

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський Політехнічний Інститут»

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з курсу
«Експертиза та безпека продукції виробництв харчових добавок»

для студентів спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Харків
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з курсу
«Експертиза та безпека продукції виробництв харчових добавок»
для студентів спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Затверджено
вченою радою
навчально-наукового інституту
хімічних технологій та інженерії
НТУ «ХПІ»,
протокол № 8 від 22.04.2021

Харків
НТУ «ХПІ»
2021

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Експертиза та безпека продукції виробництв харчових добавок» для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / Укладачі: Т.О. Овсяннікова, С.В. Жирнова, Н.В. Ларінцева, О.М. Чаплигіна, Т.В. Школьнікова – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 36 с.

Укладачі: Т.О. Овсяннікова
С.В. Жирнова
Н.В. Ларінцева
О.М. Чаплигіна
Т.В. Школьнікова

Рецензент Професор кафедри органічного синтезу
та нанотехнологій
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
доктор біологічних наук,
професор Кричковська Л.В.

Кафедра органічного синтезу та нанотехнологій

ВСТУП

Випробування – це експериментальні визначення кількісних і (або) якісних характеристик властивостей продукції. Якісні та кількісні характеристики харчової продукції визначаються різними методами, серед яких найбільше поширення одержали органолептичні (засновані на аналізі сприйняття органами відчуття) і вимірювальні (засновані на застосуванні технічних засобів). Вимірювальні методи – фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, біологічні та інші дозволяють одержати результат із установленою точністю.

Випробування проводяться на всіх етапах життєвого циклу продукції: від розробки і впровадження її в виробництві до утилізації. Тільки на підставі результатів випробувань можна мати відповідальні дані про впровадження нового виду продукції в виробництво, а також закінчення освоєння виробництва, можливості приймати партії продукції, внесення змін у технологічний процес і документацію, видачу сертифіката відповідності та ін.

Практичні лабораторні заняття є необхідним доповненням теоретичного курсу, і тому проведення їх повинне сприяти засвоєнню курсу, ознайомленню студентів із сучасними методами, методиками проведення випробувань і обробкою результатів.

В учбово-методичному посібнику є коротка характеристика досліджуваного об'єкту, фізичні основи використаного методу, вказано апаратне оснащення, приводиться докладний опис методик виконання випробувань.

Такий характер і порядок викладення матеріалу допомагає учням краще уявляти значення показника якості, розширює технічний кругозір, і дозволяє придбати практичні навички проведення випробувань і визначення показників якості продукції.

Через те, що харчова продукція має різноманітний асортименти та характеризується великою кількістю показників якості, у лабораторний практикум включені основні показники та методики їх контролю.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ Порядок оформлення звітів

По кожній лабораторній роботі студент повинен скласти звіт, у якому необхідно привести:

- мета роботи;
- сутність роботи;
- хід аналізу;
- необхідні розрахунки;
- висновки за результатами роботи.

Виконання лабораторних робіт повинне проводитися відповідно до методики. Кожна виконана робота повинна бути захищена студентом.

Основні правила безпечної роботи в лабораторії

При виконанні робіт повинна дотримуватися максимальна обережність.

Не можна проводити досліди без попередньої перевірки справності електроприладів, цілісності і чистоти використовуваного хімічного посуду.

Не можна залишати без догляду включені електроприлади, лабораторні установки.

Необхідно уважно читати написи на склянках із приготовленими для роботи розчинами та не залишати без напису проміжні зразки (розчини в колбах, тверді залишки на фільтрах і т.д.).

Усі роботи, пов'язані з легколетючими речовинами, концентрованими кислотами та лугами, проводити у витяжній шафі.

Відпрацьовані розчини кислот і лугів, органічних розчинників зливати тільки в спеціально призначений для цього посуд, що має відповідні етикетки. Наприклад, «Злив органічних розчинників»; «Злив розчинів кислот». Тверді відпрацьовані компоненти – у спеціальну банку «Відпрацьовані відходи». Виливати та кидати їх у раковину строго забороняється!

Дотримуватися особливої обережності при роботі з горючими речовинами. Щоб уникнути запалення їх слід нагрівати тільки на водяній бані.

Дотримувати обережності при роботі з концентрованими кислотами та лугами. При потрапленні їх на шкіру або одяг негайно змити водою (протягом 10-15 хвилин), у випадку потраплення кислоти промити уражену ділянку слабким розчином питної соди, у випадку потраплення лугу – слабким розчином оцтової або борної кислоти.

У лабораторії не можна вживати їжу. По закінченню роботи вимити руки з милом.

Правила внутрішнього розпорядку для працюючих у лабораторії

Забороняється працювати в лабораторії у верхньому одязі, головних уборах. Працювати рекомендується в халатах.

При всіх роботах необхідно дотримувати максимальної обережності. Дотримуватися чистоти на робочому місці, не тримати на столі нічого стороннього.

Аналізи проводити в строгій відповідності з інструкцією, перевіряючи справність використовуваних приладів, цілісність хімічного посуду.

Студент, що працює в лабораторії, зобов'язаний знати і дотримувати правил роботи з концентрованими кислотами, лугами, вогнебезпечними та отруйними речовинами, органічними речовинами.

Студент повинен знати місцезнаходження в лабораторії протипожежних засобів, аптечки та уміти користуватися ними.

При нещасному випадку негайно звертатися до викладача.

По закінченню роботи вимити за собою хімічний посуд, виключити електронагрівальні прилади та залишити столи в чистоті й порядку.

У кожній групі працюючих студентів повинен бути черговий, відповідальний за виконання правил внутрішнього розпорядку в лабораторії.

Лабораторна робота №1 **ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Мета роботи: провести порівняльну оцінку якості декількох зразків продуктів, використовуючи органолептичний метод (методику профільної шкали).

Досліджуваний матеріал: сметана різних виробників однієї жирності.

Устаткування: одноразовий посуд.

Якість харчових продуктів – це сукупність властивостей продукції, що обумовлює її придатність для задоволення певних потреб відповідно до призначення. Якість харчових продуктів повинна відповідати вимогам стандартів.

Якість будь-якого харчового продукту визначається за характерними властивостями, які називають показниками якості.

Розрізняють декілька груп показників якості харчових продуктів:

Показники призначення – поєднують властивості продукції, що характеризують її основні функції та галузь застосування. До них відносяться органолептичні (зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак, запах і ін.), фізико-хімічні (масова частка повареної солі, вологи, жиру, сухих речовин і ін.) показники, а також показники, що характеризують вимоги, що пред'являються до упаковки, фасуванню і маркування.

Показники транспортабельності – відображають ступінь збереження даною продукцією споживчих властивостей при перевезеннях.

Показники зберігання – характеризують здатність продукції не знижувати якість у процесі зберігання (при дотриманні оптимальних режимів зберігання).

Показники безпеки – забезпечують безпеку харчової продукції при споживанні людиною. До таких показників відносять норми, що обмежують

вміст у продуктах отрутних металів (ртуті, свинцю, кадмію), радіоактивних ізотопів, небезпечних для здоров'я мікроорганізмів і ін.

Естетичні показники – характеризують привабливість, інформативність оформлення продукту, зручність його використання.

Екологічні показники – указують на ступінь впливу на навколишнє середовище шкідливих речовин, що утворюються при виробництві, транспортуванні, зберіганні або реалізації товарів.

Великий вплив на якість продукту має вид і якість сировини, напівфабрикатів і матеріалів, а також досконалість технологічного обладнання та технологічних процесів, упакування та стан тари. Якість готового продукту у великому ступені залежить і від якості праці, тобто від кваліфікації, досвіду та майстерності працівників виробництва. Формування якості продовольчих товарів триває на стадіях їх зберігання, транспортування та реалізації.

Розрізняють наступні показники харчових продуктів (ПП):

I. Показники повноцінності

1. *Асортименти блюд* – перелік блюд, які можна виготовити із продукту

2. *Органолептичні властивості* (смак, запах, колір, консистенція, зовнішній вигляд).

3. *Харчова цінність*:

а) енергетична цінність продукту;

б) харчова цінність білка:

- вміст білка в 100 г продукту;
- біологічна цінність (збалансованість за амінокислотною сполукою);
- перетравлюваність білка;
- засвоюваність білка;

в) харчова цінність ліпідів:

- вміст ліпідів в 100 г продукту;
- біологічна ефективність;
- перетравлюваність ліпідів;
- засвоюваність ліпідів;
- вміст вітамінів (А, Д, Е, К) і БАР (холін, лецитин, стерини, усі види каротиноїдів);

г) характеристики вуглеводневої сполуки продукту:

- вміст вуглеводів в 100 г продукту;
- перетравлюваність вуглеводів;
- засвоюваність вуглеводів;

д) вітамінна сполука;

е) мінеральна сполука

II. Показники санітарно-епідемічні

1. *Доброякісність* (відсутність процесів псування):

- гниття;
- окиснення;
- згіркнення;
- осалювання;

- бродіння (є виключення – вино, кумис);
- пліснявіння.

2. *Нешкідливість (відсутність контамінантів (забруднення) біологічної, хімічної та механічної природи):*

- патогенні мікроби (бактерії, віруси, рикетсії, найпростіші);
- токсичні штами грибів;
- личинки гельмінтів;
- отруйні речовини органічної та неорганічної природи;
- шкідливі механічні домішки (товчене скло в борошні або цукрі);
- комахи-шкідники.

