

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

Ю.В. МЕНАФОВА, Г.О. САНТАЛОВА

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ДИСЦИПЛІНИ
«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ»
для студентів спеціальності 102 «Хімія»
денної форми навчання**

Краматорськ

ДДМА

2019

Лабораторний практикум з дисципліни «Актуальні питання харчової хімії»: навч. посібник для студентів спеціальності 102 «Хімія» денної форми навчання / уклад. Ю. В. Менафова, Г.О.Санталова. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 60 с.

У навчальному посібнику представлені матеріали, необхідні для проведення лабораторних робіт при вивченні дисципліни «Актуальні питання харчової хімії». Крім того, в посібнику є короткі теоретичні відомості з досліджуваних розділів, питання для самоперевірки знань з основних розділів, що сприяють якісному засвоєнню наукової інформації. Посібник призначений для студентів спеціальності 102 «Хімія».

Укладачі

Ю. В. Менафова, доц.

Г.О. Санталова, доц..

Відп. за випуск

А. П. Авдєєнко, проф.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ	6
Розділ 1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД СИРОВИНИ ТА ЙОГО ЗМІНИ В ПРОЦЕСІ ПЕРЕРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ	9
Лабораторна робота 1. Визначення вологи і золи	9
Лабораторна робота 2. Визначення біологічної цінності білків по розрахунковому показнику КЕБ	14
Лабораторна робота 3. Визначення харчових волокон	21
Лабораторна робота 4. Визначення ступеня денатурації білка	25
Лабораторна робота 5. Фізико-хімічні перетворення жирів	28
Лабораторна робота 6. Визначення ступеня оцукрювання крохмалю	35
Розділ 2. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ	40
Лабораторна робота 7. Визначення харчових консервантів	40
Лабораторна робота 8. Визначення вологозатримувальної здатності білків харчових продуктів тваринного походження факторів	43
Лабораторна робота 9. Визначення піноутворювальної здатності поверхнево-активних речовин	47
Розділ 3. БЕЗПЕКА ЇЖІ	50
Лабораторна робота 10. Визначення нітратів	50
Лабораторна робота 11. Визначення антибіотиків	52
Лабораторна робота 12. Оцінка рівня споживання йоду з йодованою сіллю	54
Лабораторна робота 13. Визначення вітаміну С в фруктових і овочевих соках.	56
Лабораторна робота 14. Визначення вмісту вітаміну С в молочних продуктах	57
Лабораторна робота 15. Кількісне визначення β -каротину у продуктах	58
Лабораторна робота 16. Визначення вмісту у воді іонів хлору, свинцю, кадмію, барію, міді, калію. Оцінка жорсткості питної води.	60
ЛІТЕРАТУРА	63

ВСТУП

Цей навчальний посібник призначений для студентів спеціальності 102 «Хімія» і складено відповідно до програми з дисципліни «Актуальні питання харчової хімії».

Мета лабораторного практикуму - ознайомити студентів з методами оцінки якості продуктів на базі експериментальних досліджень.

Даний посібник передбачає застосування і закріплення раніше отриманих знань і формування у студентів експериментальних навичок.

В теоретичній частині кожного розділу посібника сформульовані основні поняття, необхідні при виконанні окремих робіт. Також наводиться докладний опис лабораторних методів дослідження.

Крім того, в практикумі викладені загальні правила роботи в хімічній лабораторії, правила роботи з кислотами і лугами, правила надання першої допомоги при опіках та інших нещасних випадках.

Практикум складається з трьох розділів, що включають певні лабораторні роботи, які згруповані за ознакою спільності мети із зазначенням експериментальних прийомів, використовуваних при їх виконанні. Відбір окремих дослідів проводився з урахуванням доступності реактивів, простоти апаратури, порівняно невеликої тривалості.

Правила оформлення лабораторної роботи

1. Назва роботи.
2. Мета лабораторної роботи.
3. Принцип визначення досліджуваного показника.
4. Опис методики проведення досвіду.
5. Оформлення отриманих результатів.
6. Висновок.

Лабораторний практикум дозволить сформувати у студента розуміння логічної завершеності теоретичного і практичного циклів в цілому по всьому курсу «Актуальні питання харчової хімії».

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

При роботі в хімічній лабораторії необхідно дотримуватися певних правил обережності. Ці правила необхідно виконувати не тільки з метою особистої безпеки, але і для забезпечення безпеки оточуючих.

Зазвичай характер запобіжних заходів, що забезпечують безпеку виконання будь-якого хімічного експерименту, залежить від виду роботи. Однак існують загальні правила, виконання яких є обов'язковим для кожного працюючого в лабораторії. До них належать такі:

1. Не можна працювати одному в лабораторії, так як при нещасному випадку не буде кому надати допомогу потерпілому і ліквідувати наслідки аварії.

2. Необхідно дотримуватися чистоти, тишу, порядок і правила техніки безпеки, так як будь-яка безладність, поспішність, неохайність в роботі часто призводять до нещасних випадків і тяжких наслідків.

3. Кожен, хто працює в лабораторії повинен знати, де знаходяться в лабораторії засоби протипожежного захисту: вогнегасники, ящик з просіяним піском, азбестове або повстяне ковдру і аптечка з медикаментами, необхідними для надання першої допомоги (розчини таніну в спирті, перманганату калію, борної кислоти, бікарбонату натрію, йоду; а також вати, бинтів, пластиру, мазі від опіку).

4. Абсолютно неприпустимо в лабораторії курити, приймати їжу, пити воду з хімічного посуду.

5. Приступаючи до роботи, необхідно заздалегідь вивчити властивості використовуваних речовин. Перш ніж почати експеримент, треба з керівником обговорити план і місце роботи.

6. Не можна проводити будь-які було досліди в забрудненій посуді. Посуд слід мити відразу ж після закінчення досвіду.

7. Роботу необхідно проводити акуратно, стежачи за тим, щоб речовини не потрапляли на шкіру обличчя і рук, так як деякі з них діють дратівливо на шкіру та слизові оболонки.

8. Ні в якому разі не можна пробувати будь-які речовини на смак. Нюхати речовини можна, лише обережно направляючи до себе його пари або газ легким рухом руки, а не нахилиючись до посудини і не вдихаючи їх на повні груди.

9. Категорично забороняється залишати діючі прилади без нагляду.

10. На всіх банках, склянках і іншому посуді, де зберігаються речовини, повинні бути етикетки із зазначенням назви останніх.

11. Не можна поглинати ротом через піпетки розчини будь-яких токсичних, отруйних і їдких речовин.

12. При нагріванні рідин і твердих речовин в пробірках і колбах треба стежити за тим, щоб отвори судин були спрямовані в бік від себе та інших працюючих. Не можна заглядати згори в відкриті нагріваються судини щоб уникнути поразки при несподіваному викиді гарячої маси.

13. Після закінчення роботи необхідно вимкнути воду, електроприлади, привести в порядок робоче місце.

14. Всі операції з димлять і сльозоточивими речовинами необхідно проводити у витяжній шафі.

15. Склянки з рідкими і твердими речовинами необхідно при перенесенні брати однією рукою за шийку склянки, а інший, знизу, підтримуючи за дно.

Правила роботи з кислотами і лугами

Мінеральні кислоти (соляна, азотна, сірчана), а також сильні органічні кислоти (полі- і моногалоїдкарбонові) при попаданні на шкіру та слизові оболонки викликають хімічні опіки.

Попадання кислот, лугів і їх розчинів, а також розчинів деяких солей в очі може призвести до ураження рогівки, що веде до втрати зору. При роботі з такими речовинами необхідно пам'ятати наступні правила:

1. Всі роботи з кислотами і лугами, а також з їдкими солями на-до проводити в захисних окулярах і гумових рукавичках.

2. Категорично забороняється кислоти і луги, а також їх розчини і розчини їдких солей затягувати ротом в сифон і піпетки.

3. Розбавляти концентровану сірчану кислоту можна тільки в жаростійкої посуді, доливаючи кислоту до води, а не навпаки, тому що відбувається значне виділення теплоти і розбризкування. При роботі необхідно надіти захисні окуляри.

4. Розчиняти гідроксиди калію і натрію слід (в захисних окулярах) повільним збільшенням їх до води невеликими порціями. Твердий луг треба брати тільки щипцями, а не руками.

5. Не можна виливати в раковини залишки кислот, лугів, насичені розчини солей. Їх зливають у спеціальні склянки.

Надання першої допомоги при опіках та інших нещасних випадках

1. При термічних опіках негайно роблять рясні примочки спиртовим розчином таніну, етиловим спиртом або розчином перманганату калію.

2. При опіках кислотами необхідно відразу промити обпечене місце великою кількістю води, а потім 3% -ним розчином бікарбонату натрію.

3. При опіках лугами необхідно рясно промити обпечене місце проточною водою, а потім розбавлених розчином (3% -ним) оцтової кислоти і знову великою кількістю проточної води.

4. При попаданні кислоти або лугу в око слід відразу ж його промити тривалий час (3-5 хвилин) великою кількістю води, направляючи невеликий струмінь прямо в око, не дивлячись на неприємне відчуття. Потім очей необхідно в разі потрапляння кислих реагентів промити розчином бікарбонату натрію, а разі лужних - розчином борної кислоти. Після це необхідно негайно звернутися до лікаря.

5. При опіках фенолом необхідно обробити уражене місце спиртом.

6. При опіках бромом слід швидко змити бром спиртом або розведеним розчином лугу, а потім спиртом. Після уражене місце змастити маззю для опіків. У разі вдихання парів бромової пари слід вату рясно змочити етиловим спиртом і глибоко вдихати пари спирту, а потім випити молоко і вийти на свіже повітря.

7. Шкіру, уражену органічною речовиною, нерозчинним у воді, потрібно промити великою кількістю розчинника даної речовини, а потім змастити кремом.

8. Після надання першої допомоги потерпілого необхідно доставити в медпункт.

Гасіння місцевого пожежі і палаючої одягу

1. При виникненні пожежі негайно відключити електроприлади по всій лабораторії. Швидко прибрати всі горючі речовини подалі від зони вогню, гасити полум'я за допомогою вогнегасника, піску або використовуючи протипожежне ковдру.

Не слід заливати полум'я водою, бо в багатьох випадках це призводить до розтікання полум'я і розширенню зони пожежі.

2. У разі загоряння на когось одягу потрібно швидко накрити потерпілого повстяним ковдрою. Ні в якому разі не можна потерпілому бігти, так як це тільки посилить полум'я на ньому. Можна згасити на собі одяг обливанням водою або швидким перекиданням на підлогу.

Розділ 1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД СИРОВИНИ ТА ЙОГО ЗМІНИ В ПРОЦЕСІ ПЕРЕРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ

Лабораторна робота 1. Визначення вологи і золи

Мета: визначити вміст вологи і золи в харчовому продукті.

Вода - важливий компонент харчових продуктів. Вона є клітинним і позаклітинним компонентом, служить диспергуючою середовищем і розчинником в рослинних і тваринних продуктах. Вода обумовлює консистенцію і структуру продукту, впливає на його зовнішній вигляд і смак, на стійкість продукту при зберіганні. Тому значення води як компонента харчового продукту, розуміння її властивостей і поведінки в харчових продуктах надзвичайно важливі.

Показник масової частки вологи є найважливішим для оцінки якості сировини і готових продуктів. Зі змістом води тісно пов'язані стійкість продукту при зберіганні і його транспортабельність,

а також його придатність до подальшої переробки, так як надлишок вологи сприяє протіканню ферментативних і хімічних реакцій, активізує діяльність мікроорганізмів, в тому числі таких, які викликають псування продукту, зокрема пліснявіння. У зв'язку з цим вміст вологи в об'єкті зумовлює умови і терміни його зберігання.

Для характеристики взаємозв'язку між змістом вологи харчового продукту і його збереженням використовується поняття «активність води». Активність води (a_w) - це відношення тиску водяної пари над даним продуктом до тиску парів над чистою водою при тій же температурі.

Активність води характеризує стан води в харчових продуктах, її причетність до хімічних і біологічних змін. За величиною a_w розрізняють: продукти з високою вологістю $a_w = 1,0 \div 0,9$; продукти з проміжною вологістю $a_w = 0,9 \div 0,6$; продукти з низькою вологістю $a_w = 0,6 \div 0,0$. У продуктах з низькою вологістю можуть йти окислення жирів, неферментативне потемніння, втрата водорозчинних речовин, ферментативна псування. Активність мікроорганізмів пригнічена.

У продуктах з проміжною вологістю - можуть протікати ці ж процеси, а також процеси за участю мікроорганізмів.

При високій вологості - мікроорганізмам належить вирішальна роль.

Більшість бактерій розмножуються при $a_w = 0,85 \div 0,95$; цвілі - при $a_w = 0,6 \div 0,8$; дріжджів - $a_w = 0,8 \div 0,9$. В основному псування продуктів з

проміжною вологістю викликають дріжджі цвілі. Дріжджі викликають псування сиропів, кондитерських виробів, джемів, сушених фруктів. Цвілі - м'яса, джемів, тістечок, печива.

Крім впливу на хімічні реакції і зростання мікроорганізмів, активність води має значення і для текстури продуктів. Наприклад, в сухих продуктах (сухе молоко, крекери і т.п.) максимальна a_w повинна бути $0,35 \div 0,5$. Велика a_w необхідна для продуктів м'якої текстури, які не повинні мати крихкостю.

Харчові продукти сильно розрізняються за вмістом води. Так, в зерні і борошні її міститься $12 \div 15\%$, в хлібі - $23 \div 48\%$, в крохмалі - $13 \div 20\%$, в цукрі - $0,15 \div 0,40\%$, в плодах сушених - $12 \div 25\%$, в свіжих - $75 \div 90\%$, в овочах свіжих - $65 \div 90\%$, в яловичині - $58 \div 74\%$, в рибі - $62 \div 84\%$, в молоці - $87 \div 90\%$.

Харчові продукти - це багатокomпонентні системи, в яких волога пов'язана з твердим скелетом. Розподіл води на зв'язує і вільну носить умовний характер. Майже вся вода в харчовому продукті знаходиться в пов'язаній формі, але утримується тканинами з різною силою. Так, в основу класифікації, запропонованої академіком Ребиндером, покладена природа освіти різних форм зв'язку і енергія зв'язку. *Енергія зв'язку* - це енергія, яку необхідно затратити на порушення зв'язку, при видаленні вологи з матеріалу. За класифікацією Ребиндера форми зв'язку вологи з харчовим продуктом в порядку спадання енергії діляться на три групи: хімічна, фізико-хімічна і фізико-механічна.

Найбільш міцна - хімічний зв'язок, при ній до складу речовини волога входить до строго певних співвідношеннях і видалити її можна тільки при руйнуванні продукту шляхом прожарювання або хімічного впливу.

1.1. Визначення масової частки вологи прискореним методом висушування.

Одним з найбільш точних методів визначення вологи є арбітражний метод. Суть методу - висушування навішування харчового продукту до постійної маси при температурі від 95 до 1050C , в залежності від виду продукту. Даний метод точний, але трудомісткий і тривалий, тому при визначенні вмісту вологи часто використовують прискорений метод висушування при підвищених температурах.

Техніка виконання. У попередньо висушений до постійної маси і зважений бюкс поміщають навішення подрібненого зразка. Наважку беруть залежно від виду продукту, згідно табл. 1.1.

Бюкси з навішеннями поміщають в сушильну шафу, нагріту до температури $140-145^\circ\text{C}$, кришки у бюкс повинні бути відкриті і підкладені під дно. При установці бюкси температура шафи швидко знижується до $125-127^\circ\text{C}$. Протягом $10-15$ хвилин її доводять до необхідної температури, в залежності від виду продукту (табл.1.1) і цей момент вважають початком сушіння. Бюкс з

навішуванням витримують строго встановлений час для кожного виду продукту.

Масову частку вологи W (в%) розраховують за формулою:

$$W = \frac{(M - M_1) \times 100}{M}$$

де M - маса зразка до висушування, г;

M_1 - маса зразка після висушування, г.

Результати проведених досліджень оформите у вигляді табл. 1.2, приведіть розрахунки і зробіть висновки.

Таблиця 1.1

	Точність зважування	Температура висушування	Час висушування
Зерно, мука, крупи, хліб та хлібобулочні вироби, макаронні вироби	$5 \pm 0,01$	130 ± 2	40
Кондитерські вироби та напівфабрикати:			
-печиво усіх видів, вафлі	$3 \pm 0,01$	130 ± 2	30
- пряники, кекси, рулети, східні солодощі	$3 \pm 0,01$	130 ± 2	40
- інші вироби	$3 \pm 0,01$	130 ± 2	50
Чай	$3 \pm 0,01$	130 ± 2	60
М'ясні продукти	$3 \pm 0,002$	130 ± 2	60

Таблиця 1.2

№ п/п	Харчовий продукт	Наважка, г	Температура сушіння, °С	Тривалість сушіння, хв.	Маса продукту після сушіння, г	W,%

1.2. Визначення золи.

Мінеральні речовини є природною складовою частиною структурних елементів всіх клітин і тканин. Крім макроелементів - кальцію, магнію, фосфору, хлору, сірки, в них містяться мікроелементи - мідь, залізо, йод, кобальт, цинк, нікель, ванадій і ін. Їх вміст у харчових продуктах рослинного і тваринного походження залежить від ряду факторів: виду, сорту, агротехніки, кліматичних умов, а також технології переробки.

Загальні уявлення про зміст мінеральних речовин дає масова частка золи. Зольність (X_z) багатьох харчових продуктів є нормованим показником.

Техніка виконання. Наважку аналізованого продукту масою 1,5-25 г (1,5 ÷ 2,0 г - для зерна, борошна, висівки; 3 ÷ 5 г - для м'ясо-рибний і консервованого продукту; 5 ÷ 10 г - для кондитерських виробів, крохмалю; 10 г - для фруктів і овочів; 25 г - для молока) поміщають в прожарений до постійної маси тигель (прожарювання проводять при 5000С). Якщо в продукті міститься багато вологи, то зміст тигля випарюють на водяній бані до сухого залишку, підсушують в сушильній шафі при температурі 100-1500С.

Обережно обвуглюють на електричній плитці або інфрачервоної лампи і прожарюють в муфельній печі при температурі 500-5500С. При роботі зі зразком не можна допускати його займання або розбризкування. Для прискорення озолення можна в тигель після охолодження додати кілька крапель H_2O_2 (50 г / дм³), яку потім необхідно видалити в сушильній шафі при температурі 90-1000С, а сухий залишок знову прожарити в муфельній печі до повного озолення проби.

Отримана зола повинна бути пухкої, білого або світло-сірого кольору, без обвуглених частинок.

Масову частку золи X_z (в%) розраховують за формулою:

$$X_z = \frac{100(m_1 - m)}{m_2},$$

де m_1 - маса тигля із золою, г;

m - маса тигля, г;

m_2 - маса наважки продукту, г.

Розбіжність між результатами декількох дослідів не повинно перевищувати 5%.

Результати проведених досліджень оформите у вигляді табл. 1.3, нижче приведіть розрахунки і зробіть висновки.

Таблиця 1.3

№ п/п	Харчовий продукт	Наважка, г	Температура озолення, °С	Тривалість озолення, хв	Маса золи, г	Хз, %

1.3. Контрольні питання.

1. Роль води в харчових продуктах і сировині.
2. Форми зв'язку вологи в харчовій сировині.
3. Поняття активності води (a_w).
4. Наведіть приклади харчових продуктів з проміжною вологістю.
5. Який зв'язок між стійкістю продукту при зберіганні і активністю води.
6. Методи визначення вологи.
7. Подібність і відмінність методів визначення масової частки вологи: арбітражного і прискореного.
8. Як обчислюється масова частка золи?
9. Функції мінеральних речовин в організмі.
10. Потребність організму в кальції, і за рахунок яких продуктів в основному вона задовольняється?
11. Потребність організму у фосфорі, його співвідношення з кальцієм, до чого призведе порушення цього співвідношення.
12. Хімічні процеси, що протікають в продуктах з низькою вологістю.
13. Які продукти можуть служити джерелом легко засвоюється заліза.
14. К чого призводить нестача йоду в організмі, як можна збільшити вміст йоду в раціоні.
15. Дефіцитні елементи в раціоні харчування.
16. Чем озолення відрізняється від висушування?
17. Для чого при озоленні додається H_2O_2 ?
18. Найбільше надлишкові елементи в харчових продуктах.
19. Зміненія, що відбуваються з мінеральними речовинами в процесі технологічної переробки.
20. При якій температурі ведеться озолення?

Лабораторна робота 2. Визначення біологічної цінності білків за розрахунковим показником КЕБ

Мета: ознайомитися з методикою визначення біологічної цінності за показником кеб розрахункове.

Біологічна цінність білка визначається присутністю в оптимальних співвідношеннях всіх амінокислот, особливо незамінних. Якщо білок не містить в достатній кількості хоча б однієї незамінної амінокислоти, то такий білок вважається неповноцінним в живильному відношенні, тому що він не може забезпечити нормальний білковий обмін організму людини.

Амінокислотний склад білків змінюється в широких межах. Особливо значні ці відмінності у білків рослинного і тваринного походження. Білки рослинного походження бідні на лізин, сірковмісних амінокислотами, треонін, триптофан.

Амінокислотний склад тваринних білків близький до амінокислотного складу білків людини. Вони містять достатню кількість незамінних амінокислот і, тому, є повноцінними білками. Для визначення біологічної цінності білків розроблені хімічні і біологічні методи.

Біологічними методами доцільно оцінювати готові білкові продукти, при цьому враховується біологічна цінність сумарних білків, що входять в продукт.

Все зростаюча тенденція використання нових джерел білка на харчові цілі ставить завдання швидкого визначення біологічної цінності окремих білків при багатоваріантному плануванні білкових сумішей, не вдаючись до експерименту на тварин. У цих випадках найчастіше використовують хімічний метод амінокислотних шкал або хімічних скоро. Він заснований на порівнянні амінокислотного складу досліджуваного білка з амінограмми еталонного зразка (білок ФАО) або високоякісного білка яйця, молока.

Біологічна цінність випробуваного білка визначається по першій лимітуючій амінокислоті. У еталонному білку хімічний скор кожної з 8 незамінних амінокислот приймається за 100%.

Метод хімічних скоро дає можливість в першому наближенні встановити ймовірну ефективність утилізації досліджуваного білка або білкового продукту. Однак цей метод передбачає 100% -ву засвоюваність кожної незамінної амінокислоти. Але доступність амінокислот для засвоєння залежить від багатьох факторів і, перш за все, від ступеня їх вивільнення з білків в травному тракті.

Таким чином, ступінь утилізації білка організмом залежить від співвідношення вмісту в ньому амінокислот, в першу чергу, незамінних, і від ступеня їх вивільнення з білка (переварюваність).

Ступінь утилізації білків біологічними методами при технологічних дослідженнях зазвичай визначають з ростовими методом за коефіцієнтом ефективності білка (Кеб або PER). Порівняння виробляють зі стандартним білком, в якості якого застосовують казеїн. Кеб казеїну дорівнює 2,5.

Хсю з співавторами запропонував розрахунковий метод визначення кеб, об'єднавши етапи розрахунку амінокислотних чисел (хімічних скоро) і ступінь переварюваності білків. Хсю виходить з того, що на біологічну цінність білка впливає тільки недолік тієї чи іншої незамінної амінокислоти, тому вводять поправочні коефіцієнти на ті незамінні амінокислоти, хімічний скор яких менше 100. Але добре відомо, що надмірний надлишок будь-якої незамінної амінокислоти призводить також до зниження біологічної цінності білка в цілому. В повноцінних білках молока, м'яса, яєць максимальні значення хімічних скоріше не перевищують 150, в той же час білки з нових джерел, що залучаються в їжу, можуть характеризуватися значним дисбалансом амінокислот. У зв'язку з цим ми пропонуємо модифікацію розрахункового методу визначення кеб, що враховує введення поправочних коефіцієнтів і для тих незамінних амінокислот, хімічний скор яких перевищує 150.

2.1. Визначення ступеня перетравлення білків прискореним методом.

Ступінь перетравлення білків (СПБ) характеризує швидкість атакується білків ферментами шлунково-кишкового тракту - пепсином і трипсином. В експерименті моделюються умови травного тракту. Класичною є методика визначення переварюваності по Покровському і Ертанову. Існує і прискорений метод визначення СПБ.

Ступінь перетравлення білка висловлюють як відношення білка перевареного до загального вмісту білка в продукті:

$$СПБ\% = \frac{B_{перев.}}{B_{общ.}} \times 100 \quad (1)$$

Відомо, що вміст білка визначається через вміст у ньому азоту, тоді формула (1) набуде вигляду:

$$СПБ\% = \frac{N_{перев.}}{N_{общ.}} \times 100 \quad (2)$$

Зміст азоту перевареної частини білка визначаємо, як різницю між $N_{общ.}$ і азотом в остаточній, неперетравленій частині білка, тобто

$$СПБ\% = \frac{N_{общ.} - N_{ост.}}{N_{общ.}} \times 100$$

Визначення азоту загального і азоту неперетравленого білка проводимо прискореним методом по Джаромілло. Сутність цього методу полягає в тому, що навішення сирого речовини мінералізують в спеціальній металевій гільзі при нагріванні з сумішшю уксуснокислого і їдкого натру. Виділяється при цьому аміак кількісно (в закритій системі) поглинається 0,1 н розчином сірчаної кислоти.

2.1.1. Визначення загального азоту.

Техніка виконання. Наважку 0,1 г ретельно гомогенізований проби поміщають в гільзу з алюмінієвої фольги або ручки (друкарській). При взятті навішування необхідно з'єднати рідку і щільну частини і ретельно перемішати. На навішення в гільзу насипають

45 мг пепсину, 15 мг трипсину, 3 г оцтовокислого натрію і 1,5 г порошкоподібного їдкого натру. Фольгових гільзу закривають і опускають в спеціальну суху латунну гільзу, загвинчують герметично кришкою. Гільза має відвідну трубку, до якої приєднують скляну трубку з розширенням. Кінець трубки поміщають в хімічний стакан, в який попередньо наливають 15 мг 0,1 н нормального розчину сірчаної кислоти і додають (4-5) крапель змішаного індикатора. Вміст набуває фіолетове забарвлення. Після латунну гільзу поміщають на електроплитку.

Процес мінералізації триває 1,5 години. Насичення розчин сірчаної кислоти кілька мутніє, тому що в нього виділяються гази в результаті мінералізації білка. Спалювання вважається закінченим тоді, коли бульбашки газу перестануть виділятися з трубки. Систему роз'єднують, скляну трубку промивають водою, збираючи промивні води в той же приймач. Вміст титрують 0,1 н розчином їдкого натру до моменту переходу фіолетового кольору розчину в зелений.

Розрахунок за формулою:

$$N = \frac{(A - a) \times 1,4}{H \times 1000} \times 100\%,$$

де N - кількість азоту в грамах на 100 г продукту;

A - обсяг 0,1 н. розчину H₂SO₄, взятого для поглинання аміаку, мл;

a - кількість 0,1 н NaOH, витраченого на титрування залишилася 0,1 н. H₂SO₄, мл;

1,4 - коефіцієнт перерахунку на азот; H - навішування, взята для аналізу,

2.1.2. Визначення азоту неперетравленого.

Техніка виконання. Беруть в пробірку 0,1 г ретельно гомогенізоване продукту, додають 7,5 мл 0,1 н HCl і 45 мг кристалічного пепсину. Поміщають в термостат при температурі 37°C і інкубують 1 годину при постійному легкому струшуванні. Потім до вмісту доливають 7,5 мл 20% трихлороцтової кислоти (Тху) і центрифугують, надосадову рідину зливають, а осад розводять

в 5 мл фосфатного буфера (рН = 8), додають 15 мг кристалічного трипсину і знову ставлять в термостат при тих же умовах на 6 годин. Потім беруть в облогу неперетравлені білки рівним об'ємом 20% ТХУ, вміст проби центрифугують і в осаді визначають зміст неперетравленого азоту методом Джаромілло, описаного вище для аналізу загального азоту, при цьому в гільзу для спалювання не вносять ферменти пепсин і трипсин.

2.2. Розрахунок кеб.

Етап 1. Вміст незамінних амінокислот у досліджуваному білку вносимо в табл. 2.1.

Амінокислоти	Склад у г/100г білку	
	Білок ФАО	Білок який досліджується
Лізін	5,5	
Треонін	4,0	
Метионин+цистин	3,5	
Валій	5,0	
Ізолейцин	4,0	
Лейцин	7,0	
Тірозин+фенілаланін	6,0	
Триптофан	1,0	

Етап 2. Встановлюють хімічний склад кожної незамінної амінокислоти (НАК) з урахуванням ступеня перетравлення білка:

$$НАК = \frac{\text{содержание} \cdot НАК \cdot \text{в} \cdot \text{исследуемом} \cdot \text{образце} \cdot \text{г}}{\text{содержание} \cdot НАК \cdot \text{в} \cdot \text{эталонном} \cdot \text{образце} \cdot \text{ФАО}} \times X$$

Дані представлені в табл. 2.2.

Амінокислоти	НАК, % для зразку, який досліджується

Надають вага кожному значенню НАК%, користуючись наведеною нижче табл. 2.3 коефіцієнтів (у).

Таблиця 2.3

НАК, %	Коефіцієнт	НАК, %
100	1	100-150
99-91	2	151-200
90-81	2,83	201-250
80-71	4	251-300
70-61	5,66	301-350
60-51	8	350
50-41	11,31	
40-31	16	
30-21	22,63	
20-11	32	
10-0	45-25	

Етап 3. За даними табл. 2.2 і 2.3 встановлюють «вага» для кожного значення скоря і суму ваги «у». Дані представляють табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Амінокислоти	«Вага» НАК. %
--------------	---------------

Етап 4. Обчислюють «асоційований вага» і знаходять його суму «х».

Асоційований вага:

- для НАК від 100 до 150% дорівнює 0,01;
- НАК 100% асоційований вага дорівнює $(1 / \text{НАК}\%)$ у;
- НАК 150% асоційований вага дорівнює $(y^2 / \text{НАК}\%)$, де у - коефіцієнт перерахунку (з табл. 2.3).

Етап 5. Знаходять відношення суми ваги «у» до суми асоційованого ваги «х» для досліджуваних зразків.

Етап 6. Обчислюють відношення рахунки НАК досліджуваного зразка до казеїнового стандарту:

Етап 7. Розрахунок кеб ведуть за формулою:

$$КЭБp = -2,1074 + 7,1312 \cdot (OKC) - 2,5188 \cdot (OKC)$$

2.3. Приклад розрахунку КЕБ.

Завдання: обчислити КЕБрасч білкового зразка, що має ступінь перетравлення 72,1% і такий зміст незамінних амінокислот в г / 100 г білка.

Етап 1 Заданий.

Етап 2. Знаходимо табличні дані вмісту незамінних амінокислот в зразку ФАО / ВООЗ. Розраховуємо НАК% для кожної не замінної амінокислоти. Наприклад:

НАК% лізину = $(8,6 / 5,5) \times 72,15 = 112,5$.. Всі отримані значення зводимо в табл. 2.4.

Етап 3. Надаємо «вага» кожному значенню НАК%, користуючись табл. 2.3 і знаходимо суму ваг «у».

Етап 4. Обчислюємо асоційований вага і знаходимо його суму «х».

Етап 5. Рахунок НАК = $(17,49 / 0,2318) = 75,45$.

Етап 6. Для визначення рахунку НАК казеїнового стандарту користуємося літературними даними амінокислотного складу і переварюваності. Ступінь перетравлення казеїну дорівнює 90,03%. Виходячи зі змісту амінокислот, розраховуємо необхідні параметри для казеїну (табл. 2.6).

Етап 7. КЕБр = $-2,1074 + 7,1312 \times 0,8802 - 2,5188 \times 0,8802 = 1,95$

Відповідь: Коефіцієнт ефективності досліджуваного білкового продукту склав 1,95 або 77,6% в порівнянні зі стандартним зразком, тобто засвоюється організмом гірше казеїну.

За результатами проведених досліджень і відповідних розрахунків зробити висновки.

$$OKC = \frac{\text{Счет} \cdot \text{НАК} \cdot \text{образца}}{\text{Счет} \cdot \text{НАК} \cdot \text{казеинового} \cdot \text{стандарта}}$$

Таблиця 2.5

Амінокислоти	Склад а/к г/100г білку+АО /ВОЗ	Склад а/к у зразку г/100г білку	НАК %	«Вага »(у)	Асоц. Вага (х)
Лізін	5,5	8,6	112,5	1	0,01
Треонін	4,0	7,2	62,0	5,66	(1:62)+ 5,66
Метионин+цистин	3,5	3,0	129,8	1	0,01
Валій	5,0	7,1	74,3	4	(1:74,3)+4
Ізолейцин	4,0	4,1	125,5	1	0,01

Лейцин	7,0	12,2	103,2	1	0,01
Тірозин+фенілаланін	6,0	9,6	115,4	1	0,01 2
Триптофан	1,0	3,0	216,5	2,83	(2,83)+216,5

Таблиця 2.6

Амінокислоти	г/100г білку	НАК %	Вага(y)	Асоціюєма вага (x)
Лізін	7,51	123,2	1	0,01
Треонін	3,43	77,0	4	(1:77)×4
Метионин+цистин	2,96	76,0	4	(1:76)×4
Валій	5,42	98,0	2	(1:98)×2
Ізолейцин	5,01	113,0	1	0,01
Лейцин	9,20	1118,0	1	0,01
Тірозин+фенілаланін	9,81	145,0	1	0,01
Триптофан	1,21	113,0	1	0,01

$$y = 15,0 \quad x = 0,1750$$

$$\text{Счет НАКказ} = 15,0/0,175 = 88,72$$

$$\text{ОКС} = 75,45/88,72 = 0,8802$$

2.4. Контрольні питання.

1. Поняття біологічної цінності.
2. Що таке ступінь перевариваемости?
3. Визначення хімічного скоря.
4. Поняття «еталонний» білок. Які білки найбільш близькі до еталонного?
5. Повноцінні і неповноцінні білки. Незамінні амінокислоти.
6. Лімітуючі амінокислоти.
7. Методи визначення сумарного білка продукту.
8. Методи виділення білка з навішування.
9. Дати визначення мінералізації.
10. Для чого додають ТХУ?
11. Сущность методу Джаромілло.
12. Почему метод Джаромілло вважається прискореним?
13. На чому заснований розрахунковий метод кеб?
14. Ароматіческіе амінокислоти.
15. Суть модифікації розрахункового методу кеб.
16. Формула розрахунку СПБ
17. Серосодержащіе амінокислоти.
18. Формула розрахунку коефіцієнта утилізації білка.

19. Азотистіе сполуки, присутні в продуктах харчування.

20. Суцність методу визначення ступеня перетравлення білка.

Лабораторна робота 3. Визначення харчових волокон

Мета: ознайомитися з методами визначення суми харчових волокон.

Під терміном «харчові волокна» розуміють хімічні сполуки, що входять до складу харчових продуктів рослинного походження, які не здатні розщеплюватися в травному тракті людини під дією його тканинних ферментів. За хімічною природою харчові волокна являють собою складні вуглеводи: целюлозу (клітковину), гемицелюлозу, пектинові речовини. До харчових волокон відноситься також лігнін, хоча не є вуглеводом, завжди супроводжує клітковині в досить помітних кількостях, хімічно пов'язаний з нею і практично невіддільний. У кислотних і інших середовищах гідролізується. Лігнін не є індивідуальним хімічною сполукою. Лігніном називають групу опорних речовин фенольної природи, що складаються з полімерізаторів дегідрированной спиртів.

Сумарна кількість харчових волокон можна визначити за кількістю входять до пробу окремих компонентів - клітковини, гемицелюлози, лігніну, пектинових речовин.

3.1. Визначення сирові клітковини.

Для визначення сумарних компонентів (клітковина, гемицелюлоза, лігнін) найбільш придатний метод «сирий» клітковини по Геннесбергу і Штоману. До складу «сирий» клітковини входять інкрустуються речовини (лігнін, кутин, суберин), частково гемицелюлоза, пентозани, гексозани і інші речовини. «Сиру» клітковину отримують в результаті послідовної обробки навішування кислотою і лугом в точно визначених умовах, в деякій мірі імітують дію середовища травного тракту організму. Під дією кислоти з проби віддаляються прості і складні цукор, деякі азотисті сполуки. Луг обмилують жири, розчиняє білки і частина інкрустується речовин.

Техніка виконання. Беруть наважку 3 г на аналітичних вагах і поміщають в хімічний стакан ємністю 300 мл, додають 200 мл 1,25% -ного розчину сірчаної кислоти і кип'ятять на сітці протягом 30 хв (час фіксується з моменту закипання). Для підтримки даної концентрації кислоти в склянку регулярно доливають гарячу дистильовану воду до мітки (200 мл). Воду підливають сильним струменем з промивалки так, щоб вона змивала частки, що пристали до стінок склянки. Після закінчення часу стакан знімають з нагрівального приладу, дають осісти осадку, охