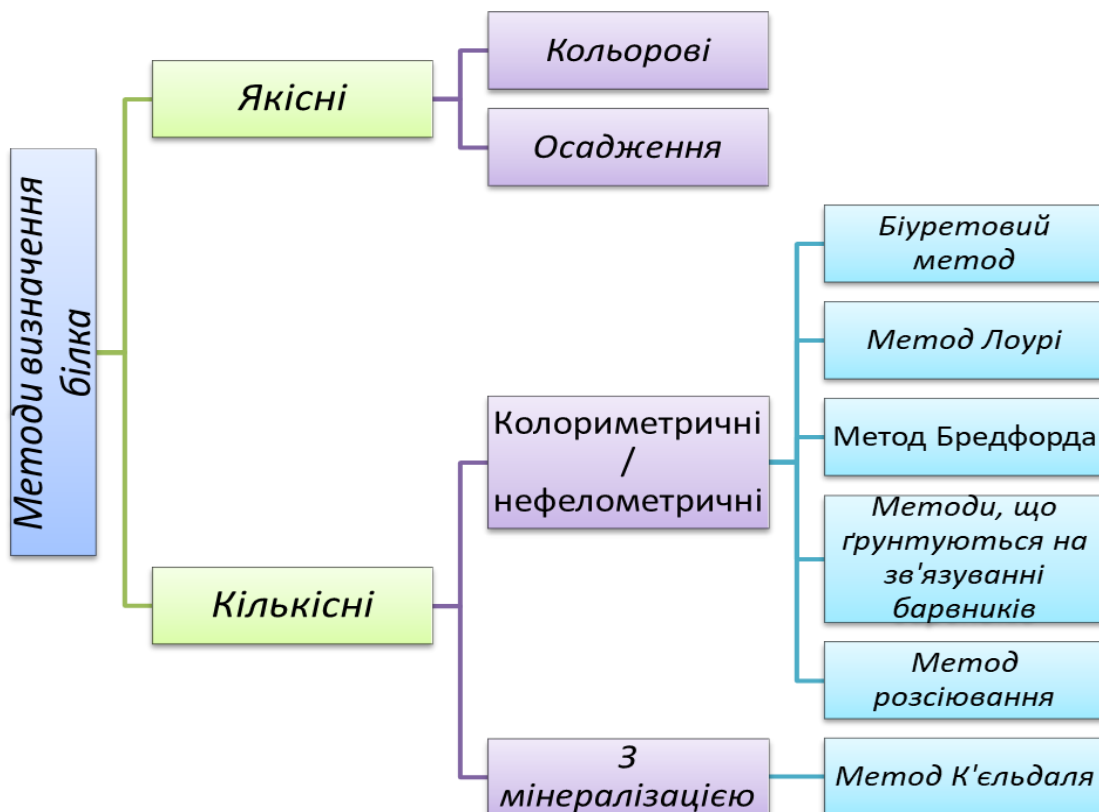
а) кольорові реакції;

б) реакції осадження.

У першій категорії вирізняють універсальні реакції, такі як біуретова (на пептидні зв'язки) і нінгідринова (на α -амінокислоти), а також специфічні реакції, що залежать від наявності в білках залишків конкретних амінокислот. Наприклад, ксантопротеїнова реакція свідчить про наявність залишків ароматичних амінокислот, а реакції, такі як Паулі (гістидин і тирозин). Реакція на наявність триптофану, цистеїну, аргініну. За результатами яких орієнтовно можна зробити висновок про харчову цінність білків.

У другій групі реакцій білки випадають в осад під впливом солей, органічних розчинників, концентрованих кислот і лугів, іонів важких металів, високої температури та в ізоелектричній точці. Білки у розчині проявляють високу нестійкість, тому при додаванні органічних розчинників (спирту, ацетону), концентрованих розчинів нейтральних солей лужних металів, а також внаслідок впливу фізичних факторів (нагрівання, опромінення, ультразвуку), оболонка гідрату руйнується, і білки осаджуються.

Кількісне визначення здійснюється хімічними та фізико-хімічними методами. Одним з розповсюджених методів, який застосовується для визначення кількості білкових речовин у майже всіх продуктах харчування - це метод К'ельдаля за визначенням загального азоту з послідовним перерахунком його на білок. Крім того, знаходять своє місце фізико-хімічні методи в основу яких покладено властивість білку утворювати пофарбовані або мутні сполуки з різними реагентами. Інтенсивність забарвлення або мутності цих розчинів залежить від кількості білку в системі яка досліджується.

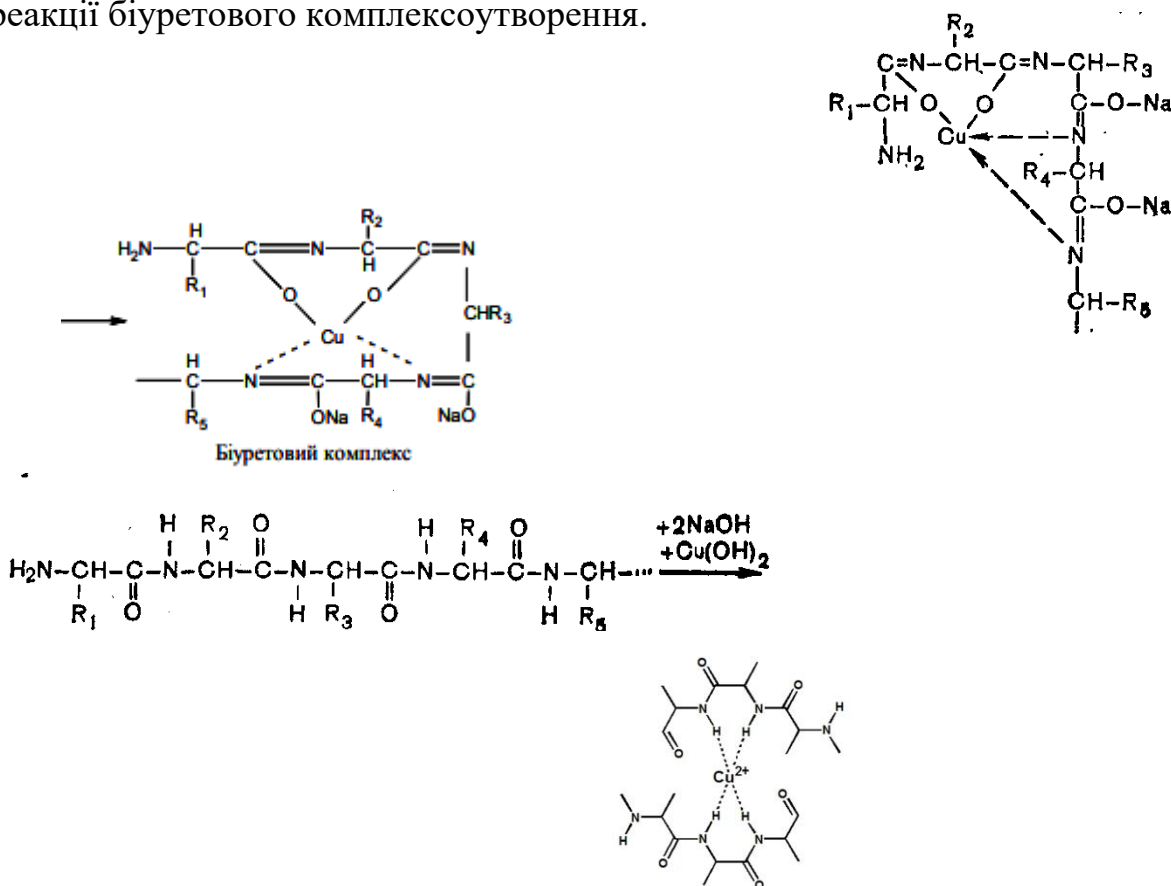


Метод К'ельдаля є одним з найширше використовуваних методів аналізу, який, хоча надає точні результати, виявляється дуже трудомістким та

часозатратним. Його суть полягає в тому, що аналізований зразок піддають окисленню гарячою концентрованою сірчаною кислотою; під час окислення азот, який знаходиться у зразку, перетворюється на іон амонію. Після цього розчин обробляють надлишком сильної основи, що викликає виділення аміаку. Кількість аміаку визначають різними методами, такими як титриметрія або фотоколориметрія.

Однією з ключових фаз у методі Кьельдаля є процес окислення сірчаною кислотою. Вуглець і водень, що містяться у зразку, перетворюються відповідно на вуглекислий газ і воду. Проте ступінь конвертації азоту залежить від його початкового стану. У випадку, коли він присутній у формі амідів або амінів, як, наприклад, у білкових речовинах, його перетворення на іон амонію майже завжди відбувається повністю. Етап окиснення в методі Кьельдаля є найбільш тривалим, займає годину чи більше. Для прискорення цього процесу спробують підвищити температуру кипіння сірчаної кислоти та, відповідно, температуру окиснювального процесу. Це можна здійснити шляхом додавання нейтральної солі, наприклад, сульфату калію.

Біуретовий метод - це хімічний метод визначення білків, який базується на реакції біуретового комплексоутворення.



Специфічна реакція на вміст білка визначається через біуретову реакцію, яка виникає за участю поліпептидних зв'язків. Назва цієї реакції походить від сечовини - біурету, що утворює в лужному розчині мідного купоросу комплексну сполуку з характерним фіолетовим забарвленням. Сила цього забарвлення пропорційна кількості пептидних зв'язків, а отже, концентрації білка в розчині. Біуретова реакція відзначається тим, що її дають усі білки, пептони та поліпептиди, починаючи з тетрапептидів.

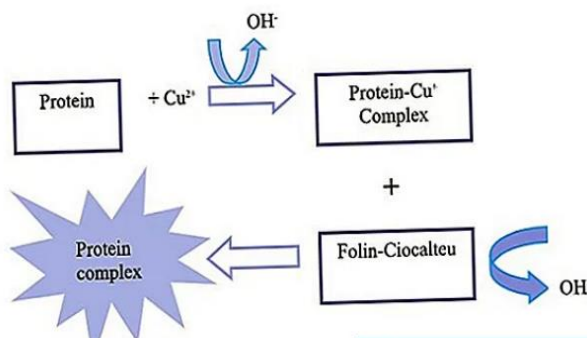
Цей метод довгий час використовувався як якісний показник наявності білка. Згодом його почали використовувати для кількісного визначення білка в різних зразках. Біуретовий метод застосовують у різних варіантах, які відрізняються умовами екстрагування білка, методами додавання біуретового реактиву та технікою колориметрування. Цей метод широко використовується для визначення концентрації білків в різних зразках, включаючи харчові продукти.

При цій реакції утворюється фіолетово-синій комплекс, який може бути вимірний спектрофотометром при довжині хвилі 540-560 нм. Інтенсивність цього забарвлення пропорційна концентрації білка в зразку.

Основні переваги біуретового методу включають його високу чутливість та широкий діапазон застосування. Однак важливо враховувати, що цей метод не розрізняє різні типи білків та може бути вплинутий наявністю інших речовин у зразку, які також можуть реагувати з біуретом. Також, необхідно дотримуватися певних умов для точних вимірювань.

Метод Лоурі заснований на вимірюванні інтенсивності забарвлення, яку дає розчин білка в кольорових реакціях: біуретової та реакції Фоліна (заснован Lowry в 1951р.).

Під час взаємодії білка з лужним розчином мідного купоросу формуються комплексні сполуки (біуретова реакція), які, через свої тирозинові та цистеїнові радикали, відновлюють суміш фосфорновольфрамової та фосфорномолібденової кислот з утворенням комплексної сполуки синього кольору (реакція Фоліна). Інтенсивність забарвлення цього комплексу, що залежить від кількості білка у досліджуваній пробі, вимірюється за допомогою фотоелектроколориметра із червоним фільтром.



Метод Бредфорда базується на тому, що білки взаємодіють з барвником Кумасі, утворюючи стійкий комплекс, який має інтенсивне забарвлення.

Бліскучий синій кумасі G-250 існує у трьох формах:

- катіонний (червоний);
- аніонний (синій);
- нейтральний (зелений).

Під час кислотних умов червона форма барвника перетворюється на синю. Це підтверджує зв'язування білка. Якщо білка немає, розчин може залишитися коричневого кольору.

Метод досить простий: один етап, при якому барвник додається в розчин білка в кислих умовах, а потім визначається оптична густина при довжині хвилі 595 нм.

ВИЗНАЧННЯ ЗАГАЛЬНОГО АЗОТУ МЕТОДОМ К'ЕЛЬДАЛЯ

Апаратура і посуд. Колби К'ельдаля, установка для відгону аміаку; конічні колби місткістю 100 та 250 мл, пробірки.

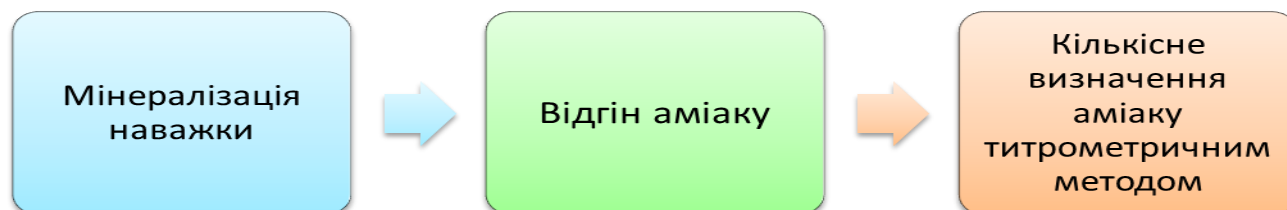
Каталізатори, що використовуються:

К1 (CuSO_4 /1 вагова частина/ + K_2SO_4 /30 вагових частин/);

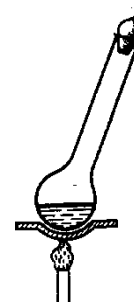
К2 (CuSO_4 /10 вагових частин/ + K_2SO_4 /100 вагових частин/ + Se /2 вагові частини/);

К3 30%-вий розчин перекису водню.

