

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

**АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ
І ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Укладачі : М.М. Воробець, І.М. Кобаса, В.В. Дійчук,
А.В. Сачко, Л.Д. Водянка

Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2019

УДК 543:[502.175+641](076.5)

А 64

*Друкується за ухвалою редакційно-видавничої ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича*

А 64 Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування : метод. реком. до лабор. робіт / уклад. .: – Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. – 56 с.

Видання містить рекомендації до низки лабораторних робіт спецкурсу Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування для студентів спеціальності 102 Хімія.

Можуть бути корисні студентам спеціальностей 181 Харчові технології, 014.06 Середня освіта (хімія) та для учнів Малої Академії Наук України.

УДК 543:[502.175+641](076.5)

© М.М. Воробець, І.М. Кобаса, В.В. Дійчук,
А.В. Сачко, Л.Д. Водянка, 2019

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2019

ВСТУП

Піклування про здоров'я населення, збереження генофонду, безпека продовольчої сировини та харчових продуктів – пріоритетні напрямки розвитку сучасного суспільства.

Забруднення навколишнього середовища та харчових продуктів – одна з причин того, що середня тривалість життя населення України скорочується, а смертність перевищує народжуваність. Тому проблема визначення показників якості та безпеки продуктів харчування, розробка методів досконалого їх контролю надзвичайно актуальна.

Методичні рекомендації містять вказівки до низки лабораторних робіт, запланованих спецкурсу Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування. Мета видання – допомогти студентам, які навчаються за спеціальністю 102 Хімія набути практичних навичок володіння сучасними методиками та методами контролю природних об'єктів і харчових продуктів, ознайомити з вимогами діючих нормативних документів щодо якості та безпеки навколишнього середовища та продуктів харчування.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Лабораторна робота 1

ВИЗНАЧЕННЯ рН ВОДИ

рН води – один із найважливіших робочих показників її якості, який визначає перебіг хімічних і біологічних процесів у воді. Залежно від рівня рН воду можна умовно поділити на кілька груп: сильно кисла ($\text{pH} < 3$); кисла ($\text{pH} - 3 \div 5$); слабо кисла ($\text{pH} - 5 \div 6,5$); нейтральна ($\text{pH} - 6,5 \div 7,5$); слабо лужна ($\text{pH} - 7,5 \div 8,5$); лужна ($\text{pH} - 8,5 \div 9,5$); сильно лужна ($\text{pH} > 9,5$) вода.

Зазвичай значення рН перебуває в межах, за яких він не впливає на споживчі якості води, але за низького рН вода має високу корозійну активність, за високого – «милкість», неприємний запах, подразливі властивості. Тому для води систем централізованого та нецентралізованого питного водопостачання оптимальним вважається рівень рН $6,5 \div 8,5$ [1].

Найзручніший і найточніший метод визначення рН вод – використання рН-метра. Можна скористатися універсальним індикаторним папірцем і за кольоровою шкалою визначити величину значення рН.

Ще один спосіб – використання різних кислотно-основних індикаторів, які змінюють своє забарвлення за різних значень рН. Знаючи інтервал рН зміни кольору кількох індикаторів, можна досить точно визначити рН води.

Матеріали, реактиви й обладнання: пробірки; вимірювальні циліндри; розчини індикаторів; склянки; фільтрувальний папір; вода дистильована; зразки досліджуваної води.

Хід визначення

Налийте $5 \div 10$ см³ досліджуваної води у пробірки і додайте $1 \div 2$ краплі розчину певного індикатора (див. табл. нижче). Спостерігайте за зміною забарвлення. Користуючись таблицею, де наведені основні рН-індикатори, інтервали їх переходу та забарвлення, визначте рН зразків досліджуваної води.

Зміна забарвлення рН-індикаторів

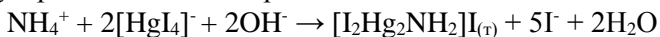
Індикатор	Інтервал рН	Зміна кольору
Пікринова кислота	0,1÷1,3	Безбарвний – жовтий
Кристалічний фіолетовий 1	0,13÷0,5	Жовтий – зелений
Кристалічний фіолетовий 2	1,0÷1,5	Зелений – синій
Кристалічний фіолетовий 3	2,0÷3,0	Синій – фіолетовий
Крезоловий червоний 1	0,2÷1,8	Червоний – жовтий
Крезоловий червоний 2	7,0÷8,8	Жовтий – пурпуровий
Метиловий жовтий	2,9÷4,0	Червоний – оранжево-жовтий
Бромфеноловий синій	3,0÷4,6	Жовтий – фіолетово-синій
Метиловий оранжевий	3,0÷4,4	Червоний – оранжево-жовтий
2,5-Динітрофенол	4,0÷5,8	Безбарвний – жовтий
Метиловий червоний	4,4÷6,2	Червоний – жовтий
Алізариновий червоний	5,0÷6,6	Жовтий – фіолетово-червоний
Бромтимоловий синій	6,0÷7,5	Жовтий – синій
Фенолфталеїн	8,2÷10,0	Безбарвний – рожевий
Тимолфталеїн	9,3÷10,5	Безбарвний – синій
Алізариновий жовтий R	10,0÷12,0	Жовтий – оранжево-червоний
Алізарин	11,0÷13,0	Рожевий – фіолетовий
Фуксинова кислота	12,0÷14,0	Яскраво-червоний – безбарвний

Лабораторна робота 2

ВИЗНАЧЕННЯ НІТРОГЕНУ АМОНІЙНИХ СОЛЕЙ

Нітроген – один із основних компонентів живих організмів. У природі постійно відбувається кругообіг сполук Нітрогену за участю численних процесів у живій і неживій природі. Найпоширеніші джерела забруднення природних вод амоніаком – тваринницькі ферми, нітратами – поверхневі води з полів та стічні води хімічних виробництв.

Нітрогеновмісні сполуки спричинюють бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей і порушення функціонування водних екосистем. Метод базується на утворенні комплексної сполуки червоно-коричневого кольору під час взаємодії йона амонію чи амоніаку з реактивом Несслера:



2.1. Нанівкілкісний метод:

Матеріали, реактиви й обладнання: пробірки; вимірювальні циліндри; піпетки; гумова груша; вода дистильована; зразки досліджуваної води, сегнетова сіль (калій-натрій виннокислий) (*приготування:* 500 г сегнетової солі попередньо розтертої в ступці, розчинити при нагріванні у дистильованій воді і довести нею до 1 дм³, потім додати 50 см³ розчину реактиву Несслера для видалення амоніаку, залишити відстоятися протягом доби, потім зробити пробу на повноту осадження амоніаку цим реактивом), реактив Несслера (до 45,5 г HgI₂ додати 34,3 г KI у невеликому об'ємі води, 146 см³ 50 %-го розчину KOH, розбавити розчин до 1 дм³, зберігати у склянці з темного скла).

Хід визначення

Налийте у пробірку 10 см³ досліджуваної води. Додайте 0,3 см³ 50%-го розчину сегнетової солі, яка запобігає появі білого осаду Mg(OH)₂, який перешкоджає аналізу (йонів Магнію завжди є у воді невелика кількість). Додайте 0,5 см³ реактиву Несслера. Залишіть пробірку в штативі на 10 хв. Визначте вміст амоніаку у воді за таблицею:

Шкала для визначення амоніаку у воді

Забарвлення		Масова концентрація амоніаку, мг/дм ³
При розгляданні збоку	При розгляданні зверху	
Немає	Немає	0,04
Немає	Ледь помітне	0,08
Ледь помітне	Світло-жовте	0,2
Світло-жовте	Жовтувате	0,4
Світло-жовте	Світло-жовте	0,8
Світло-жовте	Жовте	2,0
Жовте	Інтенсивно жовто-буре	4,0

2.2. Кількісний фотоколориметричний метод

Чутливість методу визначення амоніаку дорівнює 0,05 мг/дм³. Без розбавлення можна визначити не більше 4 мг NH₄⁺ в 1 дм³ води.

Безпосередньо визначенню амоніаку у воді без його відгонки перешкоджає велика кількість речовин. За наявності амінів, хлорамінів, ацетону, альдегідів, спиртів та деяких інших органічних речовин, які взаємодіють із реактивом Несслера, визначення амоніаку без відгонки неможливе. Тому потрібна попередня підготовка проби води до аналізу.

Твердість води усувають додаванням сегнетової солі або трилону Б; залізо, сульфідів та каламутність води усувають за допомогою солі Цинку (до 100 см³ проби додають 1 см³ розчину ZnSO₄ (ZnSO₄·7H₂O 100 г/дм³), суміш перемішують з 25 %-м розчином NaOH чи KOH, доводять рН за допомогою рН-метра до 10,5; утворений осад відокремлюють фільтруванням через скляний фільтр або центрифугуванням, при цьому збільшується об'єм розчину, який необхідно взяти до уваги під час розрахунків.

Вплив хлору усувають додаванням розчину натрій тіосульфату або натрій арсеніту (розчиняють 3,5 г Na₂S₂O₃·5H₂O або 1,0 г Na₃AsO₃ в 1 дм³ дистильованої води). Для відновлення 0,5 мг хлору достатньо 1 см³ одного з названих розчинів.

Амоніак відганяють із слабколужного середовища, яке забезпечують додаванням фосфатного буферного розчину до рН=7,4 або розчину NaOH. Під час аналізу вод зі вмістом білкових або інших речовин, які виділяють амоніак, використовувати NaOH не можна. Залежно від вмісту амоніаку в пробі для його поглинання використовують сульфатну або борну кислоти. Кількість H₂SO₄, витраченої на нейтралізацію переганого амоніаку, визначають зворотним титруванням розчином NaOH. Якщо для поглинання амоніаку використовувати борну кислоту, відігнаний амоніак визначають прямим титруванням H₂SO₄.

Фотометричне визначення амоніаку в дистилаті з реактивом Несслера проводять за концентрації меншій ніж 0,01 мг/дм³; за більших концентрацій використовують титриметричний метод.

Перед відгонкою амоніаку вільний хлор відновлюють натрій тіосульфатом або натрій арсенітом. Леткі органічні сполуки видаляють кип'ятінням підкисленої проби води.

Матеріали, реактиви й обладнання: фотоелектроколориметр; вимірювальні колби місткістю 50, 100 і 1000 см³; градуйовані піпетки місткістю 5 і 10 см³; ваги технічні лабораторні та терези аналітичні; мензурка на 50 см³; 0,1 моль/дм³ розчин реактиву Несслера (до 45,5 г меркурій йодиду HgI₂ додають 34,3 г KI у невеликому об'ємі води, 146 см³ 50 %-го розчину КОН, розбавляють розчин до 1 дм³, зберігають у склянці з темного скла);

основний стандартний розчин: 1,0 см³ містить 1,0 мг NH₄⁺ (2,9717 г NH₄Cl переносять у вимірювальну колбу місткістю 1,0 дм³, розчиняють у дистильованій воді і доводять нею об'єм розчину до позначки);

робочий стандартний розчин: 1,0 см³ містить 10,0 мкг NH₄⁺ (готують розбавленням основного робочого розчину: 10,0 см³ основного робочого розчину переносять у вимірювальну колбу на 1,0 дм³ і доводять об'єм до позначки дистильованою водою, ретельно перемішують).

Хід визначення

У вимірювальну колбу місткістю 50 см³ внесіть певний об'єм (20 або 40 см³) досліджуваної води, за допомогою піпетки додайте 1 см³ реактиву Несслера, доведіть об'єм дистильованою водою до позначки і ретельно перемішайте. Через 3 хв виміряйте оптичну густину розчину за допомогою фотоелектроколориметра, використовуючи синій світлофільтр ($\lambda=400\div 430$ нм) і кювети з товщиною поглинального шару 50 мм.

Масу NH₄⁺ визначте за градуювальним графіком.

Побудова калібрувального графіка. У вимірювальні колби місткістю 50 см³ за допомогою градуйованої піпетки внесіть 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; і 4,0 см³ робочого стандартного розчину, що відповідає 5, 10, 20, 30 і 40 мкг NH₄⁺, додайте по 30÷40 см³ дистильованої води, по 1 см³ реактиву Несслера. Далі дійте як зазначено вище, побудуйте градуювальний графік у координатах: оптична густина – кількість NH₄⁺, мкг.

Масову концентрацію NH₄⁺ (X) обчисліть за формулою:

$$X = \frac{m \cdot 1000}{V}, \text{ мкг/дм}^3,$$

де m – маса NH₄⁺ в пробі, визначена за графіком, мкг; V – об'єм досліджуваної води, взятий для аналізу, см³.

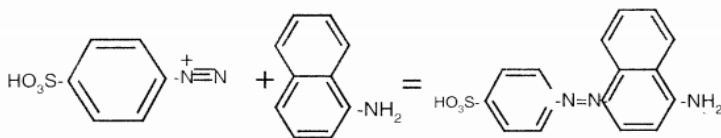
Лабораторна робота 3

ВИЗНАЧЕННЯ НІТРОГЕНУ НІТРИТНОГО

Нітрити визначають фотометричним методом за допомогою реактиву Грісса (суміш сульфанілової кислоти і α -нафтиламіну). Нітрити – нестійкі сполуки, тому їх знаходять одразу після відбору проб води або проби консервують додаванням 1 см^3 концентрованої H_2SO_4 чи $2\div 4\text{ см}^3$ хлороформу на 1 дм^3 води. Можна також охолоджувати пробу досліджуваної води до $3\div 4\text{ }^\circ\text{C}$.

У кислому розчині нітрити взаємодіють з первинними амінами з утворенням солей діафонію. При подальшому їх сполученні з ароматичними сполуками, які містять аміні та гідроксогрупи, утворюється азобарвник, концентрацію якого визначають фотометричним методом.

Для визначення нітрит-іонів у водах запропоновано метод, який ґрунтується на діазотуванні сульфанілової кислоти наявними у воді нітритами з наступною взаємодією утвореної солі діафонію з α -нафтиламіном, що призводить до утворення червоно-фіолетового барвника:



3.1. Напівкількісний метод

Матеріали, реактиви й обладнання: пробірки; вимірювальні циліндри; піпетки; гумова груша; маленький скляний шпатель; вода дистильована; зразки досліджуваної води; ацетатна кислота – 10 %-ний розчин (до 100 см^3 льодяної ацетатної кислоти додають 900 см^3 дистильованої води); реактив Грісса (суміш α -нафтиламіну і сульфанілової кислоти) сухий.

Хід визначення

Налийте у пробірку 5 см^3 досліджуваної води. Додайте $0,5\text{ см}^3$ 10 %-го розчину ацетатної кислоти та на кінчику скляного шпателя невелику кількість сухого реактиву Грісса.

Нагрійте суміш на водяній бані за температури $60\div 70^{\circ}\text{C}$ упродовж 5 хв. За наявності нітрит-іонів розчин забарвлюється у рожевий колір. Приблизний вміст нітрит-іонів у досліджуваних зразках води визначте за таблицею:

Визначення вмісту нітритів за забарвленням розчину

Забарвлення		Масова концентрація нітритів, мг/дм ³
При розгляданні збоку	При розгляданні зверху	
Немає	Немає	0,001
Ледь помітне рожеве	Помітне рожеве	0,002
Дуже світле рожеве	Блідо-рожеве	0,004
Блідо-рожеве	Світло-рожеве	0,02
Світло-рожеве	Рожеве	0,03
Рожеве	Світло-червоне	0,04
Яскраво-червоне	Червоне	0,07
Червоне	Яскраво-червоне	0,4

3.2. Кількісний фотоколориметричний метод

Матеріали, реактиви й обладнання: фотоелектроколориметр; вимірювальні колби на 100 і 1000 см³; піпетки на 1, 50, 100 см³; ваги технічні лабораторні та терези аналітичні; мензурка на 100 см³; гумова груша; сульфанілова кислота, 0,6%-й розчин у розчині ацетатної кислоти з концентрацією 4,4 моль/л; α -нафтиламін, 0,6 %-ний розчин у розчині ацетатної кислоти з концентрацією 4,4 моль/л; висушений NaNO_2 ; дистильована вода;

основний стандартний розчин: 1,0 см³ містить 1,0 мг NO_2^- (на аналітичних терезах відважують попередньо висушеного NaNO_2 1,4970 г. Кількісно переносять у вимірювальну колбу місткістю 1 дм³, розчиняють у невеликій кількості дистильованої води і доводять нею до позначки, ретельно перемішують);

робочий стандартний розчин: 1,0 см³ містить 0,1 мг NO_2^- (за допомогою піпетки у вимірювальну колбу місткістю 1,0 дм³ переносять 100 см³ основного стандартного розчину і доводять дистильованою водою до позначки, перемішують. Розчин використовують щойно приготовлений).

Хід визначення

У вимірювальну колбу на 100 см³ за допомогою піпетки внесіть 50 см³ відфільтрованої проби досліджуваної води, додайте 1 см³ сульфанілової кислоти і ретельно перемішайте.

Через 5 хв додайте 1 см³ розчину α -нафтиламіну, перемішайте, доведіть водою до позначки, знову перемішайте і виміряйте оптичну густину отриманого розчину за довжини хвилі 520 нм (синьо-зелений світлофільтр) і кювети з товщиною поглинального шару 30 мм. За допомогою градуювального графіка визначте вміст нітрит-іонів.

Побудова калібрувального графіка. У вимірювальні колби місткістю 100 см³ за допомогою піпетки внести 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 і 6,0 см³ робочого стандартного розчину Далі діяти як зазначено вище і побудувати градуювальний графік у координатах: оптична густина – кількість NO₂⁻, мг.

Масову концентрацію нітритів C_x (мг/дм³) або молярну концентрацію C_y (ммоль/дм³) обчисліть за формулами:

$$C_x = \frac{a \cdot 1000}{V}, \text{ мг/дм}^3; \quad C_y = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot M}, \text{ ммоль/дм}^3;$$

де a – кількість NO₂⁻, визначена за графіком, мг; V – об'єм проби, см³; M – молярна маса еквівалента нітрит-іонів.

Лабораторна робота 4

ВИЗНАЧЕННЯ НІТРОГЕНУ НІТРАТНОГО

У сульфатному середовищі нітрат-іони утворюють із саліцилатам натрію суміш 3- та 5-нітросаліцилові кислоти, солі яких у лужному середовищі мають жовте забарвлення.

Чутливість фотометричного визначення за цією реакцією дорівнює 0,1 мг/дм³ NO₃⁻.

4.1. Нанівкількісний метод

Визначення проводять саліциловим методом. Саліцилова кислота за наявності нітратів у кислому середовищі переходить у нітропохідні феноли, які утворюють із лугом сполуки, забарвлені у жовтий колір. Колориметрування проводять за допомогою шкали сумішей калій дихромату і кобальт хлориду, які імітують жовте забарвлення нітрофенолів.

Матеріали, реактиви й обладнання: пробірки; вимірювальні циліндри; піпетки; гумова груша; вода дистильована; зразки досліджуваної води; порцелянові чашки; скляні палички; 0,01 н розчин K_2CrO_4 ; 1 %-й розчин $CoCl_2$; 10 %-й розчин саліцилової кислоти; 30 %-й розчин $NaOH$; концентрована H_2SO_4 ($\rho=1,84$ г/см³).

Хід визначення

За допомогою піпетки перенесіть 1 см³ досліджуваної води у порцелянову чашку і на водяній бані випаруйте досуха, не допускаючи прожарювання (за рН<7 воду необхідно підлужнити). Після охолодження до сухого залишку додайте 3 краплі розчину саліцилової кислоти і 0,5 см³ концентрованої H_2SO_4 .

Сухий залишок старанно розітріть скляною паличкою по всій поверхні випаруваного залишку. Залишіть на 5 хв, потім додайте 5 см³ дистильованої води і 3 см³ 30 %-го розчину $NaOH$. Вміст чашки ретельно перемішайте, перенесіть до пробірки з міткою на 10 см³, після чого долийте до позначки дистильовану воду і знову перемішайте. Отриманий розчин порівняйте зі стандартним, користуючись приготовленою шкалою.

Приготування стандартної шкали. У вимірювальні колби ємністю 50 см³ вносять 0,01 н розчину калій хромату K_2CrO_4 і 1 % розчину кобальт хлориду $CoCl_2$ у кількостях, вказаних у таблиці, після чого доливають до позначки дистильованою водою.

Шкала для визначення нітратного нітрогену

0,01н K_2CrO_4 , см ³	1 % $CoCl_2$, см ³	Відповідає за забарвленням кількості нітратів, мг/дм ³
0,87	0,25	0,2
1,75	0,50	0,4
2,25	0,50	0,6
3,00	0,50	0,8
3,75	0,75	1,0
6,00	0,75	2,0
9,00	1,00	3,0
11,00	1,00	4,0
16,50	-	6,0
20,00	-	8,0
24,00	-	10,0

4.2. Кількісний фотоколориметричний метод

Матеріали, реактиви й обладнання: фотоелектроколориметр; вимірювальні колби місткістю 50 і 1000 см³; піпетки на 1,0 і 10,0 см³; ваги технічні лабораторні та терези аналітичні; гумова груша; порцелянові чашки; 0,5 %-й розчин натрій саліцилату; концентрована сульфатна кислота H₂SO₄ (ρ=1,84 г/см³); висушений NaNO₃; 30 % розчин NaOH, дистильована вода;

основний стандартний розчин: 1,0 см³ містить 1,0 мг NO₃⁻ (на аналітичних терезах відважують попередньо висушений NaNO₃ 0,7295 г. Кількісно переносять у вимірювальну колбу місткістю 1,0 дм³, розчиняють у невеликій кількості дистильованої води і доводять нею до позначки, ретельно перемішують);

робочий стандартний розчин: 1,0 см³ містить 0,01 мг NO₃⁻ (за допомогою піпетки у вимірювальну колбу місткістю 1,0 дм³ переносять 10,0 см³ основного стандартного розчину і доводять дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують. Розчин використовують щойно приготовлений).

Хід визначення

У порцеляновій чашці до 10 см³ досліджуваної води додайте 1 см³ щойно приготованого 0,5 %-го розчину натрій саліцилату і випаруйте досуха на водяній бані. Після охолодження до сухого залишку додайте 1 см³ концентрованої H₂SO₄. Сухий залишок розітріть скляною паличкою по усій поверхні випаруваного залишку і залишіть на 5÷10 хв. Потім додайте 5 см³ дистильованої води. Вміст чашки ретельно перемішайте, кількісно перенесіть у вимірювальну колбу на 50 см³ і додайте 7 см³ розчину NaOH. Після охолодження доведіть об'єм дистильованою водою до позначки, ретельно перемішайте і виміряйте оптичну густину за довжини хвилі 410 нм у кюветі з товщиною шару, оптична густина якого не перевищувала б 1,5. Розчин порівняння – дистильована вода. Від визначених значень оптичної густини відніміть величину оптичної густини контрольної проби, приготовленої таким самим способом з дистильованою водою. За градувальним графіком визначте вміст нітрат-іонів.

Побудова калібрувального графіка. Приготуйте стандартні розчини, які містять 0; 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,10 та 0,20 мг NO₃⁻. Для цього відберіть 0; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 і 20,0 см³ робочого

стандартного розчину NaNO_3 з концентрацією $0,01 \text{ мг/дм}^3 \text{ NO}_3^-$ і доведіть дистильованою водою або випаруйте приблизно до 10 см^3 . Далі дійте як зазначено вище, побудуйте градувальний графік у координатах: оптична густина – кількість NO_3^- , мг.

Масову концентрацію нітрат-іонів C_x або молярну концентрацію C_y обчисліть за формулами:

$$C_x = \frac{a \cdot 1000}{V}, \text{ мг/дм}^3; \quad C_y = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot M}, \text{ ммоль/дм}^3;$$

де a – кількість нітрат-іонів, визначена за градувальним графіком, мг; V – об'єм проби досліджуваної води, см^3 ; M – молярна маса еквівалента NO_3^- , $M(\text{NO}_3^-) = 62,004$.

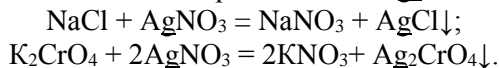
Лабораторна робота 5

ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРИДІВ

Хлорид-іони зумовлюють солоність морських та океанічних вод, а також солоних озер; у прісних водоймах хлориди за вмістом посідають третє місце після гідрокарбонат- і сульфат-іонів. Вміст хлоридів у водах – важлива екологічна характеристика, оскільки різні види організмів пристосовані до життя у воді з певною солоністю.

Більшість рослин зазнає стресу і гине за збільшення солоності ґрунтових вод (хоча картоплю, коли висота стебла сягає 20 см, рекомендують для підвищення врожайності один раз полити розчином кухонної солі – 800 г на відро води).

Найчастіше хлориди визначають титриметричним методом Мора, який базується на осадженні хлорид-іонів розчином аргентум нітрату AgNO_3 за наявності калій хромату K_2CrO_4 як індикатора. Під час титрування AgNO_3 спочатку утворюється осад AgCl білого кольору. Коли всі хлорид-іони осаджені, при подальшому додаванні AgNO_3 утворюється цегляно-червоний осад Ag_2CrO_4 :



Визначенню хлоридів перешкоджають: колір і каламутність води, ціаніди, сульфіти, тиосульфати, катіони Феруму, а також фосфати з концентрацією $>25 \text{ мг/дм}^3$, оскільки вони осаджуються у вигляді аргентум фосфату.

5.1. Напівкількісний метод

Матеріали, реактиви й обладнання: пробірки; зразки досліджуваної води; аргентум нітрат AgNO_3 10 %-й розчин, підкислений нітратною кислотою (10 г AgNO_3 розчиняють у 90 cm^3 дистильованої води і додають 1÷2 краплі нітратної кислоти).

Хід визначення

У пробірку налийте 5 cm^3 досліджуваної води, додайте 3 краплі 10 %-го розчину AgNO_3 і збовтайте. Приблизний вміст хлорид-іонів визначте, використовуючи таблицю:

Визначення вмісту хлорид-іонів

Характеристика осаду або помутніння	Вміст хлоридів, мг/дм ³
Слабке помутніння	до 10
Сильне помутніння	від 10 до 50
Поява осаду	від 50 до 100
Білий об'ємний осад	>100

5.2. Кількісний титриметричний метод

Матеріали, реактиви й обладнання: колба для титрування, штатив, бюретка, лійка, піпетки на 50 cm^3 ; зразки досліджуваної води; індикатор – 5%-й розчин K_2CrO_4 (відважують 5 г K_2CrO_4 і розчиняють у 95 cm^3 дистильованої води);

стандартний розчин аргентум нітрату 0,05 н (2,125 г AgNO_3 зважують на технічних вагах, переносять у вимірювальну колбу на 250 cm^3 , розчиняють у дистильованій воді і доводять нею до позначки, ретельно перемішують).

Розчин AgNO_3 зберігають у темних склянках або посуді, обгорнутому чорним папером. Точну концентрацію робочого розчину AgNO_3 встановлюють за стандартним розчином NaCl (готують з фіксаналу або з наважки: 0,7305 г NaCl зважують на аналітичних терезах, кількісно переносять у вимірювальну колбу на 250 cm^3 , розчиняють і доводять до позначки дистильованою водою).

Хід визначення

За допомогою піпетки перенесіть 50 cm^3 досліджуваної води у колбу для титрування, додайте 3÷4 краплі індикатора – 5%-го розчину K_2CrO_4 . Титруйте робочим розчином AgNO_3 до появи рожево-цегляного забарвлення.

Вміст хлоридів визначте за формулою:

$$m_{Cl} = \frac{N_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot E_{Cl} \cdot 1000}{V}, \text{ мг/дм}^3$$

де V_{AgNO_3} – об'єм розчину $AgNO_3$, витраченого на титрування, $см^3$;
 N_{AgNO_3} – нормальність розчину $AgNO_3$; E_{Cl} – моль-еквівалент хлорид-іонів; V – об'єм досліджуваної води, $см^3$.

Лабораторна робота 6

ВИЗНАЧЕННЯ ФЕРУМУ

Ферум – другий за поширеністю елемент у земній корі, тому у водойми він потрапляє з материнської породи та ґрунту. Значна кількість Ферум (II) є у підземних водах у формі ферум (II) гідрокарбонату. При попаданні у відкриті водойми гідрокарбонат втрачає CO_2 , а карбонат гідролізує з утворенням $Fe(OH)_2$, який, реагуючи з розчиненим у воді киснем, утворює $Fe(OH)_3$, а потім Fe_2O_3 . Отже, у воді можуть бути сполуки Феруму (II) і Феруму (III).

6.1. Напівкількісний метод

Основою визначення є взаємодія у сильноокислому середовищі (щоб запобігти гідролізу) йонів Fe^{3+} з тіоціанат-іонами з утворенням роданідних комплексів червоного забарвлення різної інтенсивності.

Матеріали, реактиви й обладнання: пробірки, піпетки на 10 см^3 ; зразки досліджуваної води, амоній тіоціанат NH_4CNS (або $KCNS$) – 50 %-й розчин (50 г розчиняють у 50 см^3 дистильованої води); концентрована хлоридна кислота HCl ; гідроген пероксид; калій (або амоній) персульфат $K_2S_2O_8$ кристалічний.

Хід визначення

За допомогою піпетки у пробірку внесіть 10 см^3 досліджуваної води, додайте 2 краплі концентрованої HCl і декілька кристалів амоній (калій) персульфату. Після перемішування додайте $0,2 \text{ см}^3$ (4 краплі) розчину амоній (калій) тіоціанату. Визначте приблизний вміст йонів Fe^{3+} за інтенсивністю отриманого забарвлення, користуючись таблицею:

Визначення вмісту Феруму (III)

Забарвлення		Вміст Fe(III), мг/дм ³
При розгляданні збоку	При розгляданні зверху	
Немає	Немає	<0,05
Ледь помітне жовтувато-рожеве	Дуже слабе жовтувато-рожеве	0,1
Дуже слабе жовтувато-рожеве	Слабе жовтувато-рожеве	0,25
Слабе жовтувато-рожеве	Жовтувато-рожеве	0,5
Світле жовтувато-рожеве	Дуже жовтувато-рожеве	1,0
Дуже жовтувато-рожеве	Жовтувато-рожеве	2,0
Світле жовтувато-червоне	Яскраво-червоне	5,0

6.2. Кількісний фотоколориметричний метод

Під час взаємодії йонів Fe^{3+} з тіоціанат-іонами залежно від числа адендів (від 1 до 6) утворюються різні комплекси: $Fe(CNS)^{2+}$, $Fe(CNS)_2^+$, $Fe(CNS)_3$, $[Fe(CNS)_4]^-$, $[Fe(CNS)_5]^{2-}$, $[Fe(CNS)_6]^{3-}$. Щоб склад комплексів був однаковий необхідна умова – добавляти до стандартного і досліджуваного розчинів однакову кількість реактиву. Для запобігання гідролізу солей Ферум (III) середовище має бути кислим.

Матеріали, реактиви й обладнання: фотоелектроколориметр; зразки досліджуваної води; дистильована вода; піпетки; гумові груші; фільтрувальний папір; вимірювальні колби місткістю 50 см³ (6 шт.); нітратна кислота HNO_3 (1:1); сульфатна кислота H_2SO_4 (1:5); амоній тіоціанат NH_4CNS , розчин з концентрацією 5 моль/дм³ (37,0 г переносять у вимірювальну колбу місткістю 100 см³, розчиняють у невеликій кількості дистильованої води і доводять нею об'єм до позначки);

стандартний розчин солі Феруму (III): 1,0 см³ містить 1,0 мг Fe^{3+} (0,8640 г галуна $Fe_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$ відважують на аналітичних терезах, кількісно переносять у вимірювальну колбу місткістю 1,0 дм³ і розчиняють приблизно у 250 см³ дистильованої води, додають 20,0 см³ сульфатної кислоти (1:5) і доводять дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують).

Хід визначення

Побудова калібрувального графіка. У низку вимірювальних колб місткістю 50 см³ (6 шт.) за допомогою піпетки внесіть 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 см³ стандартного розчину солі Ферум (III), додайте у кожен по 3 см³ розчину HNO₃ (1:1) і по 5 см³ розчину амоній тіоціанату концентрацією 5 моль/дм³. Унаслідок швидкого забарвлення виготовлених розчинів амоній тіоціанат потрібно додавати в колби безпосередньо перед вимірюванням. Отриманий розчин розведіть до позначки дистильованою водою, перемішайте і виміряйте інтенсивність забарвлення, використовуючи світлофільтр з областю пропускання 450÷500 нм (синій світлофільтр) і кювети з товщиною поглинального шару 10,0 мм. Оптичну густину кожного розчину виміряйте 3÷4 рази. Розрахуйте середнє арифметичне значення оптичної густини для кожного розчину. За отриманими даними побудуйте графік залежності оптичної густини від концентрації йонів Феруму (III).

Для визначення концентрації йонів Феруму (III) досліджувану воду підкисліть, додаючи 3 см³ HNO₃. Потім додайте 5 см³ розчину амоній тіоціанату і розведіть до позначки дистильованою водою. Ретельно перемішайте і виміряйте оптичну густину за умов, описаних вище.

Використовуючи калібрувальну залежність $A=f(C)$, знайдіть концентрацію йонів Феруму (III). Масову концентрацію Ферум-іонів C_x або молярну концентрацію C_y обчисліть за формулами:

$$C_x = \frac{a \cdot 1000}{V}, \text{ мг/дм}^3 \quad C_y = \frac{a \cdot 1000}{V \cdot M}, \text{ ммоль/дм}^3;$$

де a – кількість Ферум-іонів, визначена за градувальним графіком, мг; V – об'єм проби води, см³; M – молярна маса еквівалента Fe³⁺.

Лабораторна робота 7

ВИЗНАЧЕННЯ ГРУБОЇ ДИСПЕРСНОЇ ЗАВИСІ

Груба дисперсна завись – це частинки органічної та неорганічної природи, помітні неозброєним оком, які практично повністю осаджуються з води при її відстоюванні впродовж 5÷6 годин. Визначення проводять гравіметрично.

Матеріали, реактиви й обладнання: шафа сушильна; бюкси; зразки досліджуваної води; вимірювальний циліндр; фільтрувальний папір (синя стрічка); лійки; ексикатор; аналітичні терези; конічні колби; дистильована вода.

Хід визначення

Висушіть паперовий фільтр (синя стрічка) у бюксі з кришкою до постійної маси в сушильній шафі за температури 105 °С. Після висушування та охолодження в ексикаторі зважте бюкс з кришкою і фільтром на аналітичних терезах.

Відберіть 250 см³ досліджуваної води, відфільтруйте через попередньо висушений фільтр. Потім фільтр з осадом промийте дистильованою водою, залишіть для висихання.

Фільтр з осадом помістіть у скляний бюкс і з відкритою кришкою – у сушильну шафу на 2 год за температури 105 °С. Під час виймання бюкс накрийте кришкою і охолоджуйте у ексикаторі. Після охолодження зважте на аналітичних терезах.

Вміст завислих речовин розрахуйте за формулою:

$$X = \frac{(a-b) \cdot 1000}{V}, \text{ мг/дм}^3$$

де a – маса бюкса з фільтром з осадом, г; b – маса бюкса з чистим фільтром, г; V – об'єм проби досліджуваної води, см³.

Лабораторна робота 8

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ

Загальна мінералізація свідчить про сумарний кількісний показник вмісту розчинених у воді речовин. Залежно від мінералізації природну воду поділяють на певні категорії:

Категорії води

Категорія води	Мінералізація, г/дм ³
Ультра прісна	<0,2
Прісна	0,2÷0,5
Вода з відносно підвищеною мінералізацією	0,5÷1,0
Солонувата	1,0÷3,0
Солоня	3÷10
Вода підвищеної солоності	10÷35
Розсіл	>35

8.1. Визначення сухого залишку без додавання соди (проводиться в день відбору проби)

Матеріали, реактиви й обладнання: фільтрувальний папір (синя стрічка); лійки; шафа сушильна; водяна баня; зразки досліджуваної води, вимірювальні колби місткістю 250 і 500 см³; чашки порцелянові для випаровування; ексикатори; аналітичні терези.

Хід визначення

Відміряйте 250–500 см³ профільтрованої досліджуваної води і випаруйте у попередньо висушеній до постійної маси порцеляновій чашці. Випарювання проводьте на водяній бані з дистильованою водою. Потім чашку з сухим залишком помістіть у сушильну шафу за температури 110 °С. Вийміть чашку, охолодіть у ексикаторі, зважте. Повторіть висушування чашки зі сухим залишком до постійної маси.

Вміст сухого залишку (X) розрахуйте за формулою:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 1000}{V}, \text{ мг / дм}^3,$$

де m – маса порцелянкової чашки з сухим залишком, мг; m_1 – маса порожньої порцелянкової чашки, мг; V – об'єм досліджуваної води, взятий для аналізу, см³.

Такий метод визначення сухого залишку дає дещо завищені результати через гідроліз та гігроскопічність магній і кальцій хлоридів, а також важкої віддачі кристалізаційної води кальцій і магній сульфатами. Ці недоліки усувають, додаючи до випарюваної води хімічно чистого натрій карбонату. При цьому хлориди й сульфати кальцію і магнію переходять у безводні карбонати.

8.2. Визначення сухого залишку з додаванням соди

Матеріали, реактиви й обладнання: шафа сушильна; водяна баня; вимірювальні колби місткістю 250, 500, 1000 см³; піпетки Мора на 25 см³; чашка порцелянова для випаровування місткістю 100–250 см³; ексикатори; скляні палички; аналітичні терези; вода дистильована; розчин натрій карбонату Na₂CO₃ з точною концентрацією: 10 г безводної солі (висушеної за температури 200 °С і зваженої на аналітичних терезах), розчиняють у дистильованій воді і нею доводять об'єм до 1,0 дм³ (1,0 см³ розчину містить 10,0 мг Na₂CO₃).