Якість харчових продуктів визначають органолептичним і вимірювальним (лабораторним) методами.

Органолептичним методом визначають якість продуктів за допомогою органів відчуттів: зору, дотику, нюху та слуху. Таким методом установлюють смак, колір, запах, консистенцію та зовнішній вигляд продукту.

Вимірювальний (лабораторний) метод дозволяє за допомогою приладів, реактивів визначити фізичні (питома маса, щільність продуктів, температура їх плавлення та застигання, в'язкість), хімічні (масова частка вологи, білків, жирів, вуглеводів, органічних кислот, мінеральних речовин, шкідливих і отруйних домішок), мікробіологічні (наявність хвороботворних мікробів харчових продуктів, що їх псують), харчову нешкідливість продукту і т.д.

Профільний метод заснований на тому, що окремі смакові, нюхові та інші характеристики, поєднуючись, дають якісно нове відчуття смакоти продукту. Виділення найбільш характерних для даного продукту елементів смаку та запаху дозволяє встановити профіль смакоти продукту, а також вивчити вплив різних факторів (вихідної сировини, режимів виробництва, упакування, умов зберігання й ін.).

Результати, отримані профільним методом і статистично оброблені, можна представити графічно у вигляді профілів прямокутників, півкіл або профілів повної окружності, які дають наглядну інформацію про якість продуктів.

Цей метод можна застосовувати для характеристики профілів окремих показників якості продуктів: зовнішнього вигляду, запаху, смаку або консистенції. Він найбільш зручний для оцінки якості продуктів зі складною характеристикою ознак.

Профільний метод має великі перспективи. Наприклад, при розробці нового продукту може бути побудований ідеальний профіль, а потім, варіюючи технологічні режими та набір компонентів, можна наблизити профіль одержуваного продукту до ідеального профілю. За допомогою даного методу зручно виявляти зміни, що протікають у продукті при заміні складових у рецептурі або при зменшенні (збільшенні) масової частки якого-небудь компоненту. Метод може також успішно застосовуватися при аналізі змін, що

відбуваються в продукті під впливом різних умов зберігання, у порівнянні з аналогом.

Хід роботи

Для побудови профілю консистенції необхідно, щоб у процесі роботи кожний експерт оцінював індивідуально інтенсивність кожного параметру текстури та реєстрував результати, відзначаючи на лінії відповідну відстань від зазначених термінів. На рисунку 1 показаний профіль консистенції зразків сметани. Радіальні лінії представляють собою шкали зі значеннями 0 у центрі і 5 у кінців. Кількість ліній дорівнює числу досліджуваних параметрів. На лініях відкладають відрізки, що відповідають середнім арифметичним значенням оцінок інтенсивності різних параметрів. З'єднавши отримані крапки, одержують профіль консистенції.

Завдання: 1. Порівняйте сметану різних виробників однієї жирності.

2. Порівняйте сметану одного виробника різної жирності. Для оцінок інтенсивності характерних ознак консистенції можна використовувати різні оцінювальні шкали: словесні, рангові або графічні. Так, при використанні словесної балової шкали:

- 0 – означає, що ознака відсутня;
- 1 – тільки пізнаваний або відчувається;
- 2 – слабка інтенсивність;
- 3 – помірна інтенсивність;
- 4 – сильна;
- 5 – дуже сильна інтенсивність.

3. За допомогою оцінної шкали визначте інтенсивність описових ознак кожного зразка продукту, результати оформіть у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 – Інтенсивність описових ознак кожного зразка продукту

Описова ознака	Інтенсивність за зразками продукції			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Густота				
Маслянистість				
Крупінчастість				
В'язкість				
Однорідність				
Легкість проковтування				
Жирність				

4. Отримані результати повинні представити графічно у вигляді профілів повної окружності, оформити висновки по роботі.



Рис. 1 – Профіль текстури сметани

Контрольні питання:

1. Що таке якість харчових продуктів?
2. Дайте характеристику показникам харчових продуктів.
3. Які методи застосовують для визначення якості харчових продуктів?
4. На чому заснований профільний метод?

Лабораторна робота №2
ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ПРОДУКТАХ
ХАРЧУВАННЯ

Мета роботи: на прикладі молочної кислоти навчитися визначати якісний і кількісний вміст органічних кислот у продуктах.

Досліджуваний матеріал: кисломолочні продукти в асортименті.

Харчові кислоти представляють собою різноманітну за своїми властивостях групу речовин органічної та неорганічної природи.

Органічні харчові кислоти містяться в більшості видах рослин (ягодах, фруктах, овочах, листовій зелені), де вони, поряд із цукрами та ароматичними сполуками, беруть участь у формуванні смаку та аромату. Найбільш поширеними в складі різних плодів і ягід є лимонна і яблучна кислоти.

Основною органічною кислотою молока та молочних продуктів є молочна, утворення якої пов'язане з біохімічним перетворенням молочного цукру – лактози.

Органічні кислоти в рослинах перебувають у вигляді солей, ефірів, димерів, а також у вільному вигляді, утворюючи буферні системи в клітинному соку рослин. У різних рослинах органічні кислоти розподілені нерівномірно: у плодах і ягодах переважають вільні кислоти, у листях – в основному зв'язані кислоти.

Значний вплив на утворення органічних кислот має місцезростання рослин, використані добрива, полив, фаза розвитку рослин, ступінь зрілості плодів, строки зберігання, температура. У незрілих плодах і старіючому листі

накопичується яблучна, лимонна та винна кислоти. У старому листі листових овочів (щавель, шпинат, ревінь) переважає щавлева кислота, а в молодих – яблучна та лимонна.

Оцтова кислота є найбільш відомою харчовою кислотою та випускається у вигляді 70–80 %-ої кислоти. У побуті використовують розведену у воді есенцію, що одержала назву оцет. Оцтову кислоту одержують шляхом оцтового бродіння. Основна галузь використання – овочеві консерви та мариновані продукти.

Молочна кислота випускається концентрацією 40 %, а також є концентрат, що містить не менш 70 % кислоти. Одержують молочнокислим шумуванням. Використовується у виробництві безалкогольних карамельних мас, кисломолочних продуктів. Молочна кислота має обмеження до застосування в продуктах дитячого харчування.

Лимонна кислота є продуктом лимоннокислого бродіння цукру. Має найбільш м'яку дію в порівнянні з іншими харчовими кислотами. Використовується при виготовленні безалкогольних напоїв і деяких видів рибних консервів.

Яблучна кислота має менш кислий смак у порівнянні з лимонною і винною кислотами. Для промислового використання цю кислоту одержують синтетичним шляхом з малеїнової кислоти. Використовують у кондитерському виробництві та одержанні безалкогольних напоїв.

Винна кислота є продуктом переробки відходів виноробства. Не має дратівної дії на слизову шлунково-кишкового тракту і не піддається обмінним перетворенням в організмі людини. Основна частина її (80 %) руйнується в кишечнику під дією бактерій. Застосовується у виробництві кондитерських виробів і безалкогольних напоїв.

Буриштинова кислота – це побічний продукт виробництва адипінів. Використовується в харчовій промисловості для регулювання рН харчових систем.

Неорганічні кислоти, такі як фосфорна, сірчана та соляна, присутні в помідорах, що є відмінною рисою цього виду плодів.

Фосфорна кислота і її солі фосфати (калію, кальцію, натрію) часто використовують в харчовій сировині та продуктах її переробки при виробництві кондитерських виробів і безалкогольних напоїв.

Наявність харчової кислоти в складі продукту може бути наслідком її навмисного введення в якості технологічної харчової добавки з метою додання продукту характерних для нього органолептичних властивостей, формування притаманної консистенції або підвищення стабільності, що забезпечує збереження якості продукту протягом певного часу (строку зберігання).

Органічні кислоти і їх солі добре розчинні у воді, спирті або ефірі. Багато органічних кислот є фармакологічно активними речовинами (лимонна, нікотинова, аскорбінова). Лимонна, винна і яблучна широко використовуються в харчовій промисловості для виготовлення фруктових напоїв і кондитерських виробів. Винна кислота застосовується при виробництві розпушувачів тіста.

Аналіз кислотної сполуки харчового продукту дає можливість підтвердити його натуральність, визначити присутність у ньому добавок кислот або виявити його фальсифікацію.

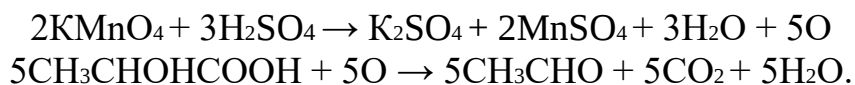
Визначення загального вмісту речовин, що мають кислотний характер (визначення потенційної кислотності), засноване на титруванні цих речовин сильними основами, результати якого представляють у відповідних кислотних числах (залежно від умов титрування, характерних для конкретного харчового продукту).

ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА МОЛОЧНУ КИСЛОТУ

Реактиви: концентрована сірчана кислота (H_2SO_4), 5 %-й розчин перманганату калію (KMnO_4), аміачний розчин нітрату срібла (AgNO_3) (до 1-2 мл 10 %-го розчину AgNO_3 у пробірку додають по краплях аміак: спочатку з'являється осад AgO , який потім розчиняється в надлишку аміаку).

Устаткування: конічні колби на 100 см³, електроплитка, мірні пробірки, лійки, фільтрувальний папір, піпетки.

Якісною реакцією на молочну кислоту є реакція «срібного дзеркала». Вона полягає в переході молочної кислоти в оцтовий альдегід. Хімічні реакції, що відбуваються, можна представити наступними рівняннями:



Реакція відбувається в кислому середовищі при температурі кипіння в присутності KMnO_4 . Результатом взаємодії оцтового альдегіду з аміачним розчином срібла є утворення металевого срібла (срібliste фарбування).

Хід роботи

Кисломолочний продукт фільтрують через складчастий фільтр. 5 мл фільтрату переносять у конічну колбу 100 мл, додають 2 мл концентрованої сірчаної кислоти та нагрівають на плитці до початку кипіння, періодично збовтуючи. Потім, продовжуючи кип'ятіння та помішування, піпеткою по краплях доливають 5 мл 5 %-го розчину KMnO_4 . У результаті молочна кислота перетворюється в оцтовий альдегід.

Для розпізнавання оцтового альдегіду горлечко колби швидко накривають фільтрувальним папером, який змочений в аміачному розчині AgNO_3 . Акуратно, щоб не розірвати, фільтрувальний папір притискають до країв горла колби, продовжуючи нагрівання. Оцтовий альдегід випаровується і, реагуючи з аміачним розчином AgNO_3 , викликає почорніння паперу, що має сріблястий відтінок, – це виділяється металеве срібло.

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ

Реактиви: 0,1 н. розчину NaOH; фенолфталеїн.

Устаткування: конічні колби на 100 см³, лійки, фільтрувальний папір, мікробюретка.

Кількість молочної кислоти визначають методом титрування з 0,1 н розчином NaOH, яка пішла на титрування. Кислотність молочнокислих продуктів виражають у градусах Тернера (°T) або відсотках молочної кислоти. Так, 1°T відповідає 1 мл 0,1 н. розчину лугу, який пішов на титрування 100 мл досліджуваного середовища. Загальний вміст молочної кислоти виражається у відсотках. Оскільки відомо, що молекулярна маса молочної кислоти становить 90, то для приготування 1 л 1 н. розчину потрібно 90 г кислоти, виходить, в 1 л 0,1 н. розчину знаходилося 9 г, а в 1 мл 0,1 н. NaOH розчину – 0,009 г молочної кислоти, що відповідає 1 °T.

Хід роботи

Для титрування беруть 10 мл попередньо відфільтрованого молочнокислого продукту, поміщають у колбу на 100 см³, додають одну-дві краплі фенолфталеїну та титрують 0,1 н. розчином NaOH при постійному збовтуванні до появи стійкого слабо-рожевого фарбування. Розраховують вміст молочної кислоти в продукті з обліком того, що 1 мл 0,1 н. NaOH розчину відповідає 0,009 г молочної кислоти або 1 °T.

Кислотність (K, °T) обчислюють за формулою:

$$K = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot 100}{10 \cdot 0.1} = V_{\text{NaOH}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot 100,$$

де V_{NaOH} – об'єм розчину гідроксиду натрію, витрачений на титрування 10 см³ молочнокислого продукту, см³;

c_{NaOH} – концентрація розчину гідроксиду натрію, моль/дм³;

10 – об'єм молочнокислого продукту, взятий для титрування, см³;

0,1 – коефіцієнт перерахування кислотності молока на об'єм 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію.

Завдання: Провести визначення якісного та кількісного вмісту молочної кислоти в молочнокислих продуктах. Отримані результати внести у таблицю 2, оформити висновки по роботі.

Таблиця 2 – Вміст молочної кислоти

Найменування продукту	Якісна реакція	Вміст молочної кислоти, г

Контрольні питання:

1. Які сполуки відносяться до харчових органічних кислот?
2. З якою метою додають органічні кислоти в харчову систему?
3. Якими методами одержують основні харчові органічні кислоти?
4. Дайте характеристику оцтової і молочної кислотам.
5. Дайте характеристику лимонної, яблучної і винної кислотам.
6. Дайте характеристику бурштинової і фосфорної кислотам.

Лабораторна робота №3 ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ КИСЛОТНОСТІ

Мета роботи: засвоїти методи визначення активної кислотності; визначити активну кислотність борошна.

Досліджуваний матеріал: пшеничне борошно, рисове борошно, цілнозернове борошно.

Устаткування: ваги лабораторні 4-го класу точності, рН метр.

Активна кислотність (рН) – показник концентрації вільних іонів водню в розчині. Величина рН і її зміна при зберіганні та переробці харчових продуктів характеризує якість, тому що діяльність ферментів і бактерій пов'язана з кислотністю середовища.

Визначають рН безпосередньо в харчових продуктах або у водних витяжках, отриманих з них.

Для деяких продуктів показник рН служить ступенем їх доброякісності.

У технології хлібопечення важливу роль відіграють біохімічні процеси, швидкість яких залежить від активної або дійсної кислотності (рН). Крім того, від концентрації водневих іонів залежить зміна властивостей білкових речовин – їх набухання, розтяжність, еластичність і ін.

Як правило, борошно має активну кислотність 5,9-6,2. Така вузька межа зміни рН борошна пов'язана з великою буферною здатністю білкових речовин і фосфатів.

Для визначення рН існують різні методи, які засновані на електрометричних в колориметричних принципах.

З колориметричних методів зручні для користування методи з індикаторними папірцями або набором індикаторних олівців. Ці методи використовуються в тих випадках, коли погрішність визначення рН допускається до $\pm(0,1-0,2)$ одиниць рН і для швидких орієнтовних визначень.

Для точних вимірів рН використовують потенціометричні методи, засновані на вимірі різниці потенціалів між двома електродами, зануреними в досліджуваний розчин. Один з електродів з постійним і відомим потенціалом є електродом порівняння для другого електрода, потенціал якого залежить від рН досліджуваного розчину.

Існуючі в цей час прилади – потенціометри, рН-метри дозволяють визначати рН досить швидко та точно.

Погрішність вимірів рН на типових лабораторних рН-метрах становить від $\pm 0,02$ до $\pm 0,3$ одиниць рН. Випускаються рН-метри з підвищеною точністю виміру ($\pm 0,005$ одиниць рН), наприклад ПЛ-311. Сучасні рН-метри комплектуються додатково датчиком температури, програмним забезпеченням і інтерфейсом, що дозволяють підключати його до комп'ютеру для періодичного зчитування та збереження інформації в режимі реального часу.

На рис. 2 представлений рН-метр-мілівольтметр рН-150 М.

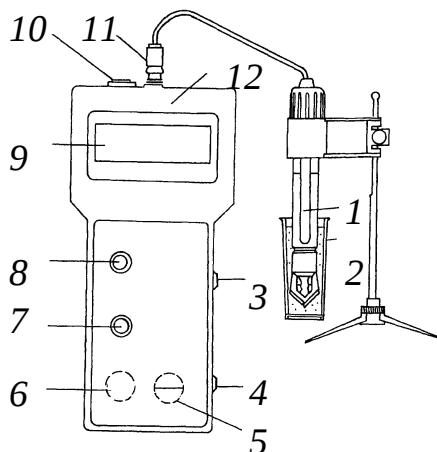


Рис. 2 – рН-метр-мілівольтметр рН-150 М

1 – комбінований електрод; 2 – склянка з досліджуваною пробой; 3 – резистор для встановлення рН; 4 – резистор для регулювання крутості системи; 5 – кнопка включення живлення; 6 – кнопка перемикавання режимів виміру; 7 – резистор установки температури розчину при ручній термокомпенсації; 8 – резистор настроювання по буферному розчину; 9 – цифровий індикатор; 10 – рознімання підключення мережного харчування; 11 – гніздо для підключення електричної системи; 12 – високоомний перетворювач.

Хід роботи

Перевірка та настроювання рН метру. Проводиться після прогріву приладу протягом 1 год за стандартними буферними розчинами, що приготовлені зі стандарт титрів. Рекомендується застосовувати буферні розчини із рН, близьким до рН досліджуваного розчину.

У склянку місткістю 50 см^3 наливають близько 40 мл буферного розчину температурою $20\pm 1^\circ\text{C}$, занурюють у нього електроди та через 15 сек знімають показання приладу. Якщо прилад настроєний правильно, то стрілка шкали повинна показувати значення рН використаного буферного розчину.

Одержання витяжки. Для одержання витяжки беруть наважку борошну масою 10 г з погрішністю не більш 0,01 г, додають 100 см^3 гарячої дистильованої води та нагрівають до кипіння для інактивації ферментів. Відстоюють протягом години, перемішують, дають відстоятися та набирають надосадову рідину піпеткою з обрізаним і оплавленим кінчиком, у який вставлений щільний тампон, для фільтрації.

Проведення випробувань. Для визначення відбирають від 30 см³ фільтрату, вливають у стаканчик місткістю 50 см³. У розчин розміщують кінці електродів, приєднують прилад і відраховують показання за шкалою рН-метру. Вимірювання рН повторюють 2-3 рази, щоразу виймаючи електроди з розчину та при вимірюванні знову занурюючи їх у розчин.

Значення рН виражають як середнє арифметичне двох паралельних визначень. Точність вимірів $\pm 0,05$ одиниць рН.

Завдання: Провести визначення активної кислотності в борошні. Отримані результати внести у таблицю 3, оформити висновки по роботі.