Хід визначення.



Мінералізація наважки. Із середньої подрібненої проби матеріалу для аналізу зважують точну наважку з погрішністю не більш 0,1%. Вміст азоту в пробі, що аналізується, повинен бути не менш 10 мг, краще 20-40 мг. Сипкий матеріал (зерно, солод) попередньо подрібнюють так, щоб помел проходив через сито з отворами розміром 0,8 мм. Для аналізу беруть наважку борошна приблизно 1 г в суху пробірку та зважують з точністю до $\pm 0,0002$ г.



Наважку переносять у колбу К'ельдаля і додають 1,5-2г каталізатору **К1** або **К2**, та хімічно чисту концентровану сірчану кислоту в такій кількості, щоб на кожний грам сухої речовини наважки приходилося не менш 10 мл кислоти. При внесенні наважки в колбу слідкують, щоб частки матеріалу не прилипали до стінок і горличку колби. В протилежному випадку частки змивають сірчаною кислотою. Якщо використовують каталізатор **К3**, то його вносять у кількості 7-10 cm^3 у якості окислювача. І тільки після припинення бурхливої реакції доливають сірчану кислоту.

Колбу закривають скляною лійкою і встановлюють під кутом 30-45° до вертикалі на сітці над пальником у витяжній шафі. Спочатку колбу нагрівають помірно, щоб не допустити бурхливого піноутворювання. Під час нагріву наважку час від часу помішують обертальним рухом колби. Після зникнення піни нагрів посилюють, поки рідина не буде доведена до постійного кипіння. Кипіння не повинно бути сильно бурхливим, для того щоб пари встигали конденсуватися у горлі колби. Після того як рідина повністю освітлилась (допускається легко зеленуватий відтінок), нагрів продовжують ще 30 хвилин. Потім охолоджують і до вмісту колби обережно приливають при перемішуванні 30-70 cm^3 дистильованої води и приступають до відгону аміаку.

Відгін аміаку здійснюється на установці, яка зображена на рис. 6.1.

Спочатку установку “пропарюють”. Для цього у бачок – пароутворювач **1** через лійку **2** наливають дистильовану воду і відкривають кран **3** і затискач **4**.

Нагрівають воду у бачку, приєднують пусту колбу К'ельдаля **10** до краплеуловлювача **7** і лійки для лугу **5**, і після того як вода у бачку закипіла, закривають кран **3**. Включають холодильник **8**, підставляють під нього пусту конічну колбу **9** і на протязі 5-10 хвилин “пропарюють” установку. Після пропарювання відкривають крани **3** і **6** і закривають затискач **4**.

Для проведення вимірювання під холодильник замісто порожньої колби підставляють колбу з 25 см^3 $0,05 \text{ моль/дм}^3$ розчином сіркової кислоти. Колбу підставляють так щоб кінчик холодильнику був занурений в розчин кислоти на глибину не менш 1 см. Замість пустої колби К'ельдаля приєднують колбу з мінералізованої наважкою.

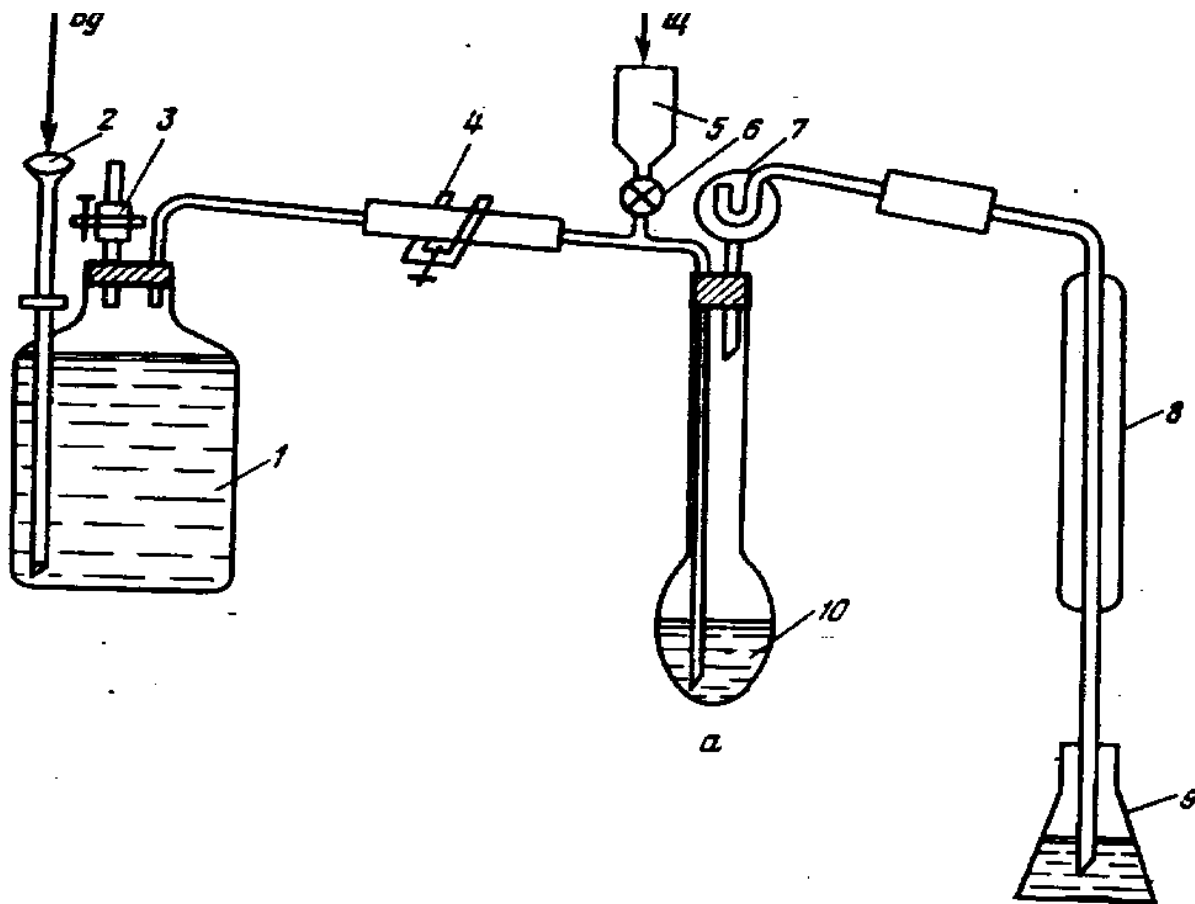


Рис. 6.1 – Установка для відгону аміаку

1 - бачок – пароутворювач; 2 – лійка; 3 і 6 кран; 4 - затискач; 5 - лійки для лугу; 7 – краплеуловлювач; 8 – холодильник; 9 - конічна колба; 10 - колба К'ельдаля.

Закривають кран **6**, наливають в лійку 33% - ний розчин лугу і, відкриваючи потихеньку кран **6** при обережному коливанні колби К'ельдаля, приливають надмір лугу, тоді колір розчину змінюється від прозорого до синього або бурого. Відкривають затискач **4** і закривають крани **3** і **6**, при цьому пара буде проходити крізь рідину в колбі К'ельдаля та захоплювати аміак. В холодильнику пара конденсується, розчин аміаку попадає в колбу з розчином сіркової кислоти. При нормальному кипінні об'єм розчину у прийомній колбі через 20-30 хвилин досягає $150-180 \text{ см}^3$. Кінець відгону можна встановити за допомогою лакмусового папірця.

Для цього приймальну колбу відставляють від апарату, обмивають кінець холодильника дистильованою водою та підставляють лакмусовий папірець під стікаючі каплі дистилату. Якщо лакмус не синіє, відгін аміаку закінчено. Після завершення відгону приймальну колбу опускають і кінець холодильника обмивають дистильованою водою в приймальну колбу. Потім відкривають крани **3** і **6** та закривають затискач **4**.

Вміст приймальної колби титрують 0,1н розчином **NaOH** до переходу кольору в зелений.

Необхідно паралельно з визначенням азоту в пробі, що досліджується, проводить визначення азоту в реактивах (“холостий опит”) для внесення відповідної поправки в результати аналізу.

Масову частку азоту (X) в процентах від маси зразка вчислюють за формулою:

$$X = (V_0 - V_1) * K * 0,0014 * 100 / M$$

де V_0 – об’єм 0,1моль/дм³ розчину **NaOH** витрачений на титрування 0,05 моль/дм³ сіркової кислоти в контрольному опиту, см³;

V_1 – об’єм 0,1моль/дм³ розчину **NaOH** витрачений на титрування сіркової кислоти в досліджуемому розчині, см³;

K – поправка до титру 0,1моль/дм³ розчину **NaOH**;

0,0014 – кількість азоту, еквівалентна 1 см³ 0,05 моль/дм³ сіркової кислоти;

M – маса наважки, г.

Для перерахунку на білок кількість азоту множать на 6,25.

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ БІЛКОВИХ РЕЧОВИН В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ БІУРЕТОВИМ МЕТОДОМ

Біуретова реакція – це реакція білків у лужному середовищі з сульфатом міді (2), в результаті утворюються комплексні сполуки, пофарбовані у фіолетовий колір, за інтенсивністю якого робиться висновок про концентрацію білкових речовин у зразку для дослідження.

Реактиви та обладнання:

- Натр їдкий, ч.д.а. або х.ч., 0,2 моль/л: 8 г їдкого натру поміщають в мірну колбу місткістю 1 л, обережно розчиняють у воді і доводять до мітки водою.
- Калію йодид ч.д.а. або х.ч., 30 ммоль/л розчин йодиду калію в 0,2 моль/л розчині їдкого натру; 0,5 г йодиду калію поміщають в мірну колбу місткістю 100 мл, доводять 0,2 моль/л розчином NaOH до мітки і розчиняють. *Реактив стабільний на протязі 2 тиж. при зберіганні в посуді з темного скла.*
- Калій-натрій виннокислий 4-водний (сегнетова сіль) ч.д.а.
- Міді сульфат 5-водний ч.д.а. або х.ч.
- Біуретовий реактив: 4,5 сегнетовой солі розчиняють у 40 мл 0,2 моль/л розчині їдкого натру, додають 1,5 г сульфату міді і 0,5 г йодиду калію і розчиняють.

Доливають до 100 мл 0,2 моль/л розчином їдкого натру. *Реактив стабільний при зберіганні в посуді з темного скла.*

- Робочий розчин біуретового реактиву: 20 мл біуретового реактиву змішують з 80 мл 0,5 розчину йодиду калію. *Розчин стабільний.*
- Розчин 1 - 4%-вий розчин NaOH в 20%-вом розчині етилового спирту - спиртовий луг (для злаків);
- Розчин 2 - 5%-вий розчин NaCl в 4%-вом водному розчині NaOH (для насіння зернобобових культур);
- 3,1%-ний розчин мідного купоросу (5 г CuSO₄ · H₂O в 95 мл води);
- Борошно з насіння злаків або зернобобових культур;
- Фотоелектроколориментр, центрифуга, ступки, пробірки, піпетки.

Хід визначення

Для аналізу використовують борошно тонкого помелу зернових або зернобобових культур. Попередньо насіння вівса, рису, проса, люпину, бобів та інших культур, що мають забарвлену щільну плівку або оболонку, звільняють від останньої. Перед аналізом борошно аналізованих культур підсушують спочатку при температурі 80 °С (близько 6-7 год), а потім при температурі 105 °С (не більше 3 год).



На торсіонних вагах відважують 200мг борошна з культур, що досліджуються, переносять у фарфорову ступку, доливають поступово при постійному перемішуванні 10 мл розчину 1 в борошно з насіння злаків або розчину 2 в борошно з насіння зернобобових культур і розтирають 15 хв. Потім доливають ще 25 мл цього ж розчину та 5 мл 3,1%-вого розчину CuSO₄, поступово перемішують вміст ступки ще 15 хв і залишають на 1,5-2,0 години. За цей період відбувається утворення біуретового комплексу і розвивається синьо-фіолетове забарвлення.

Забарвлені розчини фільтрують через скляний фільтр або центрифугують 15 хв при 5-6 тис. об/хв. Оптичну щільність розчинів визначають на фотоколориметрі при довжині хвилі 540 нм в кюветах, шириною 5

Рис. 6.2 – Алгоритм визначення масової долі білку біуретовим методом

визначають на фотоколориметрі при довжині хвилі 540 нм в кюветах, шириною 5

або 10 мм.

Вміст білка знаходять за калібрувальною кривою, яку будують на підставі показань оптичної щільності та вмісту сирого білка (розраховують за загальним азотом) або білка (розраховують за білковим азотом).

Біуретовий метод визначення масової частки білка в харчових продуктах модифікації Дженнінгса.