Хід визначення

Відміряйте 250–500 см³ профільтрованої досліджуваної води і випаруйте на водяній бані у порцеляновій чашці, висушеній до постійної маси за температури 150 °С. Після того, як у чашку долита остання порція води, внесіть піпеткою 25 см³ точно 1 %-го розчину натрій карбонату з таким розрахунком, щоб маса доданої соди приблизно в два рази перевищувала масу передбачуваного сухого осаду. Для звичайних прісних вод досить додати 250 мг безводної соди (25 см³ 1 %-го розчину Na₂CO₃). Розчин ретельно перемішайте склянкою паличкою.

Випарений із содою сухий залишок висушіть до постійної маси за температури 150 °С. Чашку з сухим осадом помістіть у холодну сушильну шафу і потім підніміть температуру до 150 °С. Різниця мас чашки з сухим осадом і початкової маси чашки і соди (1 см³ розчину соди містить 10 мг Na₂CO₃) дає величину сухого осаду в узятому об'ємі досліджуваної води.

Сухий залишок (X) розрахуйте за формулою:

$$X = \frac{m - (m_1 + m_2) \cdot 1000}{V},$$

де m – маса порцелянової чашки із сухим залишком, мг; m_1 – маса порожньої порцелянової чашки, мг; m_2 – маса доданої соди, мг; V – об'єм досліджуваної води, взятий для аналізу, см³.

Примітка: якщо значення сухого залишку ≤ 500 мг/дм³, то розбіжність між результатами повторних визначень не повинна перевищувати 10 мг/дм³, за значень сухого залишку ≥ 500 мг/дм³ – 2 %.

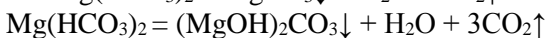
Лабораторна робота 9

ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ ВОДИ

Твердість води зумовлена наявністю солей кальцію і магнію. У твердій воді ускладнюються процеси миття та прання, збільшується витрата мила через утворення пластівців нерозчинних солей кальцію і магнію.

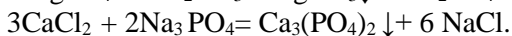
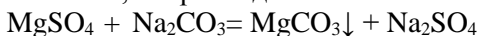
Розрізняють *карбонатну і некарбонатну твердість*, перша зумовлена гідрокарбонатами, друга – переважно хлоридами і сульфатами кальцію і магнію. Карбонатну твердість ще називають тимчасовою, або усувною, оскільки під час кип'ятіння

гідрокарбонати руйнуються і випадають в осад у вигляді карбонатів і гідроксокарбонатів:



Однак цілком позбутися карбонатної твердості неможливо через значну розчинність гідроксокарбонату магнію $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$.

Некарбонатну (постійну) твердість усувають додаванням карбонату або натрій фосфату, які осаджують катіони Ca^{2+} і Mg^{2+} у вигляді нерозчинних солей, наприклад:



Кількісно твердість води виражають у ммоль-екв йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} в 1 дм^3 води. 1 ммоль-екв твердості відповідає 20,04 мг Ca^{2+} , 12,16 мг Mg^{2+} або 50 мг CaCO_3 :

Типи природних вод за твердістю

Типи води	ммоль екв/ дм^3	Твердість		
		Ca^{2+} , мг/ дм^3	Mg^{2+} , мг/ дм^3	CaCO_3 , мг/ дм^3
Дуже м'яка	0÷1,5	0÷30,1	0÷18,3	0÷75
М'яка	1,5÷3,0	30,1÷60,2	18,3÷36,5	75÷150
Середньо тверда	3,0÷4,5	60,2÷90,2	36,5÷52,7	150÷225
Досить тверда	4,5÷6,5	90,2÷130,3	52,7÷79,1	225÷325
Тверда	6,5÷11,0	130,3÷220,4	79,1÷131,8	325÷550
Дуже тверда	>11,0	>220,4	>131,8	>550

Твердість води визначають хімічними методами: якщо твердість > 0,7 ммоль-екв/ дм^3 – комплексонометричним; спиртово-мильним; гліцеріно-пальмітатним, якщо твердість $\leq 0,7$ ммоль-екв/ дм^3 – олеатним та фізико-хімічним методом – іонообмінним.

9.1. Визначення тимчасової твердості (лужності) води

Матеріали, реактиви й обладнання: колби для титрування місткістю 200÷250 см^3 ; піпетки Мора на 100 см^3 ; індикатор метиловий оранжевий; вода дистильована; стандартизований розчин хлоридної кислоти HCl з концентрацією 0,1 моль/ дм^3 або приготовлений з фіксаналу.

Хід визначення

За допомогою піпетки Мора перенесіть 100 см³ досліджуваної води у конічну колбу для титрування, додайте 2÷3 краплі індикатора метилового оранжевого, перемішайте, титруйте розчином НСІ до блідо-рожевого забарвлення.

Титрування повторіть тричі, визначте середнє арифметичне значення об'єму титранту, витраченого на титрування.

Тимчасову твердість води визначте за формулою:

$$T_v = \frac{V_{HCl} \cdot N_{HCl} \cdot 1000}{V_{води}}, \text{ м.моль-екв/дм}^3,$$

де T_v – тимчасова твердість води, виражена в ммоль-екв в 1 дм³ води; V_{HCl} – об'єм розчину хлоридної кислоти, витрачений на титрування, см³; N_{HCl} – нормальність розчину хлоридної кислоти моль/дм³; $V_{води}$ – об'єм досліджуваної води, см³.

9.2. Визначення загальної твердості води

Трилонометричний метод визначення загальної твердості води ґрунтується на титруванні солей кальцію і магнію розчином трилону Б за присутності індикатора хромоген чорного або еріохром чорного Т. Індикатор у лужному середовищі досить чутливий не лише до іонів кальцію і магнію, а й до іонів цинку, купруму, мангану, тобто ці іони заважають визначенню загальної твердості води.

Вплив купруму і цинку усувають вводячи в досліджувану воду невелику кількість 2 %-го розчину натрій сульфідів, який із солями купруму і цинку утворює осаді сульфідів.

Якщо у воді є невелика кількість іонів мангану, додають кілька крапель 1 %-го розчину гідроксиламіну NH₂OH·НСІ, щоб запобігти окисненню іонів Mn²⁺ киснем повітря.

Трилонометричним методом можна визначати загальну твердість води з різним вмістом солей, але кальцію і магнію в досліджуваному об'ємі води має бути не більше ніж 0,5 мг/екв. Для аналізу зручно брати таку кількість води, щоб на титрування витрачалася приблизно 10 см³ 0,05 н розчину трилону Б.

Матеріали, реактиви й обладнання: колби для титрування місткістю 200÷250 см³; піпетки Мора на 100 см³; скляний шпатель; індикатор еріохром чорний Т; вода дистильована; стандартизований розчин трилону Б з концентрацією 0,1 моль/дм³ або приготовлений з фіксаналу; розчин амоніачного буфера (20 г амоній хлориду розчиняють у дистильованій воді, додають 100 мл 25 %-го розчину амоніаку і доводять до 1 дм³ дистильованою водою).

Хід визначення

У конічну колбу для титрування за допомогою піпетки відберіть 100 см³ досліджуваної води, додайте 10 см³ розчину амоніачного буфера і на кінчику шпателя невелику кількість індикатора еріохром чорного Т. Постійно перемішуючи вміст колби, титруйте розчином трилону Б до зміни забарвлення від винно-червоного до зеленувато-синього. Проведіть три паралельні дослідження і обчисліть середнє арифметичне значення об'єму розчину трилону Б, витраченого на титрування.

Загальну твердість T_v обчисліть за формулою:

$$T_e = \frac{V_{\text{трилону Б}} \cdot N_{\text{трилону Б}} \cdot 1000}{V} \text{ (мг - екв / дм}^3\text{)},$$

де T_v – загальна твердість води, виражена в ммоль-екв в 1 дм³ води; $V_{\text{трилону Б}}$ – об'єм розчину трилону Б, витрачений на титрування, см³; $N_{\text{трилону Б}}$ – нормальність розчину трилону Б, моль/дм³; V – об'єм досліджуваної води, см³.

Лабораторна робота 10

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЙОНІВ Ca²⁺

Матеріали, реактиви й обладнання: колби для титрування місткістю 200÷250 см³; піпетки Мора на 100 см³; скляний шпатель; індикатор мурексид; вода дистильована; стандартизований розчин трилону Б з концентрацією 0,1 моль/дм³ або приготовлений з фіксаналу; розчин натрій гідроксиду з концентрацією 2 моль/дм³ (80,0 г NaOH висипають у пляшку, де попередньо наливають 100–200 см³ дистильованої води. Після розчинення лугу об'єм розчину доводять до 1000 см³ дистильованою водою, ретельно перемішують).

Хід визначення

У конічну колбу для титрування за допомогою піпетки відберіть 100 см³ досліджуваної води, додайте 5 см³ 2 н розчину NaOH і на кінчику шпателя невелику кількість індикатора мурексиду. Постійно перемішуючи вміст колби, титруйте розчином трилону Б до зміни забарвлення від рожевого до фіолетового.

Проведіть щонайменше три паралельні дослідження і обчисліть середнє арифметичне значення об'єму розчину трилону Б, витраченого на титрування.

Масу кальцій йонів обчисліть за формулою:

$$g_{Ca^{2+}} = \frac{N_{\text{трилону Б}} \cdot V_{\text{трилону Б}} \cdot 1000 \cdot E_{Ca^{2+}}}{100} \cdot (z).$$

де $E_{Ca^{2+}}$ – молярна маса еквівалента Кальцій йонів, 20,04 г/моль.

Лабораторна робота 11

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЙОНІВ Mg²⁺

Вміст Магній йонів визначають як різницю загального вмісту йонів Кальцію та Магнію (загальна твердість води) і вмісту йонів Кальцію.

Обчислення проводять за формулою:

$$g_{Mg^{2+}} = \frac{(N_{\text{трилону Б}} \cdot V^1_{\text{трилону Б}} - N_{\text{трилону Б}} \cdot V^2_{\text{трилону Б}}) \cdot 1000 \cdot E_{Mg^{2+}}}{100} \cdot (z).$$

де $E_{Mg^{2+}}$ – молярна маса еквівалента Магній йонів, 12,15 г/моль,

$V^1_{\text{трилону Б}}$ – об'єм трилону Б (середнє арифметичне значення), який витрачено на титрування (см³) при визначенні загальної твердості води; $V^2_{\text{трилону Б}}$ – об'єм трилону Б (середнє арифметичне значення), який витрачено на титрування (см³) при визначенні вмісту Кальцій-йонів

Лабораторна робота 12

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СУЛЬФАТ-ІОНІВ SO_4^{2-}

Сульфат-іони належать до найпоширеніших аніонів природних вод. У воді систем централізованого питного водопостачання їх вміст не повинен перевищувати 250 (500) мг/дм³. Залежно від концентрації сульфатів у воді їх визначають титриметричним або гравіметричним методами. Гравіметрично сульфат-іони визначають у вигляді BaSO_4 .

Сульфат-іони титрують робочим розчином плюмбум нітрату за наявності дитизону як індикатора або визначають оберненим титруванням розчином трилону Б після попереднього іонообмінного видалення іонів металів, які перешкоджають аналізу.

Матеріали, реактиви й обладнання: колби для титрування місткістю 200÷250 см³; піпетки Мора на 100 см³; скляний шпатель; фільтрувальний папір «синя стрічка»; індикатор метиловий оранжевий; індикатор еріохром чорний Т; вода дистильована; стандартизований розчин трилону Б з концентрацією 0,025 моль/дм³ або приготовлений з фіксаналу; розчин NaOH з концентрацією 2 моль/дм³; амоніачний буфер; розчин хлоридної кислоти HCl (1:1); розчин BaCl_2 з концентрацією 2 моль/дм³; розчин амоніаку (1:1); розчин MgCl_2 з концентрацією 0,025 моль/дм³.

Хід визначення

За допомогою піпетки Мора на 100 см³ у колбу відберіть 200 см³ досліджуваної води, додайте кілька крапель індикатора метилового оранжевого, нейтралізуйте розчином NaOH, потім нейтралізуйте хлоридною кислотою і додайте ще 3 краплі кислоти. Додайте 25 см³ розчину BaCl_2 і доведіть до кипіння. Прокип'ятивши протягом 10 хв, залишіть колбу в теплому місці на 1 год. Отриманий розчин відфільтруйте через фільтрувальний папір «синя стрічка». Не виймаючи з лійки, промийте осад гарячою дистильованою водою 5–6 разів. Помістіть фільтр у термостійку колбу, додайте 5 см³ розчину амоніаку, додайте 40÷50 см³ 0,025 н розчину трилону Б. Отриману суміш кип'ятіть 10 хв (осад повинен розчинитися).

До охолодженого розчину долийте 50 см³ дистильованої води, 5 см³ розчину амоніачного буфера, додайте індикатор еріохром

чорний Т. Надлишок трилона Б відтитруйте 0,025 н розчином $MgCl_2$ до зміни забарвлення з синього на фіолетове.

Вміст сульфат-іонів (X) визначте за формулою:

$$X = \frac{(A \cdot K_1 - B \cdot K_2) \cdot 2,402 \cdot 1000}{V_{води}}, \text{ ммоль-екв/дм}^3$$

де A – об'єм 0,025 н розчину трилона Б, взятого для розчинення осаду барій сульфату, $см^3$; K_1 – поправка для приведення концентрації розчину трилона Б до 0,025 н; B – об'єм 0,025 н розчину магній хлориду, використаного для титрування надлишку трилона Б, $см^3$; K_2 – поправка для приведення концентрації розчину $MgCl_2$ точно до 0,025 н; V – об'єм проби досліджуваної води, $см^3$; 2,402 – кількість сульфат-іонів, еквівалентний 1 $см^3$ 0,025 н розчину трилона Б.

Лабораторна робота 13

МОНІТОРИНГ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ҐРУНТІВ НА ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ СПОЛУК ЦИНКУ

Матеріали, реактиви й обладнання: спектрофотометр С115-м1; порцелянова ступка; сито з діаметром отворів 1 мм; технічні ваги з точністю зважування 0,1 г; електроплитка; шпатель; хімічна термостійка склянка об'ємом 100–150 $см^3$; лійка; вимірювальна колба місткістю 50 $см^3$; вимірювальний циліндр 50–100 $см^3$; градуйована піпетка на 5 $см^3$; фільтрувальний папір «біла стрічка»; розчин хлоридної кислоти з концентрацією 0,1 моль/ $дм^3$; дистильована вода; стандартний розчин цинку з масовим вмістом 1 г/ $дм^3$.

Хід визначення

Повітряно-сухі проби ґрунту розітріть у порцеляновій ступці до порошокподібного стану, попередньо відокремивши камінці та біологічні включення (траву, коріння тощо). Перетертий зразок просійте через сито з діаметром отворів 1 мм і на технічних вагах відважте 5 г підготовленого ґрунту. Наважку ґрунту помістіть у хімічну склянку або колбу об'ємом 100 – 150 $см^3$, куди малими порціями вливайте 50 $см^3$ розчину HCl з концентрацією 0,1 моль/ $дм^3$.

Склянку (колбу) струшуйте протягом 1 год через кожні 5 хв. Потім вміст склянки відфільтруйте через фільтрувальний папір «біла стрічка» у вимірювальну колбу місткістю 50 см³.

Отриманий розчин (екстракт) аналізуйте на вміст рухомих сполук цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Спектральну лампу ЛТ-2 на цинк вставте у спектрофотометр, подайте струм 10 мА і прогрійте 10 хв. У пальник спектрофотометра подайте ацетилен-повітряну суміш, підпаліть і розпиліть у зону горіння «нульовий» розчин (дистильовану воду). Зафіксувавши значення оптичної густини полум'я «нульового розчину», розпиліть стандартні розчини цинку з масовим вмістом 3, 6 і 10 мг/дм³ і фіксуйте величини поглинання. Потім у зону атомізації послідовно подавайте отримані екстракти ґрунтів і запишіть їх величину абсорбції. За даними оптичних густин побудуйте калібрувальний графік залежності оптичної густини від масового вмісту, за яким знайдіть вміст цинку в екстрактах ґрунту.

Концентрацію цинку в ґрунті вирахуйте за формулою:

$$C_{Zn} = C_0 k,$$

де C_{Zn} – концентрація цинку в ґрунті; C_0 – концентрація цинку в екстракті; k – коефіцієнт розведення (співвідношення об'єму мінералізату (см³) до маси ґрунту (г)).

Оцінку ступеня забруднення ґрунтів сполуками важких металів можна проводити керуючись коефіцієнтом забруднення, який вирахуйте за формулою:

$$H = \frac{C}{C_{\phi}} \quad \text{або} \quad H_c = \frac{C}{C_{ГДК}},$$

де C – загальна концентрація токсиканту у ґрунті; C_{ϕ} – його фоновий вміст; $C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація.

ГДК для рухомої форми цинку дорівнює 23 мг/кг.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА МОЛОКА

Усі продукти, залежно від їх якості, прийнято поділяти на:

1. Доброякісні (стандартні) – продукти, які відповідають усім вимогам стандарту. Їх дозволено використовувати у їжу без обмежень.

2. Умовно придатні – з певними дефектами продукти, які потребують обов'язкової, найчастіше термічної, обробки. Це такі продукти: свіжа риба, у м'язовій тканині якої виявлено личинки широкого лентеця; м'ясо корів, хворих на бруцельоз тощо.

3. Продукти із заниженою харчовою цінністю (нестандартні) – це продукти з певними дефектами, що знижує їх харчову цінність, але не перешкоджає вживанню у їжу за звичайних умов, тобто ці продукти безпечні для здоров'я людини. До них належать, наприклад, молоко з низьким вмістом жиру, хліб із підвищеною вологістю тощо.

4. Фальсифіковані продукти – це продукти, яким штучно надані певні властивості та ознаки з метою приховати недоліки або з метою наживи. Наприклад, прокисле молоко з додаванням соди, ковбаса з нітритами та ін.

Якість молока оцінюють за такими критеріями:

- цільність молока (чи не розведене воно водою і чи не піддане знежиренню);
- свіжість молока;
- наявність сторонніх домішок (соди, крохмалю та ін.).

Цільне коров'яче молоко – однорідна рідина, без осаду та сторонніх домішок; білого кольору зі злегка жовтуватим відтінком; смак і запах – властиві молоку (чистий, без сторонніх запахів і присмаків невластивих свіжому молоку). За температури 20 °С питома вага молока дорівнює 1,028–1,034 г/см³; вміст жиру не менше 3,2 %. Свіже молоко має кислотність 16–19 °Тернера (°Т), достатньо свіже – 20–22 °Т, несвіже – 23 °Т і більше. Вміст сухої речовини в цільному молоці – не менш як 12,8 %, у знежиреному – не менш ніж 9,2 %.

Лабораторна робота 14

ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОКА

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко; вимірювальні циліндри; колби конічні; склянки хімічні.

Зовнішній вигляд молока оцінюють, розглядаючи його у прозорому посуді. Зауважують однорідність, наявність осаду, забруднень, домішок.

Налийте 20–40 см³ молока у прозору склянку або циліндр. Відзначити однорідність, наявність або відсутність осаду, забруднень, домішок.

Колір молока визначають у безбарвному скляному циліндрі. Знежирене збиране молоко має більше чи менше чітко виражений синюватий відтінок; рожевуватий колір молока може бути викликаний домішками крові, бути спричиненим особливостями корму тварин (морква, буряк) та деяких лікарських речовин (ревінь) або від розвитку в молоці колоній деяких кольорових бактерій.

Налийте 30–50 см³ молока у безбарвний скляний циліндр і визначте колір молока.

Консистенцію молока розпізнають за слідом, який залишається на стінках колби після його збовтування. Молоко рідкої консистенції швидко стікає зі стінок, не залишаючи сліду; за нормальної консистенції залишається білий слід. При слизистій або тягучій консистенції (у разі розвитку слизистих бактерій) молоко має значну в'язкість і тягнеться по стінках колби.

Запах. Свіже молоко має слабкий специфічний запах. Кислуватий запах вказує на початок скисання. При розвитку гнилісних бактерій у молока з'являється запах амоніаку, сірководню. За неправильного зберігання або транспортування молоко може набувати сторонніх запахів: мила, гасу, риби, нафти, парфумів тощо.

Для визначення запаху 50–100 см³ молока налити у конічну колбу, закрити скляним корком, інтенсивно збовтати, відкрити колбу й визначити запах молока.

Смак доброякісного молока дещо солодкуватий. Наявність інших присмаків (гіркового, солоного, рибного) зумовлена кормом тварини, її хворобою, сторонніми домішками, неправильним збором та зберіганням молока.

Сполоснути ротову порожнину невеликою кількістю молока (5–10 см³) і визначити смак.

Оцінку запаху і смаку провести за п'ятибальною шкалою згідно з таблицею:

Органолептична оцінка якості молока

Запах і смак	Оцінка молока	Бали
Чистий, приємний, трошки солодкуватий	Відмінно	5
Недостатньо виражений, без запаху і смаку	Добре	4
Слабкий кормовий, слабкий кислий, слабкий хлібний, слабкий нечистий	Задовільно	3
Виражений кормовий (зокрема цибулі, часнику, полину й інших трав, які надають молоку гіркового смаку) хлібний, солоний, кислий	Погано	2
Гіркий, гіркий пліснявий, гнилісний; запах і смак нафтопродуктів, лікарських, мийних, дезінфекційних засобів та інших хімікатів	Погано	1

Примітка: молоко з оцінкою 4 і 5 балів належить до вищого, першого або другого гатунків залежно від інших показників. Молоко з оцінкою 3 бали відносять у зимово-весняну пору року до другого гатунку, в інші пори року – до негатункового.

Лабораторна робота 15

ПРОБА НА РЕДУКТАЗУ

Під час розмноження бактерій у молоці з'являється продукт їх життєдіяльності – фермент редуктаза. Редуктаза має здатність знебарвлювати деякі барвники, наприклад, метиленовий синій. Чим більше у молоці мікроорганізмів, тим швидше відбувається знебарвлення, тому швидкість знебарвлення метиленового синього – прямий показник ступеня забруднення молока мікробами. За великого забруднення знебарвлення настає дуже швидко: від кількох хвилин до 1 год.

Результати проби на редуктазу орієнтовні й не можуть замінити бактеріологічного аналізу.

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко, вимірювальні циліндри; колби конічні; склянки хімічні; пробірки; водяна баня; термометри; ареометр або лактоденсиметр; бюретки; піпетки; лійки; фільтрувальний папір; 1 %-й розчин метиленового синього; вазелінова олія.

Хід визначення

У стерильну пробірку налейте 20 см³ досліджуваного молока і додайте 2–3 краплі 1 %-го розчину метиленового синього, ретельно перемішайте. Наливши на поверхню молока невеликий шар вазелінової олії для припинення доступу повітря, помістіть у термостат або на водяну баню за температури 37 °С. За часом знебарвлення метиленового синього оцініть якість досліджуваного молока, користуючись таблицею:

Характеристика молока залежно від часу знебарвлення метиленового синього

Тривалість знебарвлення	Кількість бактерій у 1 см ³ молока	Оцінка якості молока	Клас
Від 5,5 год і більше	Менше 500 000.	Добре	I
Від 2 до 5,5 год	Від 500 000 до 4 млн	Задовільно	II
Від 20 хв до 2 год	Від 4 млн до 20 млн	Погано	III
20 хв і менше	20 млн і більше	Дуже погано	IV

Лабораторна робота 16

ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ (ПИТОМОЇ ВАГИ) МОЛОКА

Густину (питому вагу) молока визначають за допомогою ареометра або спеціального молочного ареометра-лактоденсиметра, який має дві шкали: нижню – для визначення величини питомої ваги молока, верхню – для температури молока. Питома вага молока може бути виражена у г/см^3 або в умовних одиницях – градусах Кевена. Кожний градус Кевена відповідає тисячній частці грама. Наприклад, за питомої ваги молока $1,027 \text{ г/см}^3$ густина дорівнює 27° Кевена.

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко; вимірювальні циліндри; колби конічні; склянки хімічні; пробірки; водяна баня; термометри; ареометр або лактоденсиметр.

Хід визначення

У скляний циліндр налейте 150 см^3 ретельно перемішаного молока. Лактоденсиметр або ареометр занурте у молоко до позначки 1,030 так, щоб він не торкався стінок, і відпустіть його. Через 5 хв проведіть відлік за шкалою приладу, відзначаючи показники за верхньою межею молока.

Одночасно визначте температуру молока. За температури молока понад 20°C на кожний градус температури до показників ареометра додайте поправку, яка дорівнює $0,2^\circ$ Кевена; за температури, нижчої за 20°C таку ж поправку відніміть.

Приклад: питома вага дорівнює $1,028 \text{ г/см}^3$, температура молока $+10^\circ\text{C}$. Тоді питома вага у градусах Кевена, приведена до температури 20°C , дорівнює: $28^\circ - 0,2^\circ \cdot 10 = 28^\circ - 2^\circ = 26^\circ$ Кевена.

Лабораторна робота 17

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ МОЛОКА

Визначення кислотності проводять титриметричним методом – титруванням молока розчином лугу за наявності індикатора фенолфталеїну. Кислотність виражають у градусах Тернера, що відповідає кількості см^3 0,1 моль-екв/дм³ лугу, використаного на нейтралізацію кислот, які містяться у 100 см^3 молока.

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко; вимірювальні циліндри; колби конічні; склянки хімічні; пробірки; бюретки; піпетки; лійки; фільтрувальний папір; натрій гідроксид, 0,1 моль-екв/дм³ розчин; фенолфталеїн, 1 %-й спиртовий розчин.

Хід визначення

За допомогою піпетки у конічну колбу внесіть 10 см^3 молока, додайте 20 см^3 дистильованої води, 3–4 краплі 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну. При постійному перемішуванні титруйте 0,1 моль-екв/дм³ розчином NaOH до появи слабко-рожевого забарвлення. Титрування повторюйте тричі й обчисліть середнє арифметичне значення об'єму розчину NaOH.

Об'єм розчину лугу, витрачений на титрування, помножьте на 10, щоб отримати значення кислотності молока у градусах Тернера.

Лабораторна робота 18

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ СОДИ У МОЛОЦІ

Соду можуть додавати до молока, щоб умисно приховати його підвищену кислотність. Нейтралізуючи молочну кислоту, сода не затримує розвитку гнилісних мікроорганізмів і сприяє руйнуванню вітаміну С. Таке молоко не придатне для вживання.

Для виявлення соди у молоці використовують реакцію з розоловою кислотою: за наявністю соди молоко набуває малиново-червоного забарвлення, за нестачі з'являється жовто-коричневе забарвлення. Реакція дає можливість визначити наявність соди в кількості 0,1 % і більше.

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко; вимірювальні циліндри; піпетки; колби конічні; 0,2 %-й спиртовий розчин розолової кислоти.

Хід визначення

У пробірку за допомогою піпетки внесіть 5 см³ молока і додайте 4–5 крапель 0,2 %-го спиртового розчину розолової кислоти.

За зміною забарвлення зробіть висновок про наявність або відсутність соди у молоці.

Лабораторна робота 19

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ КРОХМАЛЮ У МОЛОЦІ

Крохмаль або борошно додають у молоко, щоб надати йому густішої консистенції після розведення водою. Для виявлення крохмалю використовують реакцію з розчином Люголя.

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко; термостійкі конічні колби; піпетки; груша або дозатор; електроплитка; розчин Люголя.

Хід визначення

У конічну колбу налийте 10–15 см³ молока і доведіть його до кипіння. Після охолодження додайте 1 см³ розчину Люголя.

Поява синього забарвлення вказує на наявність крохмалю.

Лабораторна робота 20

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ НІТРАТІВ У МОЛОЦІ

Молоко може містити нітрат-іони, якщо його розводили водою, у якій високий вміст нітратів, і якщо напували тварин такою водою, корми містили нітрати тощо. Для виявлення нітратів використовують реакцію з дифеніламіном. Поява синього забарвлення свідчить про наявність нітрит- і нітрат-іонів.

Матеріали, реактиви й обладнання: непастеризоване молоко; термостійкі конічні колби; електроплитка; піпетки; груша або дозатор; лійки; фільтрувальний папір; порцелянова чашка; кальцій карбонат, 20 %-й розчин CaCO_3 ; дифеніламін; концентрована сульфатна кислота H_2SO_4 .

Хід визначення

У колбу налейте 10 см^3 молока і $0,3 \text{ см}^3$ 20 %-го розчину CaCO_3 , суміш кип'ятить до згортання молока, охолодіть, відфільтруйте. У порцелянову чашку помістіть 1–2 кристалики дифеніламіну і налейте 1 см^3 концентрованої сульфатної кислоти.

Потім по краю чашечки обережно нашаруйте на кислоту кілька крапель фільтрату. Поява синього забарвлення свідчить про наявність нітратів.

Результати оформіть у лабораторному журналі у вигляді таблиці:

Показник	Результат дослідження
Зовнішній вигляд, колір	
Запах, смак	
Час знебарвлення метиленового синього, год	
Питома вага, ° Кевена	
Кислотність, ° Тернера	
Наявність соди	
Наявність крохмалю	
Наявність нітратів	

ЕКСПЕРТИЗА ХЛІБА

Асортимент хлібобулочних виробів дуже різноманітний. Це хліб, хлібобулочні, здобні, бубличні, сухарні та дієтичні вироби.

Технологія виготовлення хлібобулочних виробів складається з кількох етапів: прийому та зберігання сировини, підготовки сировини до виробництва, приготування тіста, оброблення тіста, випічки та зберігання продукту. Кожен з етапів, своєю чергою, складається з окремих послідовно виконуваних виробничих операцій.

Традиційні способи приготування тіста для хліба з пшеничного борошна безопарний і опарний. *Опарний спосіб* – двофазний. Спочатку замішують опару, а потім на виброженій опарі замішують тісто, додаючи решту сировини згідно з рецептурою. Тісто бродить 30–150 хв. При *безопарному способі* під час замісу тіста вносять всю сировину, передбачену за рецептурою, зокрема 2–3 % хлібопекарських пресованих дріжджів. Тривалість бродіння тіста 150–130 хв за температури 28–30 °С. Опарний спосіб приготування тіста порівняно з безопарним забезпечує ліпшу якість готової продукції, зокрема за органолептичними показниками (смак, аромат) та пористістю, дає змогу зменшити кількість дріжджів, має більшу технологічну гнучкість під час переробки борошна різного хлібопекарського гатунку. Однак він триваліший, ніж безопарний спосіб, потребує більшої кількості обладнання для приготування тіста, вимагає великих виробничих площ. Крім того, на бродіння витрачається більша кількість сухих речовин, борошна, що знижує вихід хліба.

Випічку хліба здійснюють у печах за температури 200–250 °С. Тривалість випічки залежить від конструктивних особливостей печі, маси та виду хліба.

Про якість хлібопекарської продукції судять за результатами аналізу відібраних середніх проб. Фізико-хімічні показники хлібобулочних виробів визначають не раніше, ніж через 3 год після їх виходу з печі й не пізніше, ніж через 48 год для хліба з борошна вищого гатунку та 24 год з пшеничного гатункового борошна; для дрібноштучних виробів – не раніше 1 год і не пізніше 16 год.

Лабораторна робота 21

ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ХЛІБА

Матеріали, реактиви й обладнання: зразки хліба; кухонні ножі; дошка для нарізання.

Стан поверхні та забарвлення

Поверхня хліба повинна бути гладкою, без великих тріщин та інших дефектів; забарвлення – рівномірним, світло-коричневим, з деяким блиском верхньої та бічної кірок; кірка – не підгоріла, але не надто бліда; перехід від кірки до м'якуша поступовий, відшарування кірок від м'якуша не допускається.

Форма хліба повинна бути правильною, не розпливчастою, без дефектів; м'якуш добре пропеченим: не липкий і не вологий на дотик, достатньо еластичний (після легкого натискування швидко набувати початкової форми) і рівномірно пористий. За недотримання технологічного процесу випічки біля кірки нижньої частини хліба може виникнути безпористий щільний шар, який перешкоджає доброму засвоєнню виробу. Не допускається наявність у м'якущі «непромісу» – шматочків старого хліба, грудок борошна.

Уважно огляньте зразок досліджуваного хліба й опишіть результати спостережень, відзначивши стан поверхні та забарвлення кірки, стан м'якуша (рівномірність, ступінь вологості на дотик, і липкості, еластичність).

Смак і запах хліба визначають під час дегустації, відзначають відповідність їх даному найменуванню, наявність або відсутність сторонніх присмаку й запаху.

Смак повинен бути властивий даному виду хліба: помірно кислий, не пересолений, без ознак гіркоти та інших сторонніх присмаків. Не повинно бути хрусту на зубах від мінеральних домішок.

Відламайте шматок хліба, розжуйте і визначіть його смак.

Запах не повинен бути затхлий і невластивий даному виду хліба.

Відламайте шматок хліба і визначте його запах.

Лабораторна робота 22

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ХЛІБА

Вологість – відношення маси води у хлібі до маси хліба, виражене у відсотках. Вологість житнього хліба повинна бути не більшою, ніж 51 %, пшеничного – 47 %, змішаного – 50 %. Підвищена вологість зменшує харчову цінність хліба, оскільки знижується його засвоюваність і погіршуються смакові якості.

Матеріали, реактиви й обладнання: хліб; металеві або скляні бюкси з кришками; ваги технічні; сушильна шафа; циліндри вимірювальні; ніж циліндричний; колби конічні; бюретки; лійки; марля або бинт; скляна паличка; ексикатор.

Хід визначення

Зважте бюкс разом із кришкою з точністю до 0,1 г. Ретельно подрібніть шматочки м'якуша взяті з різних ділянок хліба, зважте 5 г і помістіть у бюкс. Відкритий бюкс із хлібом помістіть у сушильну шафу за температури 130 °С, залишіть на 40 хв. Після цього бюкс закрийте кришкою, вийміть з шафи, охолодіть в ексикаторі, зважте.

За різницею мас визначте кількість вологи, яка містилася у наважці хліба до висушування. Розрахунок проведіть за формулою:

$$X = \frac{(a - b)}{5} \cdot 100\%,$$

де X – вологість хліба, %; a – маса бюкса з кришкою і наважкою хліба до висушування, г; b – маса бюкса з кришкою і наважкою хліба після висушування, г; 100 – коефіцієнт перерахунку, %; 5 – наважка хліба, взята для дослідження, г.

Лабораторна робота 23

ВИЗНАЧЕННЯ ПОРИСТОСТІ ХЛІБА

Пористістю хліба називають відношення об'єму пор до всього об'єму м'якушки, яке виражають у відсотках. Пористість житнього хліба не повинна бути меншою, ніж 45 %, пшеничного – 55 %.

Матеріали, реактиви й обладнання: зразки хліба; ваги технічні; циліндри вимірювальні; ніж (циліндричний); олія.

Хід визначення

Спосіб I. Із середини зразка хліба, на відстані 1–2 см від кірки гострим циліндричним ножем виріжте шматочок м'якуша об'ємом 27 см^3 і зліп'ять з нього щільні кульки діаметром 0,5–1 см. У вимірювальний циліндр налейте 40 см^3 олії і опустіть туди хлібні кульки. За різницею рівнів олії до і після занурення кульок визначте об'єм безповітряної (безпористої) частини хліба. Різниця між об'ємом проби хліба (27 см^3) і об'ємом безпористої частини цієї ж проби становить об'єм пор у досліджуваному м'якуші.

Приклад: об'єм олії в циліндрі до занурення хліба – 40 см^3 , після занурення – 55 см^3 . Різниця становить 15 см^3 , тобто об'єм пористої частини хліба буде: $27 \text{ см}^3 - 15 \text{ см}^3 = 12 \text{ см}^3$; отже, пористість хліба дорівнює: $X = (27 - 15) \cdot 100 / 27 = 44,4 \%$

Спосіб II. Густина безпористої маси хліба певного ґатунку величина практично стала.

Виріжте з середини зразка хліба гострим циліндричним ножем шматочок хлібного м'якуша об'ємом 27 см^3 , зважте його з точністю до 0,1 г.

Пористість визначте за формулою:

$$X = \frac{v - \frac{a}{b}}{v} \cdot 100\%,$$

де: X – пористість, %; v – об'єм шматочка хлібної м'якушки разом із порами (27 см^3); a – маса шматочка хлібної м'якушки, г; b – густина безпористої маси даного ґатунку хліба (див. таблицю нижче); a/b – об'єм безпористої частини м'якушки.

ґатунок хліба	Густина, г/см ³
Житній та житньо-пшеничний	1,21
Житній заварний	1,27
Пшеничний 2-го ґатунку	1,26
Пшеничний 1-го ґатунку	1,31

Лабораторна робота 24

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ХЛІБА

Кислотність хліба зумовлена наявністю в ньому ацетатної та молочної кислот. Виражають кислотність у градусах, які відповідають кількості cm^3 1 моль-екв/ dm^3 розчину NaOH, витраченого на нейтралізацію кислот, які містяться у 100 г хліба.

Для житнього хліба кислотність не повинна перевищувати 12° , пшеничного -3° , змішаного $-9\div 11^\circ$.

Матеріали, реактиви й обладнання: зразки хліба, ваги технічні; сушильна шафа; циліндри вимірювальні; колби конічні; бюретки; лійки; марля або бинт; скляна паличка; ексікатор; 0,1 моль-екв/ dm^3 розчин NaOH; розчин фенолфталеїну; дистильована вода.

Хід визначення

Наважку м'якушки 25 г ретельно подрібніть вручну і перенесіть у колбу на $250\text{--}300\text{ cm}^3$. Долийте 50 cm^3 дистильованої води і розітріть м'якуш скляною паличкою до отримання однорідної маси. До суміші додайте ще 150 cm^3 води, закрийте колбу корком та енергійно збовтайте протягом 2–3 хв, потім залишіть на 10 хв. Відстояний верхній шар рідини профільтруйте через марлю. Відберіть 50 cm^3 фільтрату, перенесіть у конічну колбу, додайте 2–3 краплі розчину фенолфталеїну і титруйте 0,1 моль-екв/ dm^3 розчином NaOH до стійкого рожевого забарвлення. Розрахуйте кислотність.

Приклад: на титрування 50 cm^3 фільтрату витрачено $7,5\text{ cm}^3$ 0,1 моль-екв/ dm^3 розчину NaOH. Тоді на 200 cm^3 і, відповідно на 25 г хліба, у 4 рази більше $7,5\cdot 4=30\text{ cm}^3$, а на 100 г хліба $30\cdot 4=120\text{ cm}^3$ або 12 cm^3 1 моль-екв/ dm^3 NaOH. Отже, кислотність хліба дорівнює 12° .

Результати оформити у вигляді таблиці:

Показник	Результат дослідження
Стан поверхні кірки	
Забарвлення кірки	
Стан м'якуша (рівномірність, ступінь вологості на дотик, ступінь липкості, еластичність)	
Запах, смак	
Вологість, %	
Пористість, %	
Кислотність, $^\circ$	

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПИВА

Пиво – слабоалкогольний напій середньої міцності, який виготовляють ферментацією ячмінного, кукурудзяного або рисового солоду. Зазвичай пиво варять із ячмінного солоду, води, хмелю, пивних дріжджів. Цей напій характеризується специфічною гіркотою та ароматом, а також здатністю до піноутворення. Процес його виробництва називають броварством, інколи пивоварінням. Виготовлення продукту – тривалий процес, який складається з кількох стадій: очищення та подрібнення зернопродуктів, виробництво солоду, отримання пивного сусла, зброджування сусла пивними дріжджами, дозрівання пива, фільтрація та розлив. Сусло майже не відрізняється від пива за якісним складом, але кількісні склади цих субстратів відмінні між собою за вмістом головних та деяких мінорних компонентів (вуглеводи, етиловий спирт, нітрогеновмісні сполуки, органічні кислоти). Порівняно з пивом у суслі значно більший вміст цукрів, амінокислот, поліпептидів, органічних кислот, ліпідів і майже немає етилового спирту та інших продуктів бродіння.

За способом обробки пиво буває непастеризоване та пастеризоване. Залежно від екстрактивності первинного сусла його поділяють на світле (8–10 % сухих речовин у початковому суслі) та темне (11–23 %). Світлі сорти готують із світлого солоду. Внаслідок низького вмісту в ньому ароматичних речовин, світлі сорти пива мають менше виражені солодовий аромат та смак, ніж темні; у них переважає аромат та смак хмелю. Темні сорти пива виготовляють з темного солоду, який надає напою інтенсивного забарвлення, солодового аромату та солодкого смаку.

Через те, що традиції пивоваріння мають глибоке коріння у всіх країнах Європи, часто виникає плутанина з термінологією. У слов'ян проблем немає – все називають пивом. Плутанина починається з англійськими назвами – BEER, ALE, LAGER тощо. Спочатку слова BEER і ALE означали різні напої – у BEER завжди додавали хміль, а до ALE не додавали жодних добавок. Поступово почали додавати хміль у всі сорти і слово BEER набуло значення пиво взагалі та охопило дві великі групи – ALE і LAGER.

Хімічний склад пива. Вплив пива на організм людини

Хімічний склад пива визначається його сортом, технологією виготовлення та якістю використаної сировини.

Для зручності компоненти пива поділяють на головні та міnorні. Головні компоненти пива – вода (91–93 %), вуглеводи (1,5–4,5 %), етиловий спирт (3,4–4,5 %), нітрогеновмісні сполуки, які представлені, як правило, амінокислотами та поліпептидами (0,2–0,65 %). Переважна кількість вуглеводів пива (75–85 %) – декстрини. На прості вуглеводи (глюкоза, фруктоза) припадає 10–15 % від загальної кількості вуглеводів. І тільки незначна кількість (2–3 %) вуглеводів являють собою полісахариди. Пиво має незначну кількість вищих спиртів (50–100 мг/дм³), метилового спирту майже немає. Міnorні компоненти пива – мінеральні речовини, вітаміни, органічні кислоти, фенольні сполуки, ароматичні речовини, біогенні аміни, естрогени.

У біологічно значимій кількості у пиві наявні іони калію, кальцію, магнію, фосфору, сульфору, хлору, феруму, купруму, цинку та інших металів. У пиві багато вітамінів групи В, зокрема В₁, В₂. Також є вітамін С, який іноді штучно додають для запобігання процесам окиснення компонентів.

З органічних кислот найчастіше використовують лимонну, піровиноградну, ацетатну, глюконову, оксалатну. Цим пояснюється те, що рН свіжого пива дорівнює 5,1–5,4.

Пиво містить алкоголь, а отже, наслідки його впливу на здоров'я людини поширюються також і від вживання цього напою. На думку деяких учених, для формування алкоголізму пиво навіть небезпечніше та підступніше, ніж міцні алкогольні напої. Наукові дані свідчать, що ризик виникнення пияцтва ймовірніший у тих, хто надає перевагу пиву порівняно з вином. Пиво, завдяки своєму швидкому всмоктуванню у шлунково-кишковий тракт, викликає виразніше сп'яніння, ніж горілка. Відомо, що навіть невеликі дози пива впливають на нащадків споживачів, як чоловіків, так і жінок. Украй небезпечно вживання пива матір'ю, яка годує немовля грудним молоком, тому що дитина, яка отримуватиме алкоголь, виросте слабкою, безпорадною, вразливою для інфекцій та нервово-психічних розладів.

Лабораторна робота 25

ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПИВА

Для визначення якості пива, окрім аналітичних даних про його хімічний і біологічний склад, дуже важливі результати смакових випробувань. Смакові (органолептичні) показники пива: колір, прозорість, пінистість, стійкість піни, смак і запах. Оскільки низку із названих показників можна визначити і фізичними методами, іноді вважають органолептичними показниками тільки смак і запах. За органолептичними ознаками пиво має відповідати таким вимогам:

Органолептичні показники пива

Показник	Тип пива		
	Світле	Напівтемне	Темне
Прозорість	прозора рідина без осаду та сторонніх включень		
Аромат і смак	чистий смак та аромат зброженого солодового напою з гіркотою та ароматом хмелю без сторонніх запахів, присмаків		
	відповідають сорту пива	солодовий смак з присмаком карамельного солоду, який відповідає сорту пива	повний солодовий смак з вираженим присмаком карамельного чи паленого солоду, що відповідає сорту пива
	з екстрактивністю первинного суслу 15 % і більше – винний присмак		

Під час дослідження органолептичних показників якості пива використовують бокали з прозорого скла циліндричної форми діаметром 50–60 мм, об'ємом 150–200 см³. Температура пива, яке дегустують, повинна становити 12±2 °С. Оцінюють пиво за 20-бальною шкалою (сума всіх показників).

Прозорість пива

Якісне пиво повинне бути прозорим та мати іскру, що визначають за блиском під час огляду через скло бокала, в якому різко заломлюється світло.

Оцінку прозорості проведіть згідно з таблицею:

Прозорість пива

Прозорість пива	Оцінка пива	Бали
Прозоре з блиском	Відмінно	3
Прозоре без блиску	Добре	2
Пиво зі слабкою опалесценцією	Задовільно	1
Каламутне	Знімається з дигустації	0

Колір пива

Кожен сорт пива залежно від типу має свій відтінок. Відмінність кольору визначає склад солодової засипки. Однак, виробляючи світле пиво одного типу, навіть із використанням солоду одного кольору, неможливо отримати напій однакової кольорової інтенсивності й однакового відтінку. Найбільше впливає на колір і відтінок пивоварна вода, затір – суміш, яку використовують для бродіння під час виготовлення пива, кип'ятіння затору та варіння з хмелем. Ці процеси підвищують колір суслу порівняно з лабораторним суслom. Навпаки, під час бродіння кольорове насичення завжди знижується; однак це зниження не завжди однакове і залежить від використаної культури пивних дріжджів.

Отже, на колір пива впливає увесь технологічний процес. Окиснювальні процеси суттєво визначають показник кольоровості. Важливо, щоб колір одного сорту пива був незмінний. Значні відхилення від стандартного кольору та нечіткі кольорові відтінки трапляються, як правило, для світлого пива.

Візуальну оцінку кольору пива проведіть згідно з таблицею:

Колір пива

Колір пива	Оцінка пива	Бали
Колір відповідає типу пива та перебуває на мінімально встановленому рівні для цього пива	Відмінно	3
Колір відповідає типу пива та перебуває на середньому рівні для даного типу пива	Добре	2
Колір відповідає типу пива, максимально допустимий для даного типу пива	Задовільно	1
Колір не відповідає типу пива	Знімається з дигустації	0

Аромат пива

Безпосередні джерела запаху пива – ефірні масла з хмелю, побічні продукти бродіння, які можуть утворюватися під час різноманітних порушень технологічного процесу та використанні неякісних дріжджових штамів. Оцінку аромату пива проведіть згідно з таблицею:

Аромат пива

Аромат пива	Оцінка пива	Бали
Відповідає даному типу пива; чистий, свіжий, виражений	Відмінно	4
Хороший, проте не достатньо виражений	Добре	3
В ароматі відчутні сторонні відтінки сирого, фруктового; сильно виражений солодовий тон	Задовільно	2
Виражені сторонні тони: фруктовий, кислуватий, аромат молодого пива тощо	Погано	1

Смак пива

Будь-яке пиво повинно мати смак і запах чистий, завершений, повний та свіжий. Сторонні присмаки, неприємна гіркота, висока кислотність та недостатнє насичення вуглекислим газом порушують смак пива. Завершений смак має пиво, в якому окремі смакові компоненти перебувають у певному співвідношенні і жоден з них помітно не виділяється.

Смак пива

Смак пива	Оцінка пива	Бали
Свіжий, повний, чистий, без сторонніх присмаків	Відмінно	5
Хороший, чистий, проте не дуже гармонійний	Добре	4
Не дуже чистий, не зрілий	Задовільно	3
Без смаку та має сторонні присмаки	Погано	2

Хмельова гіркота пива

Гіркота пива залежить від якості хмелю. Найкращі сорти хмелю надають пиву приємніший гіркий і витончений смак, ніж хміль середній і грубий, а також хміль, який неправильно зберігали чи перезрів. Неприємно-гірке буває пиво, виготовлене з води з великим умістом іонів магнію та карбонат-іонів або води з великою лужністю. Негативний вплив на формування гіркоти пива мають також гіркі речовини (поліфеноли) із солодової оболонки.

На гіркоту пива впливає якість дріжджів. Пиво буває надзвичайно неприємно-гірким у разі використання неякісних фізіологічно-слабких дріжджів.

Хмельову гіркоту пива оцініть за бальною шкалою (див. таблицю):

Хмельова гіркота пива

Хмельова гіркота пива	Оцінка пива	Бали
Чітка хмельова гіркота, м'яка, приємна; відповідає типу пива; швидко минає	Відмінно	5
Чисто хмельова гіркота, не дуже приємна; залишає легкий післясмак	Добре	4
Хмельова гіркота, груба, з довгим післясмаком або занадто слабка, що не відповідає типу пива	Задовільно	3

Результат органолептичної оцінки пива виразить сумою балів, отриманих у результаті проведення дегустації:

Бали	Органолептична оцінка
20–17	Бездоганні аромат і смак, які відповідають даному сорту пива
16–14	Пиво хорошої якості
13–10	Пиво задовільної якості
9 і менше	Пиво незадовільної якості

Запишіть висновки

Лабораторна робота 26

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КАРБОН (IV) ОКСИДУ У ПИВІ

Піноутворення, смак і стійкість пива залежать від концентрації в ньому Карбон (IV) оксиду. Для визначення вмісту CO_2 використовують манометричний, ваговий та об'ємно-аналітичний методи.

Об'ємно-аналітичний метод Бернтсона

Матеріали, реактиви й обладнання: пляшка з пивом; лід; NaOH, 18 та 0,1 моль-екв/дм³ розчини; фенолфталеїн; хлоридна кислота, 0,1 моль-екв/дм³ розчин; бюретки місткістю 25 см³; піпетки Мора на 5 см³; технічні ваги; набір ареометрів.

Хід визначення

Пляшку з пивом охолодіть протягом години до температури 0 °С. Обережно відкоркуйте, з бюретки додайте 11,4 см³ 18 н розчину NaOH для зв'язування CO_2 . Пляшку закрийте корком, збовтайте і зважте. Потім відберіть 5 см³ підлученого пива та перенесіть у конічну колбу об'ємом 500 см³, в яку завчасно внесіть 250 см³ дистильованої води (звільненої від CO_2 кип'ятінням) та 12 крапель фенолфталеїну. Вміст колби титруйте 0,1 н розчином HCl до зміни рожевого забарвлення на жовте. Після цього в колбу додайте ще 15 см³ розчину HCl і кип'ятіть протягом 5 хв для видалення CO_2 . Вміст колби охолодіть до 20 °С і знову титруйте 0,1 н розчином NaOH до зміни забарвлення з жовтого на рожеве. Порожню пляшку та корок висушіть і зважте. За різницю мас закоркованої пляшки з підлученим пивом і порожньої закоркованої пляшки розрахуйте масу пива з лугом.

Масову частку CO_2 у пиві розрахуйте за формулою:

$$C = \frac{0,88 \cdot (aC_{\text{HCl}} - bC_{\text{NaOH}}) \cdot G}{d_{20}^{20} \cdot G - q} \cdot 100\%$$

де C – масова частка CO_2 у пиві, %; a – об'єм HCl, витрачений на створення надлишкової кислотності (15 см³); C_{HCl} – концентрація HCl, 0,1 моль-екв/дм³; b – об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування, см³; C_{NaOH} – концентрація NaOH, 0,1 моль-екв/дм³; m_1 – маса закоркованої пляшки з пивом та лугом, г; q – маса 18 моль-

екв/дм³ розчину NaOH, доданого до пива (розраховується, знаючи, що 8 г 18 моль-екв/дм³ розчину NaOH важать 12 г), г; m_2 – маса порожньої пляшки з корком, г; G – маса пива після додавання до нього луку ($m_1 - m_2$), г; d – відносна густина пива (визначають за допомогою пікнометра чи ареометра), г/см³.

Лабораторна робота 27

ВИЗНАЧЕННЯ ПОВНОТИ НАЛИВУ ПИВА В ПЛЯШКИ

Для контролю за правильністю заповнення пляшок визначають повноту наливу в пляшки за допомогою градуйованого циліндра.

Матеріали, реактиви й обладнання: пляшки з пивом; термостат; вимірювальні циліндри ємністю 500 та 25 см³; термометр ртутний скляний (0–100 °C).

Хід визначення

Попередньо нагрійте пиво в пляшках до температури 20 °C. Пляшку з пивом відкоркуйте, вміст пляшки перелийте по стінці у чистий сухий циліндр об'ємом 500 см³, залишок злийте у вимірювальний циліндр об'ємом 25 см³. Після повного осідання піни за нижнім меніском зніміть показання з точністю, яка не перевищує половини ціни поділки шкали циліндра.

Скляним термометром виміряйте температуру пива. За температури, відмінної від 20 °C введіть поправку до виміряного об'єму: на кожні 5 °C нижче за 20 °C додайте 0,3 см³.

Розрахунок та записи в лабораторному журналі

Остаточний результат вимірювань повноти наливу пива в пляшку розрахуйте за формулою:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n},$$

де X_i – повнота наливу однієї пляшки, см³;

n – кількість досліджуваних пляшок із пивом (зазвичай 10 штук).

Лабораторна робота 28

ВИЗНАЧЕННЯ ПІНОСТІЙКОСТІ ПИВА

Піностійкість – час (с чи хв) стійкості піни з моменту утворення до повного її руйнування.

Пінистість – висота шару піни (мм), яка утворюється під час переливання пива з відкоркованої пляшки у вимірювальний циліндр.

Піноутворення, як правило, залежить від кількості та розміру розчинених бульбашок CO_2 , які виділяються під час наливання пива в бокал та кількості бульбашок повітря, яке захоплюється під час наливання. Розмір бульбашок пива тим менший, чим вища масова частка сухих речовин первинного суслу. Пиво, яке наливають у бокал, повинне утворювати піну, причому ця піна має бути стійкою.

Матеріали, реактиви й обладнання: пляшка з пивом; термостат; термометр; секундомір; лінійка; хімічна склянка висотою 105–110 мм та внутрішнім діаметром 75 мм; штатив із кільцем.

Хід визначення

Хімічну склянку помістіть на підставку лабораторного штатива, на якому закріпіть кільце так, щоб верхня його точка була на висоті 25 мм від верхнього краю склянки.

Попередньо пиво доведіть до температури 10–12 °С. Відкоркуйте пляшку, помістити її в кільце штатива так, щоб горло спиралось на кільце. Повільно нахиліть пляшку, щоб її вміст рівномірно виливався в центр склянки. Наливайте доти, доки поверхня піни не зрівняється з верхнім краєм склянки.

У момент різкого розділення шарів піни і пива ввімкніть секундомір і виміряйте лінійкою висоту шару піни (мм). Спадання піни й утворення на поверхні напою вільних від піни прогалин вважайте завершенням досліду. Секундомір вимкніть, час спадання піни переведіть у хв. Оцініть пиво, користуючись таблицею:

Висота шару піни, мм	Час спадання піни, хв	Оцінка
≥ 30	≥ 4	відмінне
15–30	1,5–4	добре, задовільне
≤ 15	$\leq 1,5$	погане

Лабораторна робота 29

ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ПИВА

Для визначення кислотності пива зазвичай використовують титриметричний метод аналізу. Він ґрунтується на реакції нейтралізації усіх кислот і кислих солей, які є у пиві, розчином натрій гідроксиду за наявності індикатора червоного фенолфталеїну.

Матеріали, реактиви й обладнання: пиво; розчин червоного фенолфталеїну; NaOH, 0,1 моль-екв/дм³ розчин; конічна колба об'ємом 200 см³; піпетки на 20 і 50 см³; титрувальна установка; біла кахельна плиточка.

Приготування розчину червоного фенолфталеїну: до 20 см³ дистильованої води (звільненої від CO₂ нагріванням) додати 10 крапель 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну та 4 краплі розчину NaOH. **Примітка:** розчин червоного фенолфталеїну готують безпосередньо перед проведенням аналізу.

Хід визначення

Спосіб I. За допомогою піпетки перенесіть 50 см³ пива, звільненого нагріванням від CO₂, у конічну колбу об'ємом 150–200 см³ і титруйте 0,1 н розчином NaOH доти, доки 4 краплі пива, нанесені на білу кахельну плитку, при змішуванні з 2 краплями червоного фенолфталеїну не знебарвлять його.

Спосіб II. Бюретку заповніть титрованим розчином NaOH концентрацією 0,1 моль-екв/дм³. За допомогою піпетки внесіть 20 см³ пива у конічну колбу, додайте декілька краплин розчину фенолфталеїну, при постійному перемішуванні титруйте розчином натрій гідроксиду до зміни забарвлення індикатора.

Кислотність пива (*K*), моль/дм³ розрахуйте за формулою:

$$K = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_n} \cdot 100,$$

де C_{NaOH} – концентрація титранта, моль-екв/дм³; V_{NaOH} – об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування, см³; V_n – об'єм проби пива, см³; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 см³ пива.

Лабораторна робота 30

ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРУ ПИВА

Колір пива визначають фотоелектроколориметрично зі застосуванням відповідного рівняння чи калібрувального графіка. Метод ґрунтується на вимірюванні оптичної густини пива й обчисленні показника поглинання, який характеризує колір пива.

Матеріали, реактиви й обладнання: пиво; дистильована вода; лійка; фільтрувальний папір; фотоелектроколориметр КФК-2; хімічна склянка; кювети з товщиною поглинального шару 1 см.

Хід визначення

Колоїдні частинки, які входять до складу пива, можуть значно збільшити похибку вимірювань, тому перед фотометруванням необхідно ретельно відфільтрувати пиво.

Профільтроване пиво налейте у попередньо промиту цим пивом кювету з товщиною поглинального шару 1 см. Фотометруйте за довжини хвилі 540 нм.

Розрахунки та записи в лабораторному журналі

Оптична густина пива (щонайменше 3 значення)	D		–
Товщина поглинального шару	l	1	см
Коефіцієнт перерахунку оптичної густини пива в см ³ 0,1 н розчину I ₂	a	0,07 5	–
Колір пива	$KП$		см ³ 0,1 моль-екв/дм ³ розчину I ₂

Колір пива розрахуйте за формулою:

$$KП = \frac{D}{a} \cdot l,$$

де a – коефіцієнт перерахунку оптичної густини, який для 1 см³ 0,1 моль-екв/дм³ розчину йоду на 100 см³ об'єму в шарі товщиною 10 мм за довжини хвилі 540 нм дорівнює 0,075; D – оптична густина пива; l – товщина поглинального шару, см.

Запишіть висновки

ЛІТЕРАТУРА

1. Вода питна. Вимоги та методи контролювання : ДСТУ 7525:2014 [Чинний від 2015-02-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с. (Національний стандарт України)
2. Пиво. Загальні технічні умови : ДСТУ 3888:1999 [Чинний від 2000-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2000. 11 с. (Національний стандарт України)
3. Яшин Я. И. Анализ пищевых продуктов и напитков [Текст] Москва : Колос, 2006. 67 с.
4. Молоко коров'яче питне. Загальні технологічні умови : ДСТУ 2661:2010 [Чинний від 2011-10-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 16 с. (Національний стандарт України)
5. Коренман Я. И. Практикум по аналитической химии (оптические методы анализа) [Текст] Воронеж : Изд-во ВГУ, 1989. 232 с.
6. В. Д. Малигіна та ін. Основи експертизи продовольчих товарів [Текст] : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Кондор, 2009. 296 с.
7. Димань Т. М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів [Текст]. Київ : Академія, 2011. 520 с.
8. Гуляев В.Л., Забодалова Л.А., Арсеньева Т.П. Технология молока и молочных продуктов. Часть 1: Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 060800. Санкт-Петербург: СПбГАХПТ, 1998. 27 с.
9. Хлібопекарське виробництво. Терміни та визначення : ДСТУ 2120-93. [Чинний від 1995-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 28 с. – (Національний стандарт України)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	4
Лабораторна робота 1. Визначення рН води.....	4
Лабораторна робота 2. Визначення нітрогену амонійних солей.....	5
Лабораторна робота 3. Визначення азоту нітритного.....	9
Лабораторна робота 4. Визначення азоту нітратного.....	11
Лабораторна робота 5. Визначення хлоридів.....	14
Лабораторна робота 6. Визначення Феруму.....	16
Лабораторна робота 7. Визначення грубої дисперсної зависі.....	18
Лабораторна робота 8. Визначення загальної мінералізації.....	19
Лабораторна робота 9. Визначення твердості води.....	21
Лабораторна робота 10. Визначення вмісту йонів Ca^{2+}	24
Лабораторна робота 11. Визначення вмісту йонів Mg^{2+}	25
Лабораторна робота 12. Визначення вмісту сульфат-йонів.....	26
Лабораторна робота 13. Моніторинг поверхневого шару ґрунтів на вміст рухомих форм сполук Цинку.....	28
РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ.....	29
Лабораторна робота 14. Визначення органолептичних показників якості молока.....	30

Лабораторна робота 15.	
Проба на редуктазу.....	32
Лабораторна робота 16.	
Визначення густини (питомої ваги) молока.....	33
Лабораторна робота 17.	
Визначення кислотності молока.....	34
Лабораторна робота 18.	
Якісне визначення наявності соди у молоці.....	35
Лабораторна робота 19.	
Якісне визначення наявності крохмалю у молоці.....	35
Лабораторна робота 20.	
Якісне визначення наявності нітратів у молоці.....	36
Лабораторна робота 21.	
Визначення органолептичних показників хліба.....	38
Лабораторна робота 22.	
Визначення вологості хліба.....	39
Лабораторна робота 23.	
Визначення пористості хліба.....	39
Лабораторна робота 24.	
Визначення кислотності хліба.....	41
Лабораторна робота 25.	
Органолептичні показники якості пива.....	43
Лабораторна робота 26.	
Визначення вмісту Карбон (IV) оксиду у пиві.....	47
Лабораторна робота 27.	
Визначення повноти наливу пива в пляшки.....	48
Лабораторна робота 28.	
Визначення піностійкості пива.....	49
Лабораторна робота 29.	
Визначення кислотності пива.....	50
Лабораторна робота 30.	
Визначення кольору пива.....	51
ЛІТЕРАТУРА.....	53
ЗМІСТ.....	54

Навчальне видання

АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ
І ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Методичні рекомендації
до лабораторних робіт

Укладачі : Марія Михайлівна **Воробець**, Ігор Михайлович **Кобаса**,
Володимир Васильович **Дійчук**, Анастасія Валеріївна **Сачко**,
Любов Дмитрівна **Водянка**

Відповідальний за випуск *Борук С.Д.*

Літературний редактор *Ряднова В.Г.*

Підписано до друку 26.12.2019. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк.арк. 2,9.
Обл.-вид. арк. 3,2. Тираж 50. Зам. Н-084
Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету
58012, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.
e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.