Таблиця 3 – Активна кислотність борошна

Найменування продукту	Значення рН

Контрольні питання:

1. Дайте визначення активної кислотності.
2. Для яких цілей визначають активну кислотність? На що вона вказує?
3. Яку активну кислотність має борошно та із чим це зв'язане?
4. Які існують методи визначення активної кислотності?
5. Як проводять перевірку та настроювання рН метра?

Лабораторна робота №4 ФРАКЦІОНУВАННЯ БІЛКІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ ЗА РОЗЧИННІСТЮ

Мета роботи: провести екстракцію та наступний аналіз білків рослинного походження за розчинністю.

Досліджуваний матеріал: борошно пшеничне, горохове.

Реактиви: 10 %-й насичений розчини сульфату амонію, сухий сульфат амонію (дрібно розмелений); 0,2 %, 1%, 10% -і розчини гідроксиду натрію; 0,1 н, 3 %-і розчини оцтової кислоти; біуретовий реактив; 10 %-й насичений розчин хлориду натрію; сухий хлорид натрію (дрібно розмелений); 70 %-й розчин етилового спирту.

Устаткування: крапельниці; скляні лійки; порцелянові ступки та маточки; фільтрувальний папір; марля; технічні ваги з важками; термостат; плоскодонні колби об'ємом 100 мл; пробірки; піпетки; водяні лазні.

Класифікація білків за розчинністю (у воді, розчинах солей, кислот, лугів та спирті) застосовується тільки для простих білків:

Білки, розчинні в слабких кислотах – це найбільш прості білки, мають невисоку молекулярну масу та проявляють основні властивості (сумарний заряд позитивний):

- протаміни мають сильноосновні властивості, розчинні в слабких кислотах, містять до 80 % амінокислот основної природи (лізин, гістидин, аргінін);

- гістони мають невеликі основні властивості, що протаміни (вміст амінокислот основної природи до 30%), вони виконують стабілізуючу функцію при формуванні третинної структури ДНК у еукаріот.

Білки, розчинні у воді та розчинах нейтральних солей, мають більш високу молекулярну масу чим гістони та протаміни і часто виконують в організмі каталітичну функцію:

- альбуміни добре розчиняються у воді та випадають в осад з насичених розчинів нейтральних солей;

- глобуліни розчиняються в слабких розчинах нейтральних солей, випадають в осад при високих концентраціях нейтральних солей і виконують захисні функції в організмі.

Білки, розчинні в спиртах і розчинах лугів – це високомолекулярні білки, нерозчинні у воді, зустрічаються в насінні рослин, виконують функції запасання:

- проламіни нерозчинні у воді та солях, розчинні в 70 %-му спирті, містять багато проліну;

- глютеліни нерозчинні у воді та у розведених розчинах нейтральних солей, розчинні в розведених лужних розчинах (0,2...2 %-м розчинах їдкового натру) і виконують не тільки запасну функцію, але мають і біологічну активність.

Рослинні білки

Білки зернових нерівномірно розподілені між морфологічними частинами зерна. Основна кількість білка знаходиться в ендоспермі (65...75 %), в алеїроновому шарі знаходиться 15 % білка і 22 % частки зародка. Білки ендосперми та алеїронового шару представлені різними фракціями, білки зародка в основному каталітичними білками (альбумінами та глобулінами). Альбумінові та глобулінові фракції білків пшениці різномірні та проявляють або каталітичну активність, або властивості інгібіторів ферментів. У кількісному відношенні головними білками пшениці є дві фракції: гліадин (проламін пшениці) і глютенін (глютелін пшениці).

Основна фракція білків бобових – глобулінова (60...90 %). Вона представляє собою групу запасних білків і витягується 5...10%-м розчином хлориду натрію зі знежиреного борошна. Білки бобових містять лізину в 2...2,5 рази більше, ніж злакові, а розчинність і перетравлюваність їх вища, чим в інших білках рослин. В якості самостійної групи в сім'ядолях бобових не виявлені глютеліни. Білки, що витягуються лужними розчинами, являють собою глобуліни, які пов'язані з полісахаридами.

На частку альбумінової фракції доводиться 10...20% білків бобових. Вони не є запасними, основна роль альбумінових білків – фізіологічна, вони являють собою групу біологічно активних речовин. Це головним чином ферменти та інгібітори ферментів. В альбуміновій фракції зустрічаються інгібітори

трипсину, цитохроми С, β -амілази, ліпооксидази. Відмінною рисою білкового комплексу бобових є високий вміст інгібіторів протеаз і особливих білків глікопротеїдної природи – лектинів.

ВИДІЛЕННЯ ВОДРОЗЧИННИХ БІЛКІВ ПШЕНИЦІ

Хід роботи

Пшеничне борошно в кількості 2 г розтерти в порцеляновій ступці з 10 мл дистильованої води. Отриманій суміші дати відстоятися 2...3 хв, потім відфільтрувати. Залишок борошна промити два рази невеликими порціями дистильованої води та залишити для наступного витягу глобулінів пшениці. Отриманий фільтрат використовувати при дослідженні розчинності альбумінових білків.

До фільтрату альбумінової фракції білків додати сухий тонкоподрібнений порошок сульфату амонію при невеликому нагріванні (не вище 40°C) до повного насичення (до припинення розчинення сульфату амонію). Осад, що випав, представляє собою альбумінову фракцію білків пшениці, відфільтрувати.

Осад на фільтрі розчинити в 1 мл дистильованої води. В отриманому розчині довести наявність білків, додавши в нього 1 мл біуретового реактиву.

ВИДІЛЕННЯ СОЛЕРОЗЧИННИХ БІЛКІВ ПШЕНИЦІ

Хід роботи

Промитий водою залишок борошна (після витягу альбумінової фракції білків) розтерти в ступці з 10 мл 10 %-го розчину хлориду натрію, дати відстоятися 2...3 хв і відфільтрувати. Залишок борошна промити два рази невеликими порціями свіжого розчину хлориду натрію та залишити для наступних дослідів. Отриманий фільтрат використовувати при дослідженні розчинності глобулінових білків пшениці. Для цього додати до фільтрату рівний об'єм насиченого розчину хлориду натрію, досягнувши тим самим напівнасичення. Осад, що випав, представляє собою глобулінову фракцію білків пшениці, відфільтровують. Осад розчинити на фільтрі в 1 мл 10 %-го розчину хлориду натрію. Провести реакцію з біуретовим реактивом.

ВИДІЛЕННЯ БІЛКІВ ПШЕНИЦІ, ЯКІ РОЗЧИНЕНІ В ЛУГАХ

Хід роботи

Залишок борошна (після видалення альбумінової та глобулінової фракції білків) розтерти в порцеляновій ступці з 10 мл 0,2%-го розчину гідроксиду натрію, дати відстоятися 2...3 хв і відфільтрувати. До фільтрату додати по краплях 0,1 н розчин оцтової кислоти. Осад, що випав, являє собою глютенін – глютелін пшениці.

ВИДІЛЕННЯ БІЛКІВ ПШЕНИЦІ, ЯКІ РОЗЧИННІ У СПИРТАХ

Хід роботи

У порцеляновій ступці розтерти 1 г пшеничного борошна з 5 мл 70 %-го етилового спирту. Отриманій суспензії дати відстоятися та відфільтрувати. До 3 мл фільтрату додати по краплях дистильовану воду до випадання осаду. Отриманий осад являє собою гліадин – проламін пшениці.

ВИДІЛЕННЯ ВОДОРОЗЧИННИХ БІЛКІВ ГОРОХУ

Екстракцію білків вести аналогічно екстракції альбумінів пшениці.

ВИДІЛЕННЯ СОЛЕРОЗЧИННИХ БІЛКІВ ГОРОХУ (ЛЕГУМИНУ)

Хід роботи

У гороховому борошні є глобуліновий білок легумин, нерозчинний у воді, але розчинний у розчинах нейтральних солей. Для вилучення легуміна необхідно 5 г горохового борошна залити 20 мл 10%-го розчину сульфату амонію та екстрагувати в термостаті протягом 20 хв при температурі 30⁰С (при постійному перемішуванні). Отриманий розчин відфільтрувати через складчастий фільтр, змочений розчином солі. Фільтрат використовують для дослідження розчинності глобулінових білків гороху. Для цього додати до 1 мл фільтрату 1 мл насиченого розчину хлориду натрію. Осад легуміну, що випав, відфільтрувати і розчинити на фільтрі в 1 мл 10%-го розчину хлориду натрію. Провести реакцію з біуретовим реактивом.

Завдання: Отримані результати звести до таблиці 4, оформити висновки по роботі.

Таблиця 4 – Результати якісного аналізу фракційної сполуки досліджуваного білка

Вихідний матеріал	Розчинник	Назва розчинного білка	З якого розчинника висолюється	Реакція на білок

Контрольні питання:

1. Класифікація білків за розчинністю.
2. Дайте характеристику білків, які розчинні у воді та розчинах нейтральних солей
3. Дайте характеристику білків, які розчинні в слабких кислотах.
4. Дайте характеристику білків, які розчинні в спиртах і розчинах лугів.

Лабораторна робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ СІРЧИСТОЇ КИСЛОТИ

Мета роботи: засвоїти методики визначення харчових добавок; установити вміст сірчистої кислоти в продуктах переробки плодів і овочів прискореним методом.

Досліджуваний матеріал: Пюре, джем, повидло

Реактиви: розчин гідроксиду калію або натрію концентрацією 1 н; 1%-вий розчин крохмалю; сірчана кислота (1:3); розчин йоду концентрацією 0,01 н.

Устаткування: ваги лабораторні 4-го класу точності, мірний посуд скляний.

Сірчиста кислота і її препарати, консерванти, що мають широку антимікробну властивість (пригнічують ріст цвілевих грибів, дріжджів і аеробних бактерій, що розвиваються з доступом кисню). Широко застосовуються в плодоовочевій промисловості. Консервування із застосуванням препаратів сірчистої кислоти називається сульфитацією. Препарати сірчистої кислоти (сірчистий ангідрид, бісульфіт натрію, метабісульфіт) відносяться до речовин середньої токсичності, в організмі людини піддаються швидкому окисленню з утворенням нешкідливих сульфатів, легко виводяться з організму з сечею. Однак ці препарати, особливо сірчистий ангідрид, руйнують вітаміни тіамін і біотин, чим знебарвлюють продукт. Тому сірчистий ангідрид не рекомендується використовувати для консервування продуктів харчування, що є головним постачальником тіаміну (м'ясо, зерно злаків, молочні продукти та інші). Сульфітовані продукти при переробці зазнають десульфитації, у результаті якої летучі сполуки сірчаної кислоти відділяються. Десульфитації сприяє теплова обробка та контакт із повітрям, однак частина сірчистого ангідриду в продукті залишається.

Вміст сірчистої кислоти у варенні, кондитерських виробках, у фруктових соках і сухих фруктах допускається до 100 мг/кг продукту, у томат-пюре – до 1500 мг/кг за умови уварювання до 50 %. Використання сірчистої кислоти для консервування м'ясних, рибних, яєчних і молочних продуктів не допускається у зв'язку з її негативним впливом на органолептичні властивості цих продуктів.

Вміст сірчистої кислоти в харчовому продукті регламентується. Визначення вмісту сірчистої кислоти здійснюють двома стандартизованими методами: стандартним і прискореним.

Визначення масової частки сірчистої кислоти стандартним методом засноване на виділенні із продукту діоксиду сірки при нагріванні під дією соляної кислоти в струмі діоксиду вуглецю. Виділений діоксид сірки окислюється розчином пероксиду водню в сірчану кислоту, яку визначають або ваговим методом шляхом осадження її у вигляді барієвої солі, або об'ємним – шляхом титрування сірчаної кислоти, що утворилася, розчином гідроксиду натрію або калію.

Прискорений метод заснований на окисненні сірчистої кислоти йодом. При визначенні розчин продукту попередньо обробляють послідовно розчином гідроксиду калію або натрію та сірчаною кислотою для перетворення зв'язаної сірчистої кислоти у вільну.

Хід роботи

У хімічну склянку вносять наважку здрібненого досліджуваного продукту масою 5 г, зважену з погрішністю до 0,01 г, і змивають 50 см³ дистильованої води в конічну колбу із притертою пробкою місткістю 200-250 см³. Колбу струшують або перемішують на магнітній мішалці 5 хв, доливають 25 см³ 1 н розчину гідроксиду калію або натрію, знову закривають пробкою, збовтують і залишають на 15 хв. Потім вносять 10 см³ сірчаної кислоти (1:3), 1 см³ 1%-ого розчину крохмалю та титрують при перемішуванні 0,01 н розчином йоду до появи не зникаючого протягом декількох секунд синьому забарвлення.

Контрольний дослід проводять у тих же умовах, але без наважки.

Обробка результатів. Масову частку загальної сірчистої кислоти (у перерахуванні на SO₂) розраховують за формулою:

$$X = (V - V_0) \cdot 0,32 / 10m,$$

де X – масова частка загальної сірчистої кислоти в 100 г продукту, %;

V – кількість 0,01 н розчину йоду, витраченого на титрування досліджуваного розчину, см³;

V_0 – кількість 0,01 н розчину йоду, витраченого в контрольному досліді, см³;

0,32 – кількість SO₂, що відповідає 1 см³ 0,01 н розчину йоду, мг;

m – маса продукту, г.

Допустимі розбіжності між паралельними визначеннями не повинні перевищувати 6 % (віднос.).

Завдання: Отримані значення звести до таблиці 6, порівняти із гранично припустимими, наведеними в табл. 5, оформити висновки по роботі.

Таблиця 5 – Гранично-припустимі норми консервантів

Вид плодово- ягідної сировини	Вид консерванту	Масова частка консервантів, в %, не більш
Пюре	Сірчиста кислота (у перерахунку на SO ₂)	0,2
	Бензоат натрію	0,1
Джем	Сірчиста кислота (у перерахунку на SO ₂)	0,01
Повидло	Загальна сірчиста кислота (у перерахунку на SO ₂)	0,01
	Бензоат натрію (у перерахунку на бензойну кислоту)	0,07

Таблиця 6 – Визначення масової частки сірчистої кислоти

Найменування продукту	Гранично–припустимі норми консервантів	Масова частка загальної сірчистої кислоти (у перерахунку на SO ₂) в%

Контрольні питання:

1. Які властивості має сірчиста кислота та її препарати?
2. Чому сірчистий ангідрид не рекомендується для використання в консервуванні м'яса, риби та молочних продуктів?
3. Як називається консервування із застосуванням препаратів сірчистої кислоти?
4. Яку дію на організм людини має діоксид сірки?

Лабораторна робота № 6
ФОТОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ ФАРБУЮЧИХ РЕЧОВИН У
РОЗЧИНАХ БАРВНИКІВ

Мета роботи: засвоїти методики визначення харчових барвників; встановити вміст барвників у розчині барвників.

Досліджуваний матеріал: барвник енін, барвник каротин.

Реактиви: розчин сірчанокислового кобальту CoSO₄·7H₂O, буферний розчин із рН = 1,0 (0,2 н розчин хлориду калію та 0,2 н розчин соляної кислоти в співвідношенні), розчин біхромату калію K₂Cr₂O₇.

Устаткування: фотоколориметр КФК-2, спектрофотометри типу СФ-26 і СФ-46, ваги лабораторні, мірний посуд скляний.

Основною групою речовин, що визначають зовнішній вигляд продуктів харчування, є харчові барвники. В умовах сучасних харчових технологій, що включають різні види термічної обробки (кип'ятіння, стерилізацію, жарення і т.д.), а також при зберіганні продукти харчування часто змінюють своє первісне, звичне для споживача фарбування, а іноді здобувають неестетичний зовнішній вигляд, що робить їх менш привабливими. Особливо змінюється колір при консервуванні овочів і фруктів. Як правило, це пов'язане з перетворенням хлорофілів у феофітин або зі зміною кольору антоціанових барвників у результаті зміни рН середовища або утворення комплексів з металами. У той же час, барвники іноді використовуються для фальсифікації харчових продуктів, наприклад, підфарбовування яких не передбачене рецептурою та технологією, – для додання продукту властивостей, що дозволяють імітувати його високу якість або підвищену цінність. Найбільш широко харчові барвники застосовуються при виробництві кондитерських виробів, напоїв, маргаринів, деяких видів консервів, сухих сніданків, плавлених сирів, морозива.

За походженням барвники ділять на натуральні (природні) або синтетичні (органічні та неорганічні).

Натуральні барвники звичайно виділяють із природної сировини у вигляді різних за своєю хімічною природою сумішей сполук, склад яких залежить від джерела та технології одержання. Серед натуральних барвників можна виділити каротиноїди, антоціани, флавоноїди, хлорофіли, їх мідні комплекси та інші. Вони, як правило, нетоксичні, але для багатьох встановлені припустимі добові дози (ПДД).

З рослинної сировини, яка містить антоціани (Е 163), одержують червоні барвники. Найбільша кількість антоціанових барвників міститься у відходах чорної смородини, вишні, чорниці, аронії (чорноплідної горобини), бузини, журавлини, малини, полуниці, шипшини. Барвником є енін.

Антоціани відносяться до групи глікозидів. Речовини, що входять у дану групу – це пігменти різних відтінків, що втримуються у вакуолях рослин. Назва антоціанів у перекладі із грецького означає «синя квітка». Колір цих пігментів визначається кислотністю середовища та може бути червоним, фіолетовим або синім.

Каротиноїди – вуглеводні ізопреноїдного ряду $C_{40}H_{56}$ (каротини) і їх похідні, які містять кисень. Каротиноїди – рослинні червоно-жовті пігменти, що забезпечують фарбування ряду овочів, фруктів, жирів, яєчного жовтка та інших продуктів. Вони нерозчинні у воді та розчинні в жирах і органічних розчинниках. Прикладом таких сполук є β -каротин (назва походить від лат. сагопа — морква).

β -каротин Е160a(i) отримують синтетичним (у тому числі мікробіологічним) шляхом або виділяють із природної сировини, у тому числі із крилю.

На відміну від багатьох інших добавок, які застосовуються у харчовій промисловості, каротин зовсім нешкідливий і навіть корисний для людини.

Чистий каротин – блискучі мідно-червоні кристали. Слабкі розчини каротину та каротиноїдів мають жовтий колір, а концентровані – червоний або помаранчево-червоний. Через велику кількість подвійних зв'язків молекула каротину нестійка. Каротиноїди легко руйнуються під дією високої температури, світла та кислот. На повітрі каротин легко окислюється, поглинаючи багато кисню (до 40 % своєї маси). Чистий кристалічний каротин зберігається незмінним тільки в атмосфері азоту.

ФОТОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ ФАРБУЮЧИХ РЕЧОВИН У РОЗЧИНІ АНТОЦΙΑНОВОГО БАРВНИКА

Визначення кількості червоних барвників в антоціанових барвниках проводять за стандартними розчинами сірчаноокислого кобальту $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ (у кобальтових числах) (спосіб 1) і за стандартними зразками антоціанових барвників (спосіб 2).

Хід роботи

Спосіб 1. У цьому способі умовно приймають, що 1 дм³ водного розчину, який містить 20 г кристалічного сульфату кобальту, еквівалентний за фарбуванням розчину антоціанового барвника з концентрацією 22 мг барвника (енину) в 1 дм³.

Наважку аналізованого барвника в кількості 1 г розчиняють у дистильованій воді та кількісно переносять у мірну колбу на 1000 см³, а потім вміст колби доводять дистильованою водою до мітки. Аналізований розчин розміщують в оптичну кювету з товщиною вимірюваного шару 10 мм і вимірюють оптичне поглинання на фотоколориметрі КФК-2 при довжині хвилі світла з максимальним поглинанням ($\lambda_{\max} = 490$ нм)

Вміст барвників у розчині барвника розраховують за формулою:

$$c = \frac{0,022 \cdot A_2 \cdot 1000}{m \cdot A_1},$$

де c – концентрація барвників у г/дм³ барвника;

A_1 – оптичне поглинання стандартного розчину сірчаноокислого кобальту при $\lambda_{\max}$;

A_2 – оптичне поглинання аналізованого розчину барвника при $\lambda_{\max}$;

m – маса наважки барвника, г;

0,022 – концентрація барвника енина, рівна 0,022 г в 1 дм³ стандартного розчину.

Спосіб 2. Вміст антоціанів визначають, вимірюючи оптичне поглинання аналізованих розчинів при $\lambda_{\max} = 490$ нм в оптичній кюветі з товщиною шару 10 мм. Пробу готують розведенням 1 см³ аналізованого розчину буферним розчином із рН = 1,0 до 10 см³. Буферний розчин із рН = 1,0 готують, змішуючи 0,2 н розчин хлориду калію з 0,2 н розчином соляної кислоти в співвідношенні 25:67.

Кількість антоціанів у розчині барвника розраховують за формулою:

$$c = \frac{A_{490}^{pH=1}}{49}$$

де c – концентрація антоціанів у розчині барвника, мг/100 см³;

$A_{490}^{pH=1}$ – абсорбція світла при $\lambda_{\max} = 490$ нм проби аналізованого розчину барвника із рН = 1,0 для кювети з товщиною шару розчину 10 мм;

49 – коефіцієнт, розрахований за кутом нахилу калібрувального графіка, побудованого в координатах C_A — A (О. Е. П.).

Калібрувальний графік для визначення вмісту антоціанових барвників у розчині із рН = 1,0 для $\lambda_{\text{max}} = 490$ нм розрахований для залежності оптичного поглинання розчинів чистих антоціанів чорноплідної горобини при рН = 1,0 і $\lambda_{\text{max}} = 490$ нм від їхньої концентрації має вигляд:

$$A_{490}^{pH=1} = 49,05 \cdot C_A - 8,26 \cdot 10^{-4}$$

(коефіцієнти 49,05 і $8,26 \cdot 10^{-4}$ розраховані методом найменших квадратів з коефіцієнтом кореляції $K = 0,99$).

ФОТОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ БАРВНИКІВ У РОЗЧИНІ КАРОТИНОЇДНОГО БАРВНИКА

Визначення кількості барвників (каротину) у каротиноїдних барвниках проводять за стандартним розчином біхромату калію $K_2Cr_2O_7$ (спосіб 1) і за стандартним зразком (β -каротину (спосіб 2)).

Хід роботи:

Спосіб 1. Відповідно до цього способу розчини каротину в органічних розчинниках мають таку ж спектральну характеристику, як і водяні розчини біхромату калію, а кількість жовтих каротиноїдних барвників в аналізованому розчині визначають із використанням калібрувального графіка та визначеному співвідношенні, що 1 см^3 стандартного розчину біхромату калію відповідає 2,08 мг каротину.

Стандартний розчин виготовляють із хімічно чистого біхромату калію розчиненням наважки ($0,3600 \pm 0,0002$) г у дистильованій воді в мірній колбі на 1000 см^3 . Для визначення кількості барвників 1 см^3 розчину аналізованого барвника його кількісно переносять у мірну колбу на 1000 см^3 , вміст колби доводять до мітки відповідним органічним розчинником і на фотоелектроколориметрі КФК-2 вимірюють абсорбційне поглинання приготуваного розчину барвника в кюветі з товщиною оптичного шару 10 мм при $\lambda = 440$ нм. Вміст каротину в досліджуваному розчині барвника розраховують по співвідношенню:

$$c = \frac{A_2 \cdot 2,08 \cdot 1000}{A_1}$$

де c – концентрація каротину в г/дм^3 барвника;

A_1 – оптичне поглинання стандартного розчину біхромату калію;

A_2 – оптичне поглинання приготуваного розчину аналізованого барвника;

2,08 – кількість каротину (мкг), що відповідає 1 см^3 стандартного розчину біхромату калію.

Спосіб 2. Вміст β -каротину в аналізованому розчині барвника визначали на спектрофотометрах типу СФ-26 і СФ-46 за калібрувальними залежностями розчинів препаративного β -каротину. Для кількісного аналізу вмісту (β -каротину підходять хвилі довжиною 450 і 480 нм, які мають максимальні абсорбції світла. З каліброваних залежностей отримані наступні дані:

для $\lambda = 450$ нм	$A = 792 * c - 0,0092$	$c = (A + 0,0092)/792$
для $\lambda = 480$ нм	$A = 662 * c - 0,012$	$c = (A + 0,012)/662$

де A – абсорбція світла;
 c – концентрація β -каротину.

Завдання: Визначте вміст фарбуючих речовин у розчинах барвника, проведіть відповідні розрахунки, оформіть висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Чому під час термічної обробки овочі та фрукти втрачають своє природне фарбування?
2. Назвіть природні джерела антоціанів і каротиноїдів.
3. Чи мають антоціани та каротиноїди лікувальні властивості?
4. Чи є антоціани та каротиноїди зовсім нешкідливими?
5. Що є джерелом для одержання червоних барвників?

Лабораторна робота №7 ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ТАНИНУ В ЧАЮ

Мета роботи: освоїти метод визначення таніну, заснований на окисненні таніну чаю марганцевокислим калієм при використанні індигокарміну як індикатору, і метод визначення кофеїну, заснований на швидкому витягу хлороформом кофеїну з попередньо нагрітої і обробленої водним аміаком здрібненої проби чаю.

Досліджуваний матеріал: чорний, зелений і жовтий (натуральний концентрат чаю), не розфасований і розфасований байховий чай.

Реактиви: жовтий препарат індигокарміну, концентрована сірчана кислота, 0,1 н. розчин марганцевокислого калію.

Найбільш важливою складовою частиною чайного листа та готового чаю є комплекс дубильних речовин, або чайний танін, що обумовлює не тільки органолептичні властивості, але й фізіологічну цінність напою. Дубильні речовини надають терпкий красивий колір та приємно-в'яжучий смак.

Масова частка дубильних речовин у трилистих флешах коливається від 11,5 до 30 % у перерахуванні на суху речовину. Найбільш багаті ними брунька та перший лист чайної рослини.

У чайному таніні, що є сумішшю сполук поліфенольного характеру, не менш 90 % припадає на катехіни і їх галлові ефіри. Найбільш багатий цими сполуками зелений байховий чай, що містить не менш 90 % катехінів стосовно їхньої кількості в сировині. Поліфеноли чаю мають Р-вітамінні властивості, завдяки чому чай є основним джерелом Р-активних речовин.

Основні алкалоїди чаю – кофеїн, теобромін і теофілін виявляють тонізуючу дію на організм людини.

У чайній рослині утворюється та накопичується в основному кофеїн, вміст якого в чайних листах і чаю становить 2-4 %. Особливість чайного кофеїну полягає в тому, що він перебуває у зв'язаному стані з дубильними речовинами чаю, утворюючи таннат кофеїну. Ця сполука має приємний смак і більш м'яко впливає на організм людини, ніж кавовий.

Методи визначення вмісту таніну та кофеїну за ДСТ 19885-74 поширюються на чорний, зелений і жовтий (натуральний концентрат чаю), не розфасований і розфасований байховий чай, зелений цегляний і чорний плитковий чай.

Хід роботи:

Для проведення даного аналізу з подрібненої проби чаю попередньо отримують екстракт.

2,5 г подрібненого чаю, зваженого з погрішністю не більш 0,0002 г, поміщають у колбу місткістю 250 мл, доливають 200 мл киплячої дистильованої води та ставлять у киплячу водяну баню. Процес екстрагування таніну з чаю ведуть протягом 45 хв. Отриманий екстракт фільтрують через лійку Бюхнера (під вакуумом) у колбу місткістю 500 мл. Потім фільтрат переносять у мірну колбу місткістю 250 мл, охолоджують і при 20°C доводять дистильованою водою до мітки. Цей екстракт використовують для проведення випробування.

Піпеткою відбирають 10 мл екстракту та поміщають у чашку для випарювання, додають 750 мл водопровідної води, 25 мл розчину індигокарміну, приготовленого розчиненням 1 г жовтого препарату індигокарміну в 50 мл концентрованої сірчаної кислоти та доведенням об'єму дистильованою водою до 1000 мл і титрують 0,1 н. розчином марганцевокислого калію при постійному перемішуванні скляною паличкою. Синє зафарбовування при цьому поступово переходить через синьо-зелену, темно - і ясно-зелену в жовту золотавого відтінку.

Кінець реакції визначають по зникненню зеленого відтінку та появі чистого жовтого кольору. Аналогічним чином проводять титрування водопровідної води в присутності індикатору індигокарміну.

Кількість таніну (A_1 , %) знаходять за формулою:

$$A_1 = \frac{(a - a_1) \cdot 0,004157 \cdot v \cdot 100}{v_1 \cdot m},$$

де a – кількість 0,1 н. розчину марганцевокислого калію, витрачене на окиснення таніну, мол;

a_1 – кількість 0,1 н. розчину марганцевокислого калію, витрачене на титрування води і індигокарміну, мл;

0,004157 – кількість таніну, яке окислює 1 мл 0,1 н. розчину марганцевокислого калію, г;

N – кількість отриманого екстракту чаю, мл;

n_1 – кількість екстракту чаю, яке взяте для випробування, мл;

m – маса наважки абсолютно сухого чаю, г.

За результат аналізу приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень, розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,5 % при довірчій імовірності $P = 0,95$.

Якщо результат аналізу приблизно дорівнює значенню норми вмісту таніну для відповідного виду чаю, то необхідне проведення двох додаткових визначень. У цьому випадку за результат аналізу приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень, розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,7 % при $P = 0,95$.

Завдання: Отримані значення внести в таблицю 7, порівняти отримані результати з результатами інших студентів, оформити висновки по роботі.

Таблиця 7 – Визначення вмісту таніну в чаю

Найменування продукту	Кількість таніну A_1 , %

Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняття «дубильні речовини» як групі біологічно активних речовин.
2. Перелічить сполуки, що відносяться до дубильних речовин.
3. Промислові джерела одержання таніну.
4. Медико-біологічне значення дубильних речовин.

Лабораторна робота № 8

ВИЗНАЧЕННЯ НІТРИТУ НАТРІЮ ФОТОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета роботи: визначити вміст нітриту натрію (добавки, яка корегує колір) у ковбасних виробках різних сортів.

Досліджуваний матеріал: ковбасні вироби різних сортів.

Реактиви: насичений розчин тетраборату натрію; 15-% розчин гексаціаноферрату (II) калію (реактив Карреза I); 30-% розчин сульфату цинку (реактив Карреза II); амонійна буферна суміш; розчин сульфаніламідру (фотометричний реагент № 1); розчин N-(1-нафтил) етилендіамінодигідрохлориду (фотометричний реагент № 2); розчин III (розбавляють 445 мл концентрованої соляної кислоти (ρ_{20} 1,19 г/мл) водою до 1000 мл);

Устаткування: мірні колби на 100 і 200 см³; піпетки; електрична плитка; фотоелектроколориметр; водяна баня.

Нітрит натрію відноситься до сполук, що змінюють фарбування продукту в результаті взаємодії з компонентами харчової сировини та готових продуктів. Для додавання копченостям і ковбасам характерного для них кольору (від рожевого до червоного) традиційно використовують нітриту калію та натрію (KNO_2 і NaNO_2) і/або нітрати (селітри) – E249...E252. Нітрати під дією ферментів, які виділяють мікроорганізми, відновлюються до нітритів.

Нітриту впливають на організм людини. У зв'язку із цим установлені максимально припустимі норми вмісту їх у готовому продукті. Норма застосування нітриту при засолі м'яса в розсолі від 50 до 100 мг/кг, а в готовій продукції – 30...50 мг/кг. Виключити небезпеки, пов'язані із застосуванням нітритів, можна замінивши їх природними та синтетичними харчовими барвниками. Однак нітриту надають м'ясним виробам не тільки приємний колір, але й сприяють утворенню характерних для копченостей і ковбас смаку та аромату, а також гальмують розвиток небажаної мікрофлори при виробництві та зберіганні.

Хід роботи:

У мірну колбу на 200 мл розміщують 10 г аналізованої проби, зважують на аналітичних вагах, додають 5 мл насиченого розчину $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ і 100 мл дистильованої води з температурою не нижче 75°C.

Колбу з пробойою нагрівають на киплячій водяній бані протягом 15 хв, періодично струшуючи, потім прохолоджують до 20°C, ретельно перемішують і послідовно додають по 2 мл реактиву Карреза I і реактиву Карреза II. Об'єм доводять водою до мітки та витримують 30 хв при 20°C. Потім вміст колби фільтрують через складчастий фільтр.

До 20 мл отриманого безбілкового фільтрату в мірній колбі на 100 мл додають 10 мл фотометричного реагенту № 1 і додають 6 мл розчину III. Вміст колби перемішують і витримують 5 хв у темному місці. Потім додають 2 мл

фотометричного реагенту № 2, перемішують і витримують у темному місці 3 хв при 20°C. Світлопоглинання (А) аналізованого розчину вимірюють на фотоелектроколориметрі в кюветі з товщиною поглинаючого світло шару 1 см, щодо розчину порівняння при довжині хвилі 538 нм.

Розчин порівняння готують також як і аналізований, але замість 20 мл безбілкового фільтрату в колбу додають 20 мл дистильованої води.

За графіком (рис. 3) визначають масу нітриту натрію, що залишається в 1 мл фільтрату.

Побудова калібрувального графіка. Для приготування основного розчину нітриту натрію зважують наважку реактиву, що містить точно 1 г нітриту натрію, розчиняють у воді, кількісно переносять у мірну колбу місткістю 500 мл, доводять дистильованою водою до мітки та перемішують.

Для приготування робочого розчину 1 мл основного розчину переносять у мірну колбу місткістю 200 мл, доводять дистильованою водою до мітки та перемішують. З отриманого робочого розчину виготовляють серію стандартних розчинів: 5, 10 і 20 мл робочого розчину піпеткою вносять у три мірні колби місткістю 100 мл, доводять дистильованою водою до мітки та перемішують.

Отримані стандартні розчини містять в 1 мл відповідно 2,5; 5,0 і 10,0 мкг нітриту натрію.

Робочий і стандартні розчини нітриту натрію нестійкі, тому їх виготовляють безпосередньо перед побудовою каліброваного графіка.

Для побудови калібрувального графіка в чотири мірні колби місткістю 100 мл піпеткою вносять: у першу колбу для приготування контрольного розчину 10 мл дистильованої води, а в інші по 10 мл стандартних розчинів, що містять 2,5; 5,0 і 10,0 мкг нітриту натрію в 1 мл розчину.

У кожен колбу додають по 50 мл дистильованої води, по 10 мл фотометричного реагенту № 1 і по 6 мл розчину ІІІ для проведення кольорової реакції. Розчини в колбах перемішують і витримують у темному місці протягом 5 хв. Додають 2 мл фотометричного реагенту № 2 для проведення кольорової реакції, перемішують і витримують 3-10 хв у темному місці при (20±2)°C.

Розчини в колбах доводять дистильованою водою до мітки та перемішують. Вимірюють інтенсивність червоного забарвлення на фотоелектроколориметрі при $\lambda = 538$ нм у кюветі з товщиною поглинаючого світло шару 1 см відносно контрольного розчину.

За отриманими середніми даними із трьох стандартних розчинів на міліметровому папері будують калібрувальний графік. На осі абсцис відкладають концентрацію нітриту натрію (мкг в 1 мл зафарбованого розчину); на осі ординат – відповідну оптичну щільність. Приклад каліброваного графіка наведено на рис. 3.

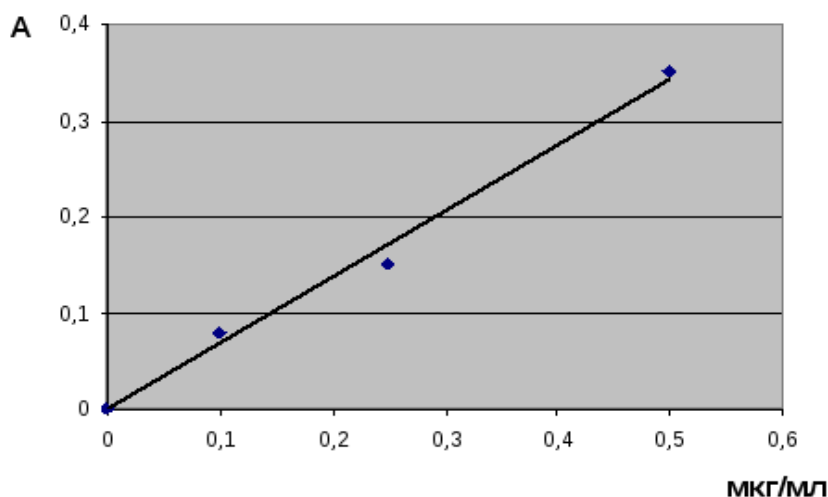


Рис. 3 – Приклад калібрувального графіка для визначення вмісту нітриту натрію.

Масову частку нітриту натрію (x_1) мг, визначають за формулою:

$$x_1 = \frac{m \cdot 200 \cdot 100 \cdot 100}{m_0 \cdot V \cdot 1000},$$

де m – маса NaNO_2 в 1 мл зафарбованого розчину, знайденого за графіком, мкг;

m_0 – маса наважки продукту у, г;

V – об'єм фільтрату, який взятий для фотометричного виміру, мл;

1000 – переведення у міліграми.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне трьох паралельних визначень, припустимі розбіжності між якими не повинні перевищувати 0,2 мкг. Обчислення проводять із точністю до 0,1 мг в 100 г продукту. Після виконання роботи роблять висновок про відповідність масової частки нітриту натрію в ковбасних виробах вимогам державного стандарту.

Завдання: побудувати калібрований графік для визначення вмісту нітриту натрію. Розрахувати масову частку нітриту натрію в приготовлених зразках. Оформити висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Джерела нітратів і нітритів у харчових раціонах.
2. У чому полягає потенційна токсичність нітратів?
3. Які дози нітратів можуть викликати гостре отруєння та летальний результат?
4. Роль нітритів у технології виробництва ковбас, солоних штучних виробів і фаршевих консервів.
5. З якою метою і як будують калібрувальний графік?

Лабораторна робота 9

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВІТАМІНУ С

Мета роботи: ознайомитися з кількісними методами визначення вітамінів.

Досліджуваний матеріал: зразки сирих і варених овочів (морква, картопля, буряк і ін.).

Реактиви: натрієва сіль 2,6-дихлорфеноліндофенолу, 0,001 н розчин; 10 % HCl.

Устаткування: ваги; ступка з пестиком; мірна колба на 100 мл; колба конічна для титрування; лійка з паперовим фільтром; піпетки мірні; бюретка.

Вітаміни – це біологічно активні речовини з відносно низкою молекулярною масою. Вони входять в активні групи двокомпонентних ферментів. При відсутності або недостатній їх кількості в їжі послабляються біохімічні процеси, порушується обмін речовин, що приводить до важких захворювань, а іноді і загибелі організму. Недолік вітамінів приводить до авітамінозам, надлишок їх також шкідливий – виникають порушення процесів обміну – гіпервітамінози.

До вітамінів відносяться кілька десятків різних хімічних сполук. Деякі з них мають аналогічну вітамінну активність, тому їх поєднують у родинні групи, іноді позначувані як один вітамін.

Класифікація вітамінів звичайно заснована на їхній розчинності у воді або жирах.

Чиста кристалічна речовина із протицинготною дією було виділено в 1932 р. Кінгом. Установили, що вона ідентична гексурановій кислоті $C_6H_8O_6$, отриманої чотирма роками раніше із фруктів і овочів. Речовина одержала назву аскорбінової кислоти, після того як була доказана її надзвичайна біологічна активність.

Найбільш характерна хімічна властивість аскорбінової кислоти – її дія, що відновлює, проявляється в зворотному окисненні її до дегідрасполуки $C_6H_6O_6$.

Метод заснований на здатності аскорбінової кислоти відновлювати 2,6-дихлорфеноліндофенол, який у кислому середовищі має червоне забарвлення, а при відновленні знебарвлюється, у лужному середовищі фарбування синє. Тому що вітамін С – сполука нестійка, особливо в нейтральному і лужному середовищах, досліджуваний розчин титрують у кислому середовищі лужним розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу до появи рожевого забарвлення.

Хід роботи

Визначення вітаміну С у капусті: Наважку капусти близько 1 г, зважену з точністю до 0,01 г, розтирають у ступці з 2 мл 10 % HCl, доливають 8 мл води та фільтрують. На титрування беруть піпеткою 2 мл фільтрату в конічну колбу на 100 мл, додають 10 капель HCl і титрують розчином 2,6-

дихлорфеноліндофенолу до рожевого забарвлення, стійкого протягом 30 секунд;

Визначення вітаміну С у картоплі: Наважку картоплі близько 5 г, зважену з точністю до 0,01 г розтирають у ступці з 20 краплями 10 % НСІ. Поступово вливають у ступку 15 мл дистильованої води, постійно помішуючи. Отриману масу кількісно переносять у конічну колбу на 100 мл і титрують 0,001 н розчином 2, 6-дихлорфеноліндофенолу до рожевого забарвлення, стійкого протягом 30 секунд.

Розрахунки ведуть за формулою:

$$X = \frac{0,088 \cdot U \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot m_{\text{нав}}}, \text{ мг/100 г продукту}$$

де 0,088 – титр 0,001 н розчину титранту за аскорбіноювою кислотою, мг/мл;

V_1 – об'єм витяжки;

V_2 – аліквота витяжки, узята на титрування, мл;

$m_{\text{нав}}$ – маса наважки, г.

Завдання: Отримані значення внести в таблицю 8, оформити висновки по роботі.

Таблиця 8 – Кількісне визначення вітаміну С у овочах

Найменування продукту	Кількість вітаміну С у зразках сирих овочів	Кількість вітаміну С у зразках варених овочів

Контрольні питання

1. Що таке вітаміни?
2. Яка потреба організму у вітамінах і від чого вона залежить?
3. У чому полягає механізм дії вітамінів?
4. Класифікація вітамінів.

Список літератури

1. Артемьева Е.П., Соколов В.Н. Правила техники безопасности в химической лаборатории. – Екатеринбург: УрГУПС, 2014.
2. Криштафович В.И., Колобов С.В. Методы и техническое обеспечение контроля качества (продовольственные товары): учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: Дашков и К, 2008. – 124 с
3. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А.; под общей ред. А.П. Нечаева. Пищевая химия. – 2-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
4. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов [Электронный ресурс] / И.А. Рогов, Н.И. Дунченко, В.М. Позняковский, А.В. Бердугина, С.В. Купцова. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 228 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

5. Никифорова Т.Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учеб. пособие. – ГОУ ВПО «Иван. гос. хим.-технолог. ун-т.». Иваново, 2007. – 132 с.
6. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище: практическое руководство по санитарно-эпидемиологическому надзору. – Спб.: ГИОРД, 2004. – 280 с.
7. Тарасенко Є.В., Костюк В.С. Методи контролю харчових виробництв. К.: КНТУ, 2002. – 133 с.
8. Маюрникова Л.А. Пищевые и биологически активные добавки. Практикум. Кемерово: КемТИПП, 2006. – 61с.
9. Галидуллаев С.И., Иванов Е.В., Николаева С.Л., Силькова В.П. Товар и экспертиза продовольственных товаров: Учебное пособие. – СПб: Альфа, 2000. – 432 с.
10. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: учеб. пособие для вузов / Я. И. Коренман, Р. П. Лисицкая. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2002. – 408 с.
11. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
12. Вытовтов А.А., Грузинов Е.В., Шленская Т.В. Физико-химические свойства и методы контроля качества товаров: учеб. пособие. – СПб.: Профессия, 2009. – 176 с.
13. Щербаков В.Г. Биохимия растительного сырья. –М.: Колос, 1999.– 376 с.
14. Чиркин А.А. Практикум по биохимии: учеб. пособие.–Минск: Новое знание, 2002. –512с
15. Бутенко Л.И., Подгорная Ж.В. Исследования антоцианового комплекса ягод, прошедших криообработку // Успехи современного естествознания. Химические науки. No 11.2016. С. 478-481. URL: <https://natural-sciences.ru/pdf/2016/11/36176.pdf>
16. Дейнека Л.А., Блинова И.П., Чулков А.Н., Саенко И.И., Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н. Метод экстракции и очистки антоцианов из плодов аронии черноплодной. // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина. Фармация. 2012. No.10 (129). Вып. 18/2. С. 60-64.
17. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов: учебник для вузов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
18. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36106/1/978-5-7996-1568-0_2015.pdf

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	4
Лабораторна робота № 1. Визначення якості харчових продуктів.....	6
Лабораторна робота № 2. Визначення вмісту органічних кислот у продуктах харчування.....	10
Лабораторна робота № 3. Визначення активної кислотності.....	14
Лабораторна робота № 4 Фракціонування білків різної природи за розчинністю	16
Лабораторна робота № 5 Визначення масової частки сірчистої кислоти	20
Лабораторна робота № 6 Фотометричний аналіз вмісту фарбуючих речовин у розчинах барвників.....	22
Лабораторна робота № 7. Визначення вмісту таніну в чаю.....	26
Лабораторна робота № 8. Визначення нітриту натрію фотометричним методом.....	29
Лабораторна робота № 9. Кількісне визначення вітаміну С.....	32
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	33

Навчальне видання
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з курсу
«Експертиза та безпека продукції виробництв харчових добавок»
для студентів спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Українською мовою

Укладачі: ОВСЯННІКОВА Тетяна Олександрівна
ЖИРНОВА Світлана Вікторівна
ЛАРІНЦЕВА Надія Вікторівна
ЧАПЛИГІНА Олена Миколаївна
ШКОЛЬНІКОВА Тетяна Василівна

Відповідальний за випуск *В.В. Анан'єва*

Роботу до видання рекомендовано *Л.В. Кричківською*
В авторській редакції

Підписано до друку 26.04.2021 р. Формат 60 × 90/16.
Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний.
Друк – цифровий. Ум. друк. арк. 2,25.
Наклад 100 прим. Зам. № 21.05.

Надруковано у ФЛ-П Черняк Л.О.
61002, м. Харків, вул. Багалія, 16
Свідоцтво № 24800000000079553 від 16.05.2007 р.