Роблять наважку продукту 1,5 г з точністю до 0,001 г, яку переносять у суху конічну колбу об'ємом 250...300 см³. Для видалення жиру із зразка, використовуючи циліндр із поділкою 0,1 см³, додають 2 см³ тетрахлорметану під витяжкою. Після цього застосовують піпетку для додавання 100 мл біуретового реактиву. Колбу, закриту пробкою, струшують на механічному струшувачі протягом 60 хв. Далі проводять центрифугування витяжки протягом 10 хв. за обертанням на частоті 4500 хв⁻¹. Очищений центрифугат переносять в кювети фотоколориметра з товщиною шару розчину 5 мм. Вимірюють оптичну густину за довжини хвилі $\lambda = 550$ нм. За отриманими значеннями оптичної густини визначають вміст білка в наважці (мг) за допомогою калібрувальної кривої. Розраховують масову частку білка (в %) в перерахунку на сухі речовини продукту.

Для побудови калібрувального графіка готують не менш 10 зразків з різною масовою часткою білка в діапазоні, який відповідають вмісту білка в продуктах, що підлягають дослідженню. Калібрувальні графіки будують окремо для кожного методу дослідження. В усіх підготовлених зразках визначають оптичну густину білкових витяжок за тим методом для якого розробляється калібрувальна крива. Графічне зображення відображають наступним чином: на осі абсцис відкладають вміст білка в наважці в мг, а на осі ординат – відповідні величини оптичної густини.



Рис. 6.3 – Алгоритм визначення масової частки білку біуретовим методом

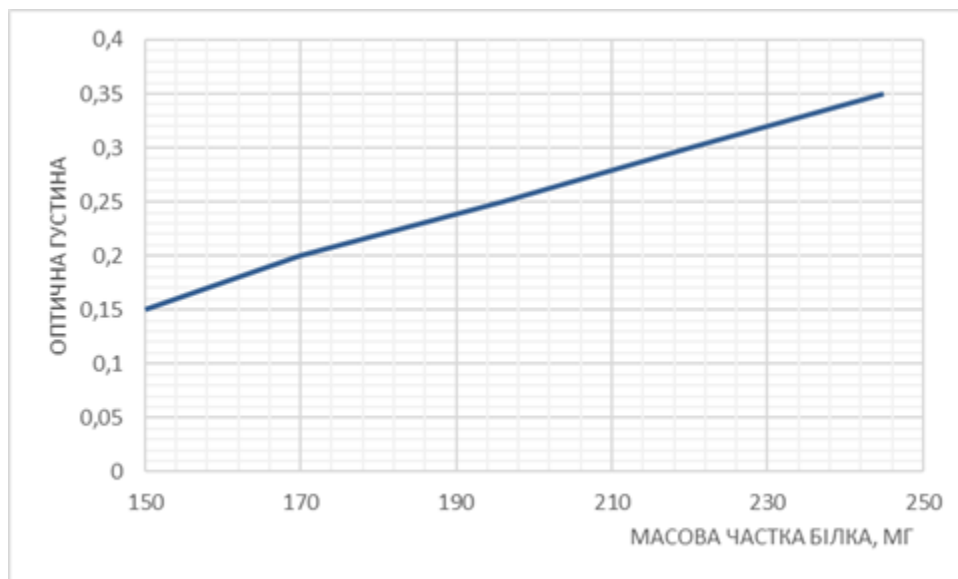


Рис. 6.4 – Приклад оформлення калібрувального

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ БІЛКОВИХ РЕЧОВИН В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ЛОУРІ

Метод Лоурі для визначення білка базується на взаємодії білка з реактивом Фоліна, який виявляє наявність тирозину та триптофану в білках. Утворення забарвленого білкового комплексу відбувається на двох етапах:

- 1) реакція міді з білком в лужному середовищі;
- 2) відновлення фосфомолібденово-фосфовольфрамового реагента білком, який був оброблений міддю.

Реакція між білком та міддю завершується протягом 5...10 хвилин за кімнатної температури. Найбільше забарвлення спостерігається при рН 10...10,5.

Реактиви та обладнання:

- **Реактив А** (2 % розчин Na_2CO_3 у 0,1 н NaOH : 20 г Na_2CO_3 в 1000 см³ 0,1 н розчину NaOH . Реактив готують в день проведення аналізу.
- **Реактив В** (0,5 % розчин $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 1 % розчині натрій або калій гідротартрату): 10 г $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ($\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$) розчиняють в 300 см³ дистильованої води. В цей розчин додають 5 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, після розчинення реактиву об'єм суміші доводять до 1000 см³ дистильованою водою. Реактив готують в день проведення аналізу.
- **Реактив С:** готують суміш 50 см³ реактиву А змішують з 1 см³ реактиву В перед проведенням дослідження.
- **Реактив Фоліна – Чокальтеу:** в круглодонну колбу об'ємом 1500...2000 см³ вводять 100 г натрій вольфрамату та 25 г натрій молібдату, які розчиняють у 700 см³ дистильованої води. До отриманого розчину додають 50 см³ 85%-ної фосфорної кислоти та 100 см³ концентрованої хлоридної кислоти. Колбу з'єднують із оберненим холодильником і кип'ятять суміш при слабкому нагріванні на сітці протягом 10 годин. Після завершення кип'ятіння в колбу додають 150 г літій сульфату, 5 см³ води та 5 крапель бромної води. Суміш кип'ятять без холодильника протягом 15 хвилин у витяжній шафі. Після цього

розчин охолоджують до кімнатної температури, доводять об'єм водою до 1000 см³, фільтрують і зберігають в темній склянці з притертим шліфом. В одержаному реактиві визначають кислотність, для чого його розбавляють в 10 разів і титрують 0,1 н NaOH за використанням фенолфталеїну.

- **Реактив E**. Отримують розчин *реактиву E* з використанням реактиву Фоліна, розведеного дистильованою водою до досягнення концентрації 1 н (відносно кислоти). Наприклад, якщо кислотність реактиву Фоліна при титруванні склала 2,3 н, то для приготування реактиву E необхідно взяти 10 см³ реактиву Фоліна та 13 см³ дистильованої води. *Реактив E* може бути збережений протягом тривалого періоду.
- піпетки градуйовані на 1...2 см³, мірні циліндри на 100 см³, мірні колби на 1000 см³, круглодонна колба на 1500...2000 см³, пробірки, посуд для реактивів, центрифуга звичайна, центрифуга з охолодженням, холодильник Лібіха, холодильник кульковий, водяна баня.



Рис.6.5 – Схема підготовки реактивів

Хід визначення

- Додають 0,9 см³ дистильованої води до 0,1 см³ досліджуваного розчину та 5 см³ *реактиву С*.
- Ретельно перемішують отриману суміш і залишають її при кімнатній температурі протягом 10 хвилин.
- В кожну пробірку додають 0,5 см³ *реактиву E* і залишають проби при кімнатній температурі протягом 30 хвилин для розвитку забарвлення.
- У присутності білка жовте забарвлення поступово переходить у синє.
- Інтенсивність забарвлення вимірюють на спектрофотометрі при довжині хвилі 750 нм.
- Концентрацію білка в пробі визначають за допомогою калібрувального графіка.

Побудова калібрувального графіка

- Використовують кристалічний препарат чистого білка, зазвичай яєчний альбумін.
- Розчиняють 30 мг білка у 100 см³ води.
- З цього розчину беруть серію пробірок об'ємом відповідно 0,1, 0,3, 0,5, 0,7 та 0,9 см³ розчину білка.
- Додають 5 см³ *реактиву С*, утримують 10 хвилин, після чого додають 0,5 см³ *реактиву E*.
- Залишають розчин протягом 30 хвилин.
- Вимірюють його оптичну густину на спектрофотометрі при 750 нм.
- Графічне зображення калібрувальної залежності відображають так як на рис. 6.4.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

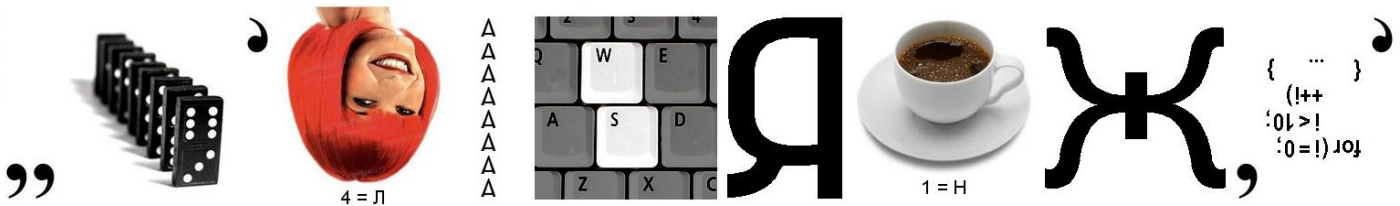
1. Обрати об'єкти дослідження:
Будь яка сировина та харчові продукти рослинного або тваринного походження.

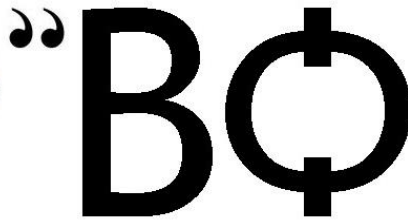
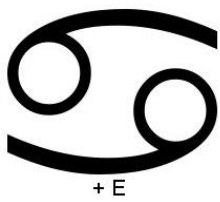
2. Послідовність досліджень:

- 2.1 Побудувати калібровані графіки для оцінки масової частки білка біуретовим методом та методом Лоурі .
- 2.2 Визначити вміст білка в обраному продукті біуретовим методом.
- 2.3 Визначити вміст білка в обраному продукті методом Лоурі.
- 2.4 Перевірити отримані результати вмісту білка за методом К'ельдаля.
- 2.5 Зробити висновок про масову частку білка в продукті, що досліджувався.
 - а. Порівняти методи визначення білка за їх точністю та продуктивністю
- 2.7 На підставі отриманих результатів зробити висновок.

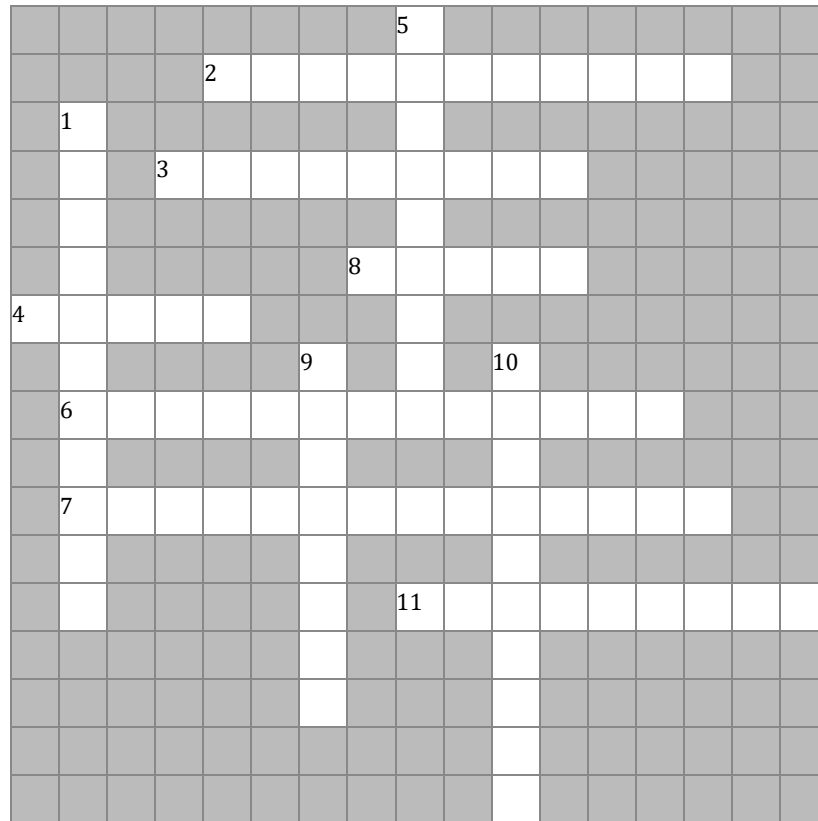
3. Зробити загальний висновок по роботі.

4. Для закріплення матеріалу пропонується розгадати 4 ребуси з основними поняттями, що розглядалися у лабораторній роботі та кросворд (відповіді які складаються з двох слів у кросворді розділені «-»).





Кросворд



По горизонталі:

2. Форма блискучого синього кумасі G-250 яка має зелене забарвлення.
3. Метод суть якого полягає в тому, що аналізований зразок піддають окисленню гарячою концентрованою сірчаною кислотою; під час окислення азот, який знаходиться у зразку, перетворюється на іон амонію
4. Високомолекулярний біополімер, структурними елементами якого є амінокислота.
6. Другий етап при визначенні загального азоту методом К'ельдаля.
7. За якими методами про вміст білка в досліджуваній пробі судять по інтенсивності світлорозсіюванням.
8. Метод заснований на вимірюванні інтенсивності забарвлення, яку дає розчин білка в кольорових реакціях: биуретової та реакції Фоліна.
11. Форма блискучого синього кумасі G-250 яка має червоне забарвлення.

По вертикалі:

1. Один з колориметричних методів визначення білка заснований на інтенсивності забарвлення або мутності розчинів.
5. Метод, що базується на тому, що білки взаємодіють з барвником Кумассі, утворюючи стійкий комплекс, який має інтенсивне забарвлення.
9. Форма бліскучого синього кумассі G-250 яка має синє забарвлення.
10. Хімічний метод визначення білків, який базується на реакції яка виникає за участю поліпептидних зв'язків.

Контрольні питання

1. Класифікація методів визначення білків.
2. Якісні реакції на білок.
3. Пояснити суттєвість методу К'ельдаля.
4. Алгоритм визначення масової долі білку біуретовим методом.
5. Сутність визначення масової частки білкових речовин в харчових продуктах методом Лоурі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ЖИРІВ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Мета роботи – отримання навичку визначення жирів в харчових продуктах, оцінки чутності, точності і продуктивності методу; придбання умінь вибирати метод в залежності від поставленої задачі.



Теоретична частина

Взагалі, кількісне визначення жирів засноване на екстракції жиру з продуктів різноманітними методами за допомогою органічних розчинників при використанні спеціальних приладів, або посуду. При цьому виділяється “сирий жир”, тобто не тільки жирові речовини, а і жироподібні. Різноманіття методів обумовлено особливостями об’єктів дослідження – вологістю, структурними властивостями, хімічним складом, міцністю взаємодії ліпідів з іншими складовими компонентами.

У якості розчинника частіше використовують:

❖ сірчаний (етиловий) ефір, який має температуру кипіння (35,6°C).

До недоліків сірчаного ефіру відноситься його здатність розчиняти воду (до 8%) і розчинні у воді речовини, що є головною причиною завищених результатів аналізу.

❖ петролейний ефір має температуру кипіння (50-80°C).

Він не вилучає воду і в меншому ступені вилучає супутні речовини.

❖ хлороформ ($t_{\text{кип}} = 61,2^\circ\text{C}$),

❖ тетрахлоруглерод (76,5°C),

❖ бензол (80,3°C).



Рис.7.1 – Жир, що визначається

гідроліз, залежно від досліджуваного зразка. Його завданням є руйнування клітинної мембрани зразка і, відповідно, зв’язків між ліпідами та іншими компонентами речовини, що з’єднуються з жиром, таких як білки, крохмаль та інші. Під час проведення гідролізу молекули жиру також гідролізуються: вони розпадаються на гліцерин і жирні кислоти і вже в такому стані екстрагуються розчинником.

В процесі екстракції разом з жиром із зразка, що досліджується, видаляють також супутні речовини, такі як фосфатиди, ефіри інше. Загальну масу цих речовин разом із жиром називають сирым жиром. В сучасній практиці у багатьох міжнародних методах описані процедури по визначенню загального вмісту жиру (рис. 7.1). Для визначення загального вмісту жиру попередньо необхідно проводити кислотний або лужний

Також під час підготовки зразків застосовують інші методи, які сприяють повному видаленню жиру, такі як підсушування зразка, його роздрібнення або розтирання з піском.

Екстракційні методи визначення масової частки жиру в харчових продуктах за технікою виконання екстракції поділяють на наступні групи (рис. 7.2.):

- *Методи вичерпної екстракції ліпідів* ґрунтуються на майже повному вилученні ліпідів з вихідного матеріалу за допомогою багаторазової обробки розчинником до тих пір, поки вміст ліпідів у матеріалі не стане мінімальним. Потім з отриманої витяжки відганяють розчинник, а сирий жир або знежирений залишок, висушують в умовах, що виключають його окиснення, і зважують.

- *Методи, що ґрунтуються на досягненні сталої концентрації розчину ліпідів*, відомі як методи настоювання. Вони полягають у тому, щоб матеріал, який аналізується,

настоювався в розчиннику. Час настоювання обирається таким чином, щоб досягти сталої концентрації розчину, тобто рівноваги між концентрацією розчину жиру, який екстрагувався з матеріалу, та його концентрацією що залишилась у зразку. Ці методи є більш простими у виконанні, вимагають менше часу, але менше точні порівняно з методами вичерпної екстракції.



Рис.7.2 - Екстракційні методи визначення масової частки жиру за технікою виконання

Загальний алгоритм екстракційних методів визначення масової частки жиру наведено на рис. 7.3

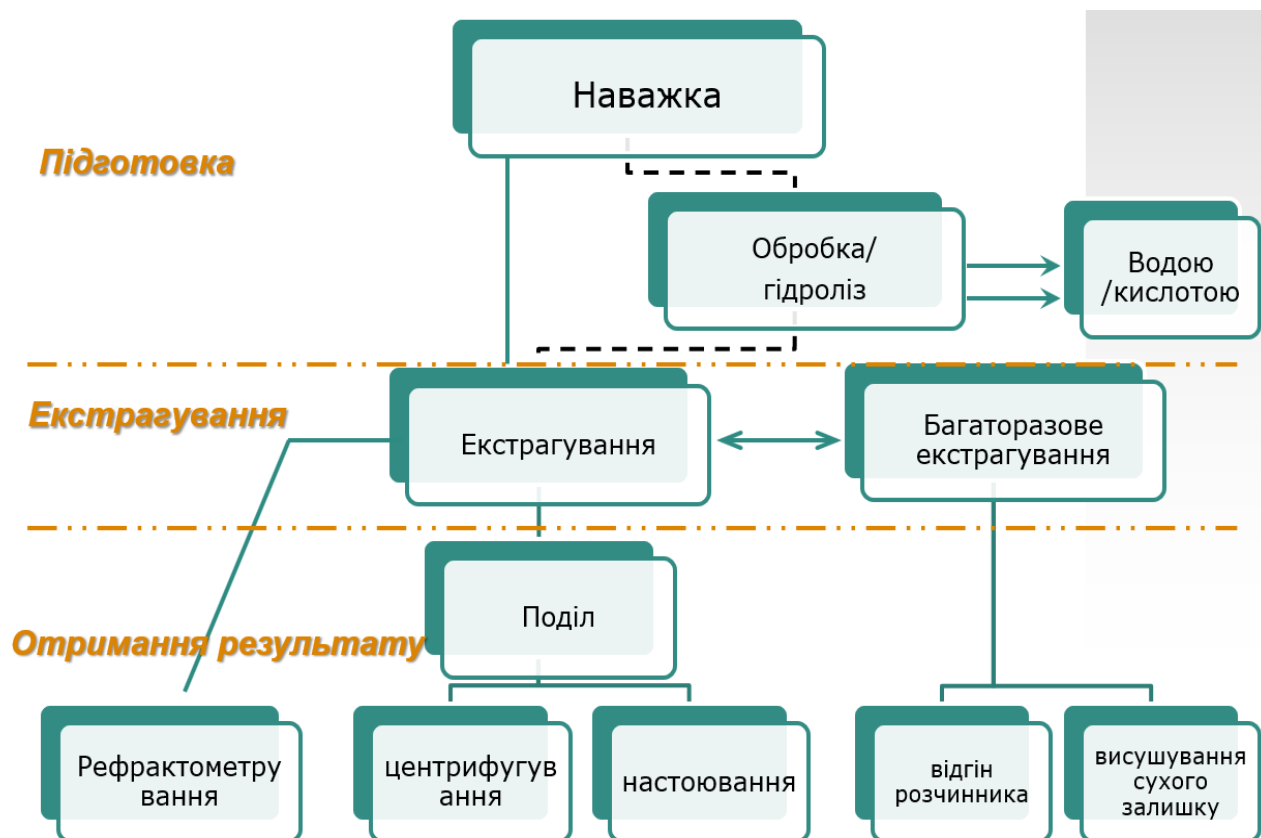


Рис.7.3 - Загальний алгоритм екстракційних методів визначення масової частки жиру

Визначення жиру в апараті Сокслета – багаторазова холодна екстракція, коли розчинник проходить через гільзу зі зразком. Метод Сокслета – пряме визначення за масою екстрагованого жиру. Метод Рушковського – непряме визначення за знежиреним залишком.

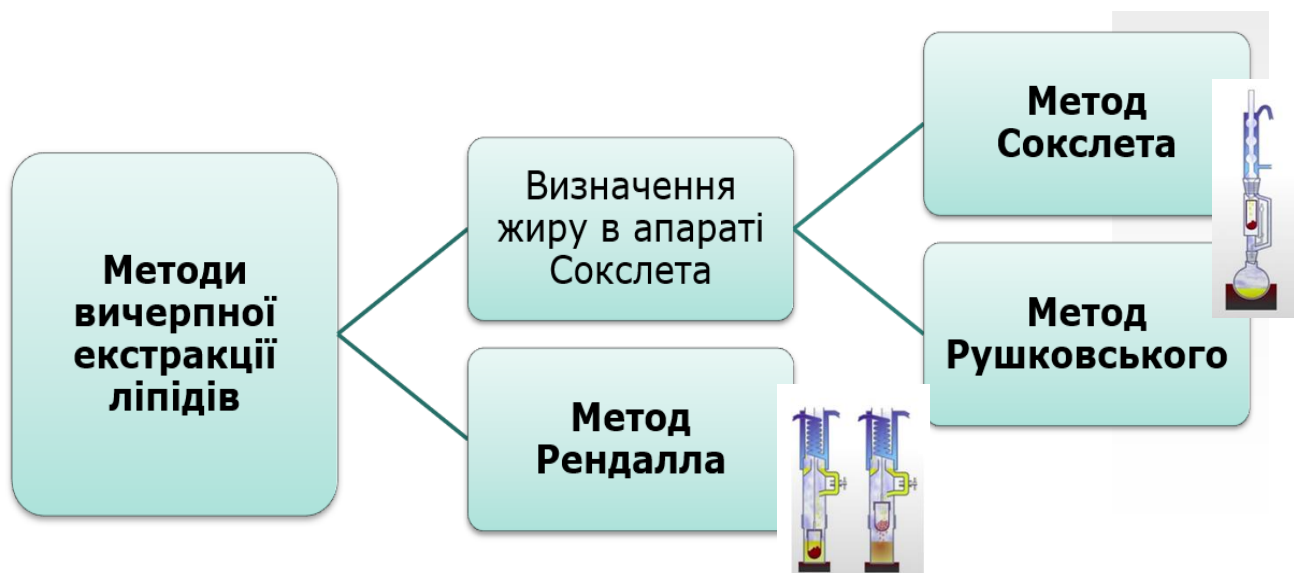


Рис.7.4 – Класифікація методів вичерпної екстракції ліпідів

Метод Рендалла – гаряча екстракція, коли зразок знаходиться в киплячому розчиннику (його ще називають вдосконаленим методом Сокслета). (рис. 7.4)

Різноманітність технічних прийомів та апаратурного оформлення екстракційних методів наведено на прикладі деяких методів, що застосовуються під час визначення масової частки жиру в харчових продуктах (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Характеристика методів визначення масової частки жиру

Назва методу	Технічне забезпечення	Рекомендовані продукти для визначення цим методом, за наявності
1	2	3
Гравіметричний метод з екстракцією жиру сумішшю хлороформу й етилового спирту	Проводиться у фільтруючій ділильній лійці з подальшим визначенням його маси в отриманому екстракті після видалення розчинника	продукти переробки плодів та овочів
Гравіметричний метод з екстракцією жиру бензином	Проводиться у металевому екстракторі з подальшим визначенням маси жиру в аліквотній частині отриманого екстракту після видалення розчинника	
Рефрактометричний метод	Заснований на екстракції жиру 1 - бромнафталіном (1 – хлорнафталіном) з подальшим визначенням показника заломлення екстракту	в кондитерських виробках і напівфабрикатах, шоколаді, шоколадних напівфабрикатах, праліне, борошняних кондитерських виробках, оздоблюваних та випечених напівфабрикатах, халві
Рефрактометричний метод	Також заснований на екстракції частки жиру зі наважки але після попередньої обробки її оцтовою кислотою; показник заломлення визначають після висушування витяжки вуглекислим безводним натрієм	в кондитерських виробках типу ірис, вершкова помадка, вершкова тягучка, цукерки «Корівка» і т. ін

1	2	3
Екстракційний метод	Заснований на екстракції жиру із продукту органічним розчинником в апараті Сокслета	продукти переробки плодів й овочів, консерви м'ясні й м'ясорослинні
Гравіметричний метод визначення жиру	Заснований на екстрагуванні жиру з аміачно-спиртового розчину молока діетиловим і петролейним ефірами, випарюванням розчинників і зважуванням залишку	молоко
Кислотний метод визначення масової частки жиру (бутирометричний)	Заснований на виділенні жиру з молока й молочних продуктів під дією концентрованої сірчаної кислоти й ізоамілового спирту з подальшим центрифугуванням і виміром об'єму жиру, що виділився в градуйованій частині жировимірювача	в молоці та молочних продуктах
Екстракційно-ваговий метод	Заснований на екстрагуванні жиру з попередньо гідролізованої наважки	в борошняних кондитерських виробках, оздоблювальних та випечених напівфабрикатах
Екстракційно-ваговий метод	Заснований на екстрагуванні розчинником наважки, яка попередньо оброблена соляною кислотою	В кондитерських продуктах та напівфабрикатах

■ СТИСЛИЙ ОПИС МЕТОДІВ

РЕФРАКТОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД

Маса наважки залежить від змісту жиру в об'єкті, що досліджується:

Більше 30% жиру - маса наважки 0.5 г

20-30% - 0.75 г

10-20% - 1.0 г

Менше 10% - 1.5 г

Апаратура : рефрактометр, сушильна шафа, ступка, піпетка, термометр, фільтрувальний папір, розчинник.

Хід визначення: Подрібнену наважку розтирають у ступці 2-3 хв. Після цього відмірюють 2.0 мл розчинника і розтирають наважку з розчинником ще 3 хв. Для

поліпшення розчинення і витягу жиру можна внести до ступки трохи чистого сухого піску.

Якщо об'єкт, що досліджується містить менш 5% води, то ступку або чашку з наважкою підсушують при температурі 110°C у сушильній шафі і після охолодження вводять розчинник.

Після екстракції жиру вміст ступки фільтрують через складчастий фільтр. Рефрактометриують при температурі 20±1°C.

Показник заломлення визначають 2-3 разу і розраховують середнє арифметичне. При цій же температурі встановлюють коефіцієнт заломлення чистого розчинника.

Зміст жиру в % визначають за формулою:

$$X=100 V_p \text{ дж} (n_p - n_{рж})/[m (n_{рж} - n_{ж})], \quad (7.1)$$

де: V_p - обсяг розчинника, мл;

дж - щільність жиру при 20° З, г/см³;

n_p , $n_{рж}$, $n_{ж}$ - показники заломлення відповідно розчинника, розчину жиру, жиру;

m - маса наважки, г

Таблиця 7.2 – Коефіцієнти заломлення і щільність різних видів жирів.

Жир	Коефіцієнт заломлення при 20°C	Щільність жиру при 20°C, г/см ³
Какао масло	1.4647	0.913
Соняшникова олія	1.4736	0.924
Вершкове масло	1.4605	0.920
Маргарин	1.4690	0.923

Для невідомого жиру або суміші жирів - $d=0,925$ г/см³, n визначають експериментально.

ЕКСТРАКЦІЙНИЙ ПРИСКОРЕНИЙ МЕТОД

Апаратура: апарат для струшування, водяна баня, сушильна шафа, мірна колба на 50 мл, піпетка, бюкси, розчинник.

Хід визначення: До гомогенованого продукту - 2+0, 001г додають 10мл екстрагуючої суміші (хлороформ : етанол = (1:2). Екстракцію жиру проводять струшуванням 2 хвил. Екстракт переливають до мірної колби на 50 мл.

Залишки наважки екстрагують аналогічним засобом ще 2 разу, фільтрують, після цього вирву промивають 20 мл екстрагуючої суміші. Промивну рідину збирають у мірну колбу і доводять до риски (50 мл) екстрагуючою сумішшю.

Відбирають піпеткою 20 мл екстракту і переносять до заздалегідь зважену (до постійної маси) бюксу.

Бюксу ставлять на водяну лазню (під тягою) до зникнення запаху розчинників.

Після цього висушують у сушильній шафі 15-20 хв. при температурі 102°C+2°C. Охолоджують в ексикаторі і зважують.

Вміст жиру в 1г наважки розраховують за формулою:

$$X = \frac{(M - M_1) \times 50}{20n} \times 100, \% \quad (7.2)$$

де: M_1 - маса порожньої бюкси, г;
 M - маса бюкси з жиром, г;
 n - маса наважки, г;
50 - загальний обсяг екстракту;
20 – обсяг екстракту, що взяли для дослідження.

Визначення змісту жиру у маргарині здійснюється за формулою:

$$X = 100 - (B + C) \quad (7.3)$$

де: B - зміст вологи, %;
 C - кількість знежиреної сухої речовини у маргарині

Визначення вологи.

У суху алюмінієву склянку зважують 5 або 10г маргарину. Склянку нагрівають при спокійному рівномірному кипінні без зпінення і розбризкування, доки не припиниться відпотівання холодного дзеркала або скла, який поміщують періодично над склянкою. Склянку охолоджують і зважують.

Вміст вологи розраховують за формулою:

$$B (C) = \frac{(M_1 - M_0) \times 100}{M - M_0}, \% \quad (7.4)$$

де: M - маса склянки з наважкою до нагрівання, г;
 M_1 - маса склянки з наважкою після нагрівання, г;
 M_0 - наважка продукту.

Визначення знежиреної сухої речовини.

Залишок маргарину після висушування нагрівають для розчинення жиру, додають 50 см³ розчинника, перемішують і залишають на 3-5 хв. для осадження осаду.

Наявність часток, які не осідають на дно, говорить про неповне випаровування вологи. Після відстоювання осаду розчин жиру обережно зливають, не колумутячи осаду. Повторюють 3 рази. Залишок в склянці нагрівають до повного вилучення розчинника (визначають по розсипчастості осаду при перемішуванні його склянної паличкою). Зміст сухої речовини розраховують за формулою:

$$C = \frac{(M_1 - M_0) \times 100}{M - M_0} \quad (7.5)$$

де M_0 - маса порожньої склянки із скляної паличкою, г;

M - маса склянки із скляної паличкою і наважкою масла, г;

M_1 - маса склянки з знежиреною сухою речовиною після вилучення розчиненого жиру, г.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- Одержати наважки продуктів відповідно до свого варіанту і визначити в них наявність і вміст жирів такими методами:
 - рефрактометричним;
 - екстракційно-ваговим (прискореним).
- Отримані результати оформити у вигляді в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Результати визначення жиру в різних харчових продуктах

Найменування продукту	Найменування методу	Результати вимірювань	Вміст жирів
Печиво (І вид)	рефрактометричний		
	екстракційний		
Печиво (ІІ вид)	рефрактометричний		
	екстракційний		
Майонез (І вид)	рефрактометричний		
	екстракційний		
Майонез (ІІ вид)	рефрактометричний		
	екстракційний		
Маргарин	рефрактометричний		
	екстракційний		
Халва	рефрактометричний		
	екстракційний		

3. На підставі отриманих результатів зробити висновок по роботі про точність, чутність і продуктивність методів, що використовувалися.

4. Для закріплення матеріалу пропонується розгадати 4 ребуси з основними поняттями, що розглядались у лабораторній роботі та кросворд (відповіді які складаються з двох слів у кросворді розділені «-»).

А



1 = П



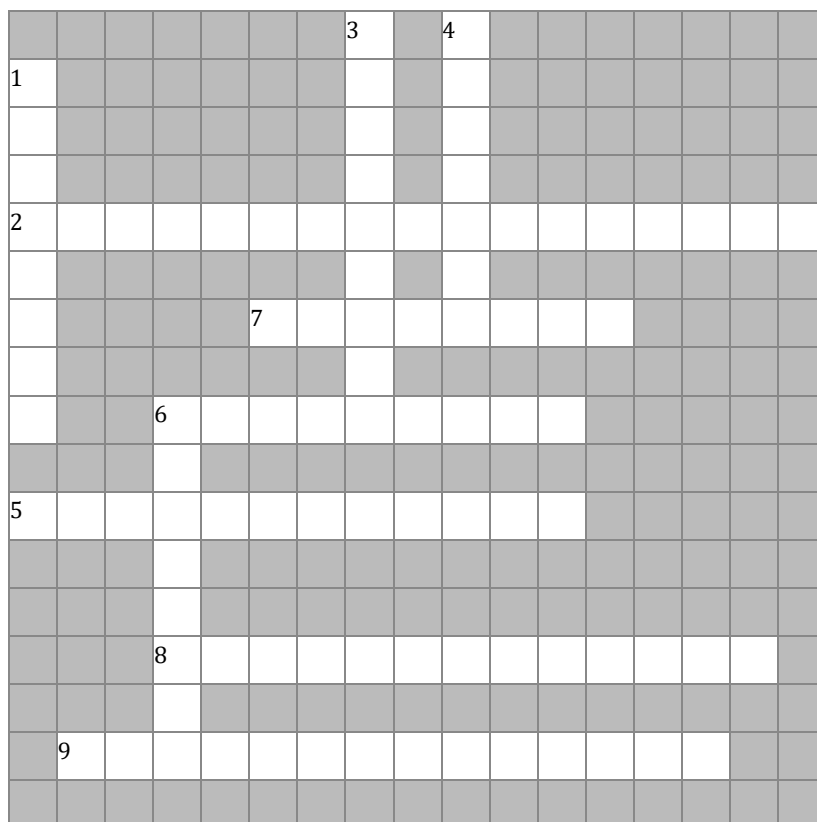
1 = Т

С В

1 = Л



Кросворд



По горизонталі:

- 2. Метод заснований на екстракції частки жиру з наважки але після попередньої обробки її оцтовою кислотою.
- 5. Метод непрямого визначення масової частки жирів за знежиреним залишком.
- 6. Речовини, що вилучаються за допомогою розчинника з наважки продукту.
- 7. Метод заснований на гарячій екстракції, коли зразок знаходиться в киплячому розчиннику.

8. Метод заснований на екстракції жиру із продукту органічним розчинником в апараті Сокслета.
9. Метод заснований на екстрагуванні жиру з аміачно-спиртового розчину молока діетиловим і петролейним ефірами, випарюванням розчинників і зважуванням залишку.

По вертикалі:

1. Що потрібно попередньо проводити для визначення загального вмісту жиру (може бути кислотний або лужний)
3. Інша назва бутирометричного методу визначення масової частки жиру.
4. Метод визначення жиру в молоці та молочних продуктах.
6. Метод прямого визначення жиру за масою екстрагованого жиру.

 **Контрольні питання**

1. Теоретичні основи витягнення жиру з продуктів і класифікація методів визначення його змісту.
2. Сутність методу Гербера
3. Пояснити суттєвість методу Сокслета, влаштування та принцип дії апарату Сокслета, переваги та недоліки методу.
4. Загальні поняття про екстракційно-вагові методи визначення жиру, привести порівняльну характеристику точності, чутливості і продуктивності екстракційно-вагових методів.
5. Пояснити суттєвість рефрактометричного методу визначення жиру, його точність, чутливість і продуктивність.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ, ЛУЖНОСТІ І ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи – отримання навичок визначення кислотності, лужності і окисно-відновного потенціалу харчових продуктів, оцінки чутності, точності і продуктивності методу; придбання уміння вибирати метод в залежності від поставленої задачі.

Теоретична частина



Кислотність – важливий показник якості, оскільки вона не тільки визначає смакові властивості, але й є показником свіжості та доброякісності багатьох харчових продуктів. Кислотність харчових продуктів прийнято оцінювати двома показниками – активною та загальною кислотністю. Класифікація методів визначення кислотності та окисно-відновлювального потенціалу (ОВП) наведено на рис. 8.1.

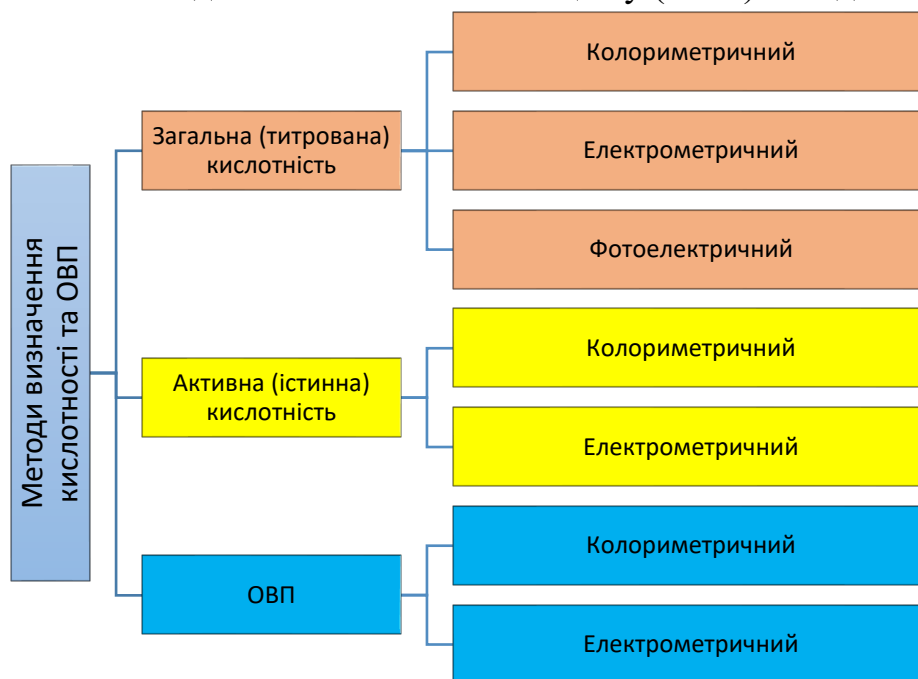
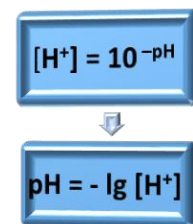


Рис.8.1 – Класифікація методів визначення кислотності та окисно-відновлювального потенціалу (ОВП)

Активність кислотності (рН) показує концентрацію іонів водоводу в розчині та вказує на міру розпаду кислоти. Концентрацію водневих іонів виражають у частинах грам-еквівалента водню, який дорівнює 1. Активність кислотності має значний вплив на розвиток колоїдних, мікробіологічних і ферментативних процесів у напівфабрикатах і сировині, а також на смак готових продуктів. Активна кислотність визначається колориметричними або електрометричними методами.



Електрометричний метод полягає у вимірюванні різниці потенціалів між двома електродами (вимірювальним і електродом порівняння), зануреними в досліджувану пробу. Вимірне значення виражають в одиницях рН.

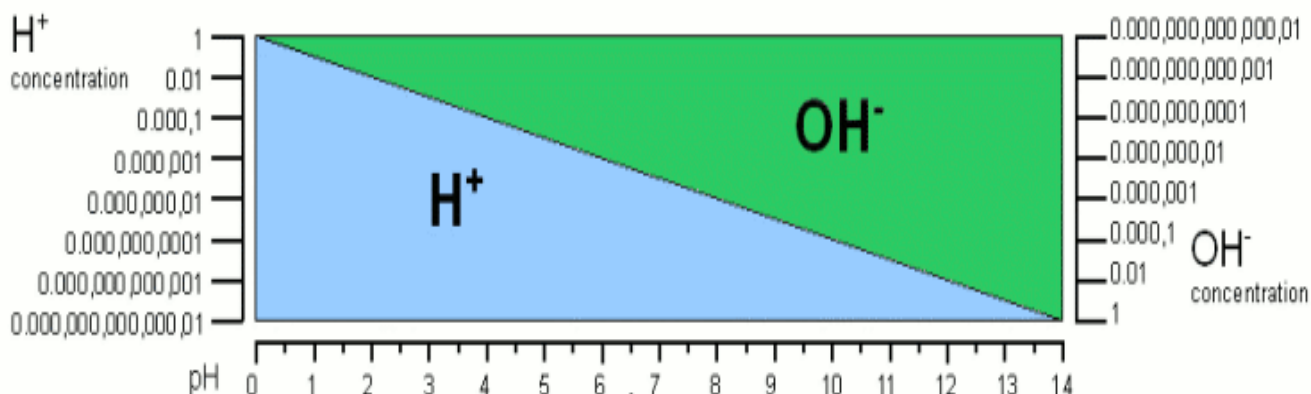


Рис.8.2 – Концентрація іонів H^+ та OH^- відповідно до рН

Колориметричний метод визначення рН ґрунтується на застосуванні індикаторів, забарвлення яких залежить від величини рН. Ці індикатори інакше називають рН-індикаторами. Забарвлення індикатора в розчині визначається співвідношенням концентрацій його іонів та недисоційованих молекул. Згідно з теорією електролітичної дисоціації, індикатори є слабкими органічними кислотами або основами, в яких іони та недисоційовані молекули мають різне забарвлення. Індикатори можуть бути одноколірними, коли присутня лише одна забарвлена форма, або двоколірними, коли обидві форми мають різне забарвлення. У розчині завжди містяться обидві форми індикатора, проте зміна кольору спостерігається тільки за певного співвідношення обох форм. Забарвлення індикаторів за різних значень рН наведено на рис. 8.3.

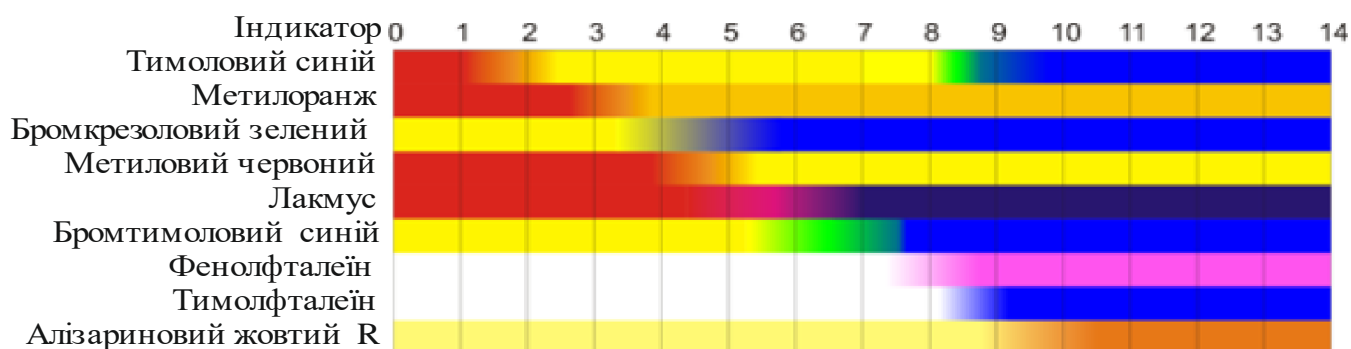


Рис.8.3 – Забарвлення індикаторів за різних значень рН

Загальна кислотність характеризує вміст в розчині речовин, які можуть вступати до реакції з сильними лугами, і визначається титруванням (колориметричним або електрометричним). Загальна (титрована) кислотність вказує на загальну концентрацію вільних кислот і кислих солей. Сутність методів

визначення титрованої кислотності полягає у титруванні певного об'єму рідини 0,1 н. розчином лугу. Точка кінця титрування визначається трьома методами:

- за допомогою відповідного індикатора (колориметричне титрування),
- після досягнення розчином заданого значення рН (електрометричне титрування),
- по досягненні розчином заданого значення коефіцієнта пропускання (фотоелектричне титрування)

Показник загальної кислотності виражають у градусах. Під градусом кислотності розуміють кількість розчину гідроксиду натрію певної концентрації, який потрібний для нейтралізації кислот і кислих солей, що містяться в зазначеній наважці продукту. Для різних харчових продуктів градуси кислотності мають певні відмінності (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Одиниці загальної кислотності

Продукт	Найменування градуса кислотності	Позначення градуса кислотності	Визначення градуса кислотності	Визначення точки кінця титрування	
				Величина рН для потенціометричного титрування	Індикатор, для колориметричного титрування
Хліб	Неймана	$^{\circ}\text{H}$	Кількість мл 1н розчину NaOH/ 100 г продукту	8,5	Фенол-фталеїн
Молоко	Тернена	$^{\circ}\text{T}$	Кількість мл 0,1н розчину NaOH/ 100 г продукту	8,5	Фенол-фталеїн
Масло	Кеттс-дорфера		Кількість мл 0,1н розчину NaOH/ 5г продукту, помножене на 2	8,5	Фенол-фталеїн
Солод, пиво, квас...			Кількість мл 1н розчину NaOH/ 100 мл продукту	8,5	Фенол-фталеїн
Спирт (з зерно-картопляної сировини)			Кількість мл 1н розчину NaOH/ 20 мл продукту	6,3	Метилловий червоний
Спирт (з м'яса)			Кількість мл 1н розчину NaOH/ 20 мл продукту	7,3	Бромтимоловий синій
Лікер, горілка	г лимонної к-ти на 100 мл виробу		Кількість мл 1н розчину NaOH/ 100г продукту, помножене на еквівалент (0,064)		

Окисно-відновним потенціалом (ОВП) називається електрорушуюча сила, яка виникає під час переносу електронів у розчині, до якого прикладена напруга. ОВП характеризує окисно-відновну здатність розчину і направленість процесів, що відбуваються у ньому. Визначається ОВП і окисно-відновна здатність розчину колориметричними або електрометричними методами.

Окисно-відновний потенціал визначається здатністю хімічної речовини приймати або віддавати електрони, процес який називається окисненням або відновленням відповідно. Зазвичай цей показник вимірюють у вольтах, що відображає електричну напругу на електроді, зануреному в досліджувану рідину. У біологічних продуктах окисно-відновний потенціал зазвичай виражають через індекс rH_2 . Це значення вказує на киснево-водневу рівновагу та відображає співвідношення між концентраціями молекул водню (H_2) та кисню (O_2). Крім того, rH_2 описує загальний окисно-відновний стан, який визначається не лише концентраціями кисню і водню, але й усіма іншими окислювачами і відновниками, які присутні у середовищі. Таким чином, rH_2 надає інформацію про окислювальні або відновні властивості середовища для росту організмів або розчинів. Перевага rH_2 перед потенціалом, вираженим у вольтах, полягає в тому, що значення потенціалу залежить від рН, тоді як в індексі rH_2 рівень рН визначають окремо та враховують при розрахунку.

$$rH_2 = - \lg [H_2]$$

- $rH_2 = [0; 8,5]$ -сильно відновлююча;
- $rH_2 = [8,5; 17]$ -слабовідновлююча;
- $rH_2 = [17; 25,5]$ -індиферентна;
- $rH_2 = [25,5; 34]$ -слабоокислювальна;
- $rH_2 = [34; 41]$ -сильноокислювальна

▣ СТИСЛИЙ ОПИС МЕТОДІВ

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ (ТИТРУЄМОЇ) КИСЛОТНОСТІ (ЛУЖНОСТІ)

Титриметричний метод (титрування з застосуванням індикаторів)

У дріжджовому тісті та виробів з нього

Апаратура і посуд. Конічні колби на 150-200 мл, піпетка на 50 мл, бюретка на 25 мл.

Хід визначення Для виявлення кислотності в конічну колбу поміщують 5г подрібненого продукту, доливають 50 мл дистильованої води, нагрітою до 60...70°C, перемішують і охолоджують до кімнатної температури. Об'єм доводять до 100 мл, додають 2-3 краплі фенолфталеїну і титрують при постійному помішуванні 0,1 моль/дм³ водним розчином гідроксиду натрію (калію) до появи слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хвилини.

Для малорозчинного у воді виробу після охолодження розчин фільтрують та відбирають для титрування 50 см³ фільтрату. Проводять два паралельних визначення і виводять середнє значення.

Розрахунок кислотності продукту в градусах Неймана ($^{\circ}\text{H}$) здійснюють за формулою:

$$\mathbf{X} = \frac{K \times V \times V_1 \times 100}{V_2 \times M \times 10}, \quad (8.1)$$

де X – кислотність в градусах;

K – поправочний коефіцієнт луку, яка взята для титрування;

V – кількість луку, яке пішло на титрування (см^3);

V_1 – обсяг води, яка узята для розчинення наважки (см^3);

V_2 – обсяг фільтрату, який взято на титрування (см^3);

M – маса наважки продукту (г);

100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г продукту;

10 – коефіцієнт перерахунку розчину 0,1 моль/ дм^3 на 1 моль/ дм^3 .

У пісочному тісті та виробів з нього.

Для визначення лужності в колбу поміщують 25г продукту, додають 250мл води, закривають пробкою і залишають на 30 хвилин, періодично зтрушуючи. Після цього вміст фільтрують через вату (фільтр). Відбирають 50 см^3 фільтрату, додають до нього 2-3 краплі бромтимолового синього і титрують 0,1 моль/ дм^3 розчином хлористоводневої кислоти до появи жовтого забарвлення. Розрахунок ведеться по формулі, аналогічній формулі (8.1) для визначення кислотності.

Перерахунок лужності (град) на суху речовину здійснюють по формулі:

$$\mathbf{X} = \frac{X_0 \times 100}{100 - M}, \quad (8.2)$$

де: X – лужність в перерахунку на суху речовину (град);

X_0 – лужність (град);

M – масова частка вологи продукту, що досліджується (%).

У молоці, вершках та молочних продуктах (крім масла)

Апаратура і посуд. Конічні колби на 150-200 мл, піпетка на 50 мл, бюретка на 25 мл.

Хід визначення В конічну колбу місткістю 150-200 мл вносять підготовлену наважку з дистильованою водою, додають 3 краплі 1% спиртового розчину фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують і титрують водним розчином гідроксиду натрію (калію), рівним 0,1 моль/ дм^3 , до появи слабо-рожевого забарвлення, відповідного контрольному еталону забарвлення, що не зникає протягом 1 хвилини.

Розрахунок кислотності продукту в градусах Тернера ($^{\circ}\text{T}$) здійснюють за формулою:

$$\mathbf{X} = \frac{K \times V \times 100}{M}, \quad (8.3)$$

де X – кислотність в градусах;

- К – поправочний коефіцієнт лугу, яка взята для титрування;
 V – кількість лугу, яке пішло на титрування (см³);
 M – маса наважки продукту (г);
 100 – коефіцієнт перерахунку на 100г продукту;

Підготування наважки продуктів з молока:

- для молока, молочної складеної продукту, вершків, кисляку, ацидофільного молока, кефіру, кумису та інших кисломолочних продуктів.

У склянку місткістю 50см³ відмірюють 20см³ дистильованої води і 10см³ аналізованого продукту. Суміш ретельно перемішують. При аналізі вершків і кисломолочних продуктів переносять залишки продукту з піпетки в склянку шляхом промивання піпетки отриманою сумішшю 3-4 рази.

- для морозива, сметани

У склянці зважують 5г продукту. Ретельно перемішують продукт скляною паличкою, поступово додають до нього 30см³ води і перемішують.

- для сиру і сирних продуктів

У фарфорову ступку вносять 5г продукту. Ретельно перемішують і розтирають продукт товкачем. Потім кількісно переносять продукт в стакан місткістю 100см³, змиваючи його невеликими порціями води, нагрітої до 35-40°С. Загальний об'єм води дорівнює 50см³.

Таблиця 8.2 – Співвідношення титруємої і активної кислотності у молочних продуктах

Титруєма кислотність, °Т	Молоко цілісне, що заготовляють, межі рН	Молоко цілісне пастеризоване, межі рН	Молоко пряжене, межі рН
16	6.75-6.72	6.7-6.66	6.64-6.59
17	6.71-6.67	6.65-6.61	6.58-6.54
18	6.66-6.61	6.6-6.55	6.53-6.48
19	6.60-6.55	6.54-6.49	6.47-6.42
20	6.54-6.49	6.48-6.43	6.41-6.37
21	6.48-6.44	6.42-6.38	6.36-6.32
22	6.43-6.39	6.37-6.32	6.31-6.26
23	6.38-6.34	6.3-6.26	6.25-6.21
24	6.33-6.29	6.25-6.21	6.2-6.16
25	6.28-6.24	6.2-6.16	6.15-6.11
26	6.23-6.19	6.15-6.11	6.1-6.06
27	6.18-6.14	6.1-6.06	6.05-6.01

У вершковому маслі

Апаратура і посуд. Конічні колби на 150-200мл, піпетка на 50мл, бюретка на 25мл.

Хід визначення. В конічну колбу місткістю 50-100мл наважують 5г масла. Злегка нагрівають колбу в теплій воді для розплавлення масла, додають в неї 20мл

нейтралізованої суміші спирту з ефіром (1:1), 3 краплі фенолфталеїну і титрують при постійному помішуванні 0,1 моль/дм³ водним розчином гідроксиду натрію (калію) до появи слабо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хвилини.

Кислотність масла в градусах Кеттсдорфера дорівнює кількості 0,1 моль/дм³ водного розчину гідроксиду натрію (калію), яка була використана на нейтралізацію 5г продукту, помноженій на 2.

Метод електрометричного (потенціометричного) титрування.

Електрометричне, або потенціометричне, титрування засноване на різкій зміні потенціалу індикаторного електроду поблизу точки еквівалентності (точки кінця титрування ККТ) при доданні до розчину невеликої кількості титруючого реагенту. ККТ можна визначати, титруючи розчин або до заданого значення рН, або до моменту, коли стрілка рН-метра різко змінює швидкість свого руху (робить стрибок).

Значення рН, що приймається за ККТ, вибирають залежно від рН переходу забарвлення індикаторів, що використовуються при колориметричному титруванні (таблиця 2). Якщо при колориметричному титруванні застосовується фенолфталеїн, то титрування закінчують при рН 8,5; бромтимоловий синій – при рН 7,3; лакмус – при рН 7,0; метиловий червоний – при рН 6,3.

Для проведення потенціометричного титрування фільтрати з наважок продуктів готують аналогічно, як і для засобу колориметричного титрування.

Потенціометричний метод визначення кислотності молочних продуктів застосовується при виникненні розбіжностей. Метод заснований на нейтралізації кислот, що містяться в продукті, розчином гідроксиду натрію до заздалегідь заданого значення рН = 8,9. Може використовуватися блок автоматичного титрування і потенціометричний аналізатор для індикації точки еквівалентності. Починаючи зі значення рН=4,0 подача гідроксиду натрію повинна вестися по краплях.

У склянку занурюють стержень магнітної мішалки і встановлюють стакан на магнітну мішалку. Включають двигун мішалки і в стакан з продуктом занурюють електроди потенціометричного аналізатора і бюретку або зливну трубку дозатора блоку автоматичного титрування.

У продуктах переробки плодів і овочів. Візуальний метод.

У конічну колбу місткістю 250 см³ переносять кількісно гарячою водою, через лійку, наважку продукту масою від 5 до 50г, залежно від передбачуваної

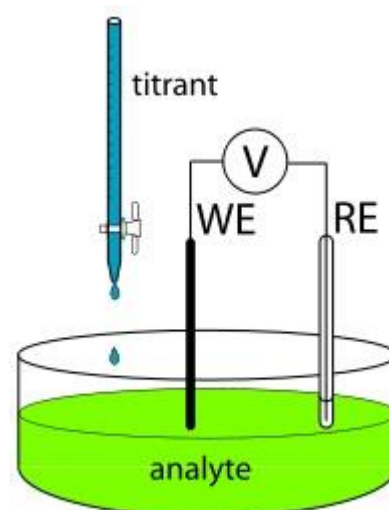


Рис.8.4 – Схема потенціометричного титрування

кислотності, з похибкою $\pm 0,1$. Потім в колбу до половини її об'єму доливають воду з температурою $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$, ретельно струшують і витримують протягом 30 хв, періодично струшуючи. Після охолодження вміст колби кількісно переносять у мірну колбу місткістю 250cm^3 і доливають водою до мітки. Закривши пробку, ретельно перемішують вміст і фільтрують через фільтр або вату.

Якщо продукт рідкий, наважку масою від 5 до 50г, залежно від передбачуваної кислотності, з похибкою $\pm 0,1$, кількісно переносять водою кімнатної температури в мірну колбу місткістю 250cm^3 , доводять до мітки водою, перемішують і фільтрують через вату медичну гігроскопічну або папір фільтрувальний лабораторний.

У конічну колбу відбирають піпеткою від 25 до 100cm^3 отриманого фільтрату. Підбирають кількість фільтрату так, щоб на титрування витрачалася не менше 6cm^3 розчину гідроксиду натрію. У колбу з фільтратом додають 3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію при безперервному перемішуванні до отримання рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 сек.

Титровану кислотність в розрахунку на переважну кислоту у відсотках обчислюють за формулою:

$$X = \frac{V \cdot c \cdot M}{0,1 \cdot m} * \frac{V_0}{V_1} * \quad (8.4)$$

де V – обсяг титрованого розчину гідроксиду натрію, витрачений на титрування, cm^3 ;

c – молярна концентрація титрованого розчину гідроксиду натрію, моль/ дм^3 ;

m – маса наважки, г;

M – молярна маса, г/моль, що дорівнює для:

яблучної кислоти $M(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5) = 67,0$;

винної кислоти $M(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6) = 75,0$;

лимонної кислоти $M(1/3 \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 70,0$;

оцтової кислоти $M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = 60,0$;

щавлевої кислоти $M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 45,0$;

молочної кислоти $M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 90,1$

V_0 – обсяг, до якого доведена наважка, cm^3 ;

V_1 – обсяг фільтрату, взятого для титрування, cm^3 .

За остаточний результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, допустиме розходження між якими не повинно перевищувати 5%; $P = 0,95$. Результати округлюють до першого десяткового знака.

ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ КИСЛОТНОСТІ

Інтервали переходу індикаторів, що найбільш часто застосовуються наведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Таблиця значень рН переходу найбільш поширених індикаторів

Індикатор та номер переходу	Колір більш кислій форми	Інтервал рН та номер переходу	Колір більш лужної форми
1	2	3	4
Метилловий фіолетовий	жовтий	0,13–0,5 [I]	зелений
Крезоловий червоний [I]	червоний	0,2–1,8 [I]	жовтий
Метилловий фіолетовий [II]	зелений	1,0–1,5 [II]	синій
Тимоловий синій [I]	червоний	1,2–2,8 [I]	жовтий
Тропеолін 00	червоний	1,3–3,2	жовтий
Метилловий фіолетовий [III]	синій	2,0–3,0 [III]	фіолетовий
Діметилловий жовтий	червоний	3,0–4,0	жовтий
Бромфеноловий синій	жовтий	3,0–4,6	синє-фіолетовий
Конго червоний	червоний	3,0–5,2	синій
Метилловий помаранчевий	червоний	3,1–(4,0)4,4	помаранчево-жовтий
Бромкрезоловий зелений	жовтий	3,8–5,4	синій
Бромкрезоловий синій	жовтий	3,8–5,4	синій
Лакмоїд	червоний	4,0–6,4	синій
Метилловий червоний	червоний	4,2(4,4)– 6,2(6,3)	жовтий
Хлорфеноловий червоний	жовтий	5,0–6,6	червоний
Лакмус (азолітмін)	червоний	5,0–8,0 (4,5- 8,3)	синій
Бромкрезоловий пурпурний	жовтий	5,2–6,8(6,7)	яскраво-червоний
Бромтимоловий синій	жовтий	6,0–7,6	синій
Нейтральний червоний	червоний	6,8–8,0	янтарно-жовтий
Феноловий червоний	жовтий	6,8–(8,0)8,4	яскраво-червоний
Крезоловий червоний [II]	жовтий	7,0(7,2)–8,8 [II]	темно- червоний
α -Нафтолфталеїн	жовто- рожевий	7,3–8,7	синій
Тимоловий синій [II]	жовтий	8,0–9,6 [II]	синій
Фенолфталеїн [I]	безбарвний	8,2–10,0 [I]	малиново-червоний
Тімофталеїн	безбарвний	9,3(9,4)– 10,5(10,6)	синій

Алізариновий жовтий ЖЖ	блідо-лимонно-жовтий	10,1–12,0	коричнево-жовтий
Нильський блакитний	синій	10,1–11,1	червоний
Діазофіолетовий	жовтий	10,1–12,0	фіолетовий
Індигокармін	синій	11,6–14,0	жовтий
Epsilon Blue	помаранчевий	11,6–13,0	темно-фіолетовий

У м'ясі або рибі

Апаратура і посуд. Колби, рН-метр, набір індикаторів.

Хід визначення Готують витяжку з 1 частини фаршу м'яса або риби та 10 частин води. Екстрагують 15 хвилин для визначення рН риби і 30 хвилин для визначення рН м'яса. Концентрацію водневих іонів визначають потенціометричним методом за допомогою рН-метра, або колориметричним методом за допомогою індикаторів.



Риба і м'ясо, що годні до їжі має рН від 6,5 до 6,8;

рН продуктів сумнівної свіжості - 6,9 - 7; несвіжих - 7,1 та вище.

ВИЗНАЧЕННЯ ОКИСНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Електрометричним методом

У дріжджовому тісті

Апаратура і посуд. Колби, рН-метр.

Хід визначення. РН-метр готують до роботи. В якості індиферентного електроду використовують тонкостінний платиновий електрод. Електродом порівняння є хлор-срібний електрод.

ОВП визначають за різницею потенціалів між зануреним електродом із індиферентного металу і стандартним водневим електродом. Його (E_h) виражають у вольтах.

Окисно-відновну здатність розчину – виражають через від'ємний логарифм парціального тиску молекулярного водню і розраховують за формулою:

$$r_{H_2} = E_h / 0,029 + 2pH, \quad (8.5)$$

де рН - від'ємний логарифм концентрації іонів водню;

E_h – потенціал, виникаючий в середині на платиновому електроді;

У пиві.

Апаратура і посуд. Колби, рН-метр скляна посудина з кранами.

Хід визначення. РН-метр готують до роботи так же, як і при визначенні рН. З метою обмеження контакту з киснем повітря використовують скляну посудину з

двома краниками, яка закривається резиновою пробкою з отворами для електродів. Пляшку з пивом закривають пробкою з двома отворами, в які вставляють коротку скляну трубку, що закінчується під пробкою, і довгу трубку, що доходить майже до дна пляшки. Коротку трубку через гумовий шланг з'єднують з балоном для двооксиду вуглецю, а довгу - з нижнім краником судини з електродами. Відкривши краники, судину заповнюють пивом, видавлюючи його з пляшки двооксидом вуглецю доти, доки з верхнього краника не вилетіть трохи пива, після чого обидва краники закривають і протягом 10-15 хв. спостерігають за положенням стрілки гальванометра. Коли стрілка гальванометра встановиться на якомусь діленні шкали, роблять відрахунок в мВ. Після цього відкривають обидва краники, пиво з судини витісняють новою порцією пива з пляшки і знову дочікуються моменту встановлення постійного потенціалу. Вимір вважають закінченим, коли три послідовних відрахунків розрізняються між собою на 1-5 мВ. Для розрахунку приймають останній відрахунок. Водночас визначають і рН пива. Окисно-відновну здатність розраховують за формулою 8.5



Стійкість пива до каламутнення в основному залежить від величини його rH_2 . Оптимальне значення rH_2 для пива складає 11-12. З підвищенням rH_2 стійкість пива знижується, бо в більш окисленому пиві розвиваються дріжджі та інші мікроорганізми, при цьому порушується і колоїдна стійкість пива.

Колориметричним методом

Метод засновано на використанні спеціальних окисно-відновних індикаторів, що змінюють своє забарвлення при певному ОВ-потенціалі.

У пиві.

Апаратура і посуд. Фотоелектроколориметр; піпетки на 10мл і мікропіпетки на 1мл з діленнями;

Хід визначення. До 10мл буферного розчину з відповідним значенням рН додають 0,25мл 0,005 М розчину індикатора, сумішшю заповнюють кювету товщиною 10 мм. У вигляді розчину порівняння беруть дистильовану воду. Оптичну щільність розчину індикатора (D_0) вимірюють при довжині хвилі 520 нм (зелений світлофільтр). Для визначення редуруючої спроможності пива до 10мл проби, що досліджується, додають 0,25мл 0,005 М розчину індикатора і через 60 с вимірюють оптичну щільність суміші (D_x) при тому же світлофільтрі. Розчином порівняння служить проба пива, яке аналізується. Після цього розраховують процентне обезбарвлення барвника (ПОБ) по наведеному нижче рівнянню.

Відсоток обезбарвлення барвника (ПОБ) розраховується по рівнянню

$$\text{ПОБ} = (D_0 - D_x) \cdot 100 / D_0, \quad (8.6)$$

де: D_0 - первісна величина оптичної щільності індикатора;

D_x - величина оптичної щільності індикатора через 60 с після додавання пива.



ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. При підготовці до заняття потрібно розрахувати необхідну кількість продукту для дослідження згідно своєму варіанту (див. нижче).

2. В ході заняття студент визначає в зразках продуктів, запропонованих у варіанті, кислотність, лужність і окисно-відновний потенціал такими методами

а) загальну (титруєму) кислотність (лужність):

- титруванням з застосуванням індикаторів,
- електрометричним (потенціометричним) титруванням;

б) активну (істинну) кислотність:

- електрометричним методом,
- колориметричним методом;

в) окисно-відновний потенціал:

- електрометричним методом,
- колориметричним методом.

3. Отримані результати досліджень оформлюють у вигляді таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Кислотність, лужність і окисно-відновний потенціал харчових продуктів

Назва продукту	Результати вимірювань					
	Загальна кислотність		Активна кислотність		ОВП	
	колориметричним методом	електрометричним методом	колориметричним методом	електрометричним методом	колориметричним методом	електрометричним методом

3. На підставі отриманих результатів зробити висновок про точність, чутність і продуктивність методів, що використовувалися.

4. Для закріплення матеріалу що розглядалися у лабораторній роботі пропонується розгадати три ребуса та кросворд (якщо в кросворді стоїть тире, то відповідь складається з двох слів) які наведено нижче.

По горизонталі:

3. В яких градусах визначається титруєма кислотність молока і молочних продуктів.
4. У чому виражають показник загальної кислотності.
9. В яких градусах визначається титруєма кислотність хліба.
10. Кислотність, яка показує концентрацію іонів водоводу в розчині та вказує на міру розпаду кислоти.

По вертикалі:

1. Метод який полягає у вимірюванні різниці потенціалів між двома електродами (вимірювальним і електродом порівняння), зануреними в досліджувану пробу.
2. В яких градусах визначається кислотність вершкового масла.
5. Метод визначення кислотності у продуктах переробки плодів і овочів.
6. Кислотність яка характеризує вміст в розчині речовин, які можуть вступати до реакції з сильними лугами, і визначається титруванням.
7. Метод визначення рН, що ґрунтується на застосуванні індикаторів, забарвлення яких залежить від величини рН.
8. Забарвлення чого в розчині визначається співвідношенням концентрацій його іонів та недисоційованих молекул.

Контрольні питання

1. Пояснити теоретичні основи методів визначення кислотності та окисно-відновлювального потенціалу.
2. Дати характеристику загальної (титруємої), активної кислотності та окисно-відновлювального потенціалу.
3. Привести класифікацію методів визначення кислотності, лужності та окисно-відновлювального потенціалу.
4. Пояснити поняття “показник водневих іонів”.
5. Сутність електрометричного методу визначення активної кислотності.
6. Сутність колориметричного методу визначення рН.
7. Характеристика і види індикаторів для визначення рН.
8. Сутність методу визначення титруємої кислотності за допомогою індикаторів.
9. Пояснити сутність електрометричного титрування.
10. Дати характеристику методів визначення окисно-відновлювального потенціалу.
11. Пояснити який взаємозв'язок існує між ОВ-потенціалом та рН.

Література

1. Яцула Г.С. Санитарно-гигиенические методы исследования пищевых продуктов и воды.- Киев, "Здоровье". 1991г.- 286 с.
2. Харчова хімія: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" / Уклад.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 151 с.
3. Копильчук Г.П., Николайчук І.М. Лабораторний практикум із біохімії: навч.-метод. посібник. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. 144 с
4. Системные исследования технологий переработки продуктов питания / О.Н.Сафонова, Ф.В.Перцевой, О.А.Гринченко....- Харьков,- 2000г.- С:65-87с.
5. Сердюк М.Є Дослідницький практикум. Частина І. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти/ М.Є. Сердюк, О.П. Прісс, Н.А. Гапріндашвілі, Л.М. Здоровцева, О.І. Сухаренко, І.Є. Іванова. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс» , 2020. – 370 с.: іл https://elib.tsatu.edu.ua/dep/ate/tpzpsg_1/page16.html
6. Скалецька Л. Ф., Подпратов Г. І., Завадська О. В. Методи досліджень рослинницької сировини. Лабораторний практиком: навч. посіб. К.: «Центр інформаційних технологій», 2009. 242 с.
7. Здоровцева Л.М. Методи контролю харчових виробництв. Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» факультету АТЕ. – Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2019. – 67с.
8. Черевко О.І. Методи контролю якості харчової продукції / О.І. Черевко, Л.М. Крайнюк, Л.О. Касілова і др. / Навчальний посібник. – Харків: ХДУХТ, 2005. – 230 с.
9. Савчук Н.Т. Технохімічний контроль продукції рослинництва: Нвчальний посібник / Н.Т. Савчук, Г.І. Подпратов, Л.Ф. Скалецька і ін. – К.: Арістей, 2005 – 256 с.
10. Сачко А.В., Дійчук В.В., Воробець М.М., Сема О.В. Інструментальні методи аналізу харчової продукції : навч.- метод. посібник. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2020. 80 с.
11. Черевко О.І., Крайнюк Л.М., Касілова Л.О. Методи контролю якості харчової продукції : навч. посібник. Суми : Університетська книга, 2019. 512 с.
12. Влодарчик Р.П., Кобаса І.М., Воробець М.М. та ін. Забезпечення та хімічний контроль якості харчових продуктів: навч. посіб. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2015. 336 с.
13. Воробець М.М., Кобаса І.М., Дійчук В.В. та ін. Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування : метод. рекомендації до лаб. робіт. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2019. 56 с.
14. Євлаш В.В., Самойленко С.О., Отрошко Н.О., Буряк І.А. Експрес-методи дослідження безпечності та якості харчових продуктів : навч. посібник. Харків : ХДУХТ, 2016.

15. Кобаса І.М., Чебан Л.М., Воробець М.М. та ін. Хімічний та мікробіологічний аналіз харчової продукції : навч. посібник. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2014. 196 с.
16. Воробець М.М., Кобаса І.М., Сачко А.В. Методи контролю якості харчових продуктів. Ч. 1. : метод. рекомендації до лаб. робіт. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2013. 32 с.
17. Черевко О.І., Крайнюк Л.М., Касілова Л.О. Методи контролю якості харчової продукції : навч. посібник. Ч.2. Харків : ХДУХТ, 2008. 354 с.
18. Воробець М.М., Волощук А.Г., Горлій А.С. Хімічний аналіз продуктів харчування : метод. рекомендації до лаб. робіт. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2013. 32 с.
19. Методи контролю якості харчової продукції : метод. рекомендації до лабораторних робіт / уклад. : М.М. Воробець, І.М. Кобаса, І.В. Кондрачук Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 32 с.
20. Паска М.З., Галух Б.І., Мартинюк І.О., Басараб І.М. Навчальний посібник з дисципліни «Методи контролю харчових виробництв». Львів. 2012.-105с.
21. Загальні технології харчової промисловості: Метод. рекомен. лаборатор. робіт з розд. “Технологія жирів і жирозамінників” для студ. напряму 6.051701 “Харчові технології та інженерія” усіх форм навчання / Уклад.: Є.І. Шеманська, І.Г. Радзієвська, В.І. Бабенко та ін. – К.: НУХТ, 2011. – 43 с.
22. Автоматизація екстракційного методу визначення жиру
<https://apk.hlr.ua/articles/avtomatizacziya-ekstrakczionnogo-metoda-opredeleniya-zhira>

Як розгадувати ребуси

Нижче перераховано основні правила, за якими складають та розгадують ребуси. Пам'ятайте, що ребус допускає комбінацію двох і більше правил одночасно. Не слід також забувати, що предмет, зображений у ребусі, може мати декілька назв, або мати одну загальну назву і одну конкретну. Вміння правильно назвати зображений на малюнку предмет є однією з головних труднощів при розшифровці ребусів. Рекомендується розшифровувати ребуси по частинах, тобто записати підряд найменування всіх зображених букв, малюнків та цифр, а потім розділити їх на слова та скласти за змістом зашифрований текст.

правило № 1.



ребус "ВІД І ДО"

Розділові знаки та пробіли у ребусі не враховуються.

правило № 2.



ребус "МУРАХА"

Ребус читається зліва направо, зверху вниз.

правило № 3.



ребус "КОСТЬ"

Назви зображених предметів читають у називному відмінку.

правило № 4.



ребус "ГРИБИ"

Декілька однакових предметів на одному малюнку читають у множині.

правило № 5.



ребус "РИБА або АКУЛА"

Предмет, зображений у ребусі, може мати декілька назв.

правило № 6.



ребус "ТІК"

Якщо зображення на малюнку перевернуте, то його назва читається справа наліво.

правило № 7.



ребус "ОДА"

Якщо зліва (внизу) біля малюнка зображено кому (одну або декілька), у такому випадку відкидаються перші літери слова (відповідно до кількості ком).

правило № 8.



ребус "ЯД"

Якщо справа (зверху) біля малюнка зображено перевернуту кому (одну або декілька), у такому випадку відкидаються літери в кінці слова.

правило № 9.

правило № 10.

правило № 11.

правило № 12.



ребус "МЛИН"

Якщо біля малюнка зображено закреслену літеру, це означає, що її необхідно виключити з назви предмета.



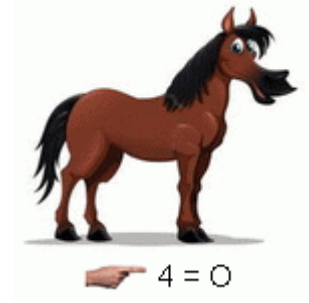
ребус "ІРА"

Якщо біля малюнка зображено закреслену цифру, це означає, що необхідно виключити з назви предмета літеру з таким порядковим номером.



ребус "МРАК" або "МАРК"

Якщо біля малюнка зображено "літеру разом із знаком додавання", це означає, що цю літеру необхідно вставити в назву зображеного предмета".



ребус "КІНО"

Якщо поруч з малюнком зображено цифру, знак "дорівнює" та літеру, це означає, що літеру із зазначеним номером необхідно замінити на зазначену у тотожності.

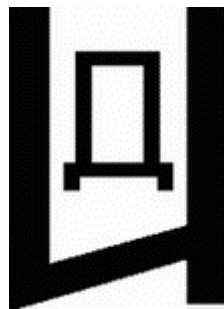
правило № 13.



ребус "НЕБО"

Якщо літера чи малюнок "перекреслені", у такому випадку використовується прийменник "не".

правило № 14.



ребус "ВИД"

Якщо предмети, цифри або літери зображені один в одному, то їх назви читаються із додаванням прийменника "у" або "в" (попереду назв або між ними).

правило № 15.



ребус "ЗНАК"

Якщо предмети, цифри або літери зображені один на одному, то їх назви читаються із додаванням прийменника "на", "над" або "під" (попереду назв або між ними).

правило № 16.



ребус "ЗАРА" (ім'я)

Якщо предмети, цифри або літери зображені один за одним, то їх назви читаються із додаванням прийменника "перед" або "за" (попереду назв або між ними).

правило № 17.



ребус "ПРИМА"

Якщо предмети, цифри або букви зображені один (менший) біля другого (більшого), то їх назви читаються із додаванням прийменника "біля", "при" або "коло" (попереду назв або між ними).

правило № 18.



ребус "ЗУБ"

Якщо велика літера складена з маленьких літер (багато разів повторених), у такому випадку використовується прийменник "з" (попереду назв або між ними).

правило № 19.



ребус "ПОЯС"

Якщо поверх однієї (великої) літери написана інша (маленька, багато разів повторена), у такому випадку використовується прийменник "по" (попереду назв або між ними).

правило № 20.



ребус "ІДОЛ"

Якщо малюнок, цифри або літери "рухаються" одна до одної або одна від одної, у такому випадку використовується прийменник "до" або "від" (попереду назв або між ними).

правило № 21.



ребус "ПАРАД"

Якщо дві однакові літери зображені "поруч", в такому випадку використовується іменник "пара".

правило № 22.



ребус "СПІВАК"

Інколи у ребусі можна використовувати дві.

правило № 23.



ребус "ФАХ"

Окремі склади ребусу можна зобразити за допомогою цифр, нот, літер грецького алфавіту, хімічних елементів і т.інш.

правило № 24.



ребус "КІНЬ"

Інколи потрібний об'єкт на малюнку позначається вказівником (стрілкою).

правило № 25.



ребус "ШУБА"

Якщо біля малюнка перераховано цифри, у такому випадку літери з назви малюнка необхідно читати у визначеній цифрами послідовності.

правило № 26.



ребус "БАБКА"

Якщо поруч із закресленою літерою написана інша, то її слід читати замість закресленої. Інколи у такому випадку між буквами ставиться знак "дорівнює".

правило № 27.



ребус "ОГРІХ"

Якщо біля малюнока зображено "дві цифри між якими зображено стрілки спрямовані у різні боки", це означає, що у назві малюнка літери із зазначеними номерами необхідно поміняти місцями".

ДОВІДНИК

Нерідко, при розгадуванні ребусів, ми стикаємося з незрозумілими, на перший погляд, символами і знаками. Чи то букви грецького алфавіту, ноті або хімічні елементи, наш довідник допоможе швидко відшукати назви таких знаків.

Альфа

Бета

Гамма

Дельта

Дзета

Ета

Тета

Лямбда

Мю

Ксі

Пі

Ро

Тау

Фі

Хі

Псі

Омега

Ять

7	N
	14.0067
5	2

Азот

35	Br
	79.904
7	18
8	2

Бром

Cr	24
51.996	
1	13
8	2

Хром

30	Zn
	65.38
2	18
8	2

Цинк

9	F
	18.998403
7	2

Фтор

17	Cl
	35.453
7	8
2	

Хлор

29	Cu
	63.546
1	18
8	2

Мідь

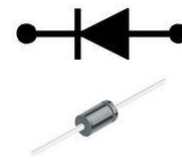
16	S
	32.06
6	8
2	

Сірка

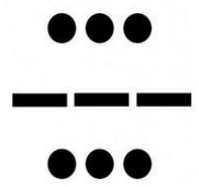
```
for (i = 0;
    i < 10;
    ++i)
{
    ...
}
```

Цикл

Дієз



Діод



СОС

Навчальне видання

ФОМІНА Ірина Миколаєвна

БОРОВІКОВА Наталія Олексіївна

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
(освітня програма «Харчові технології»)

Підписано до друку 02.02.23 . Формат 60x84x16.
Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. аркушів – 2,6. Обл.-вид. аркушів – .
Тираж 20
Державний біотехнологічний університет,
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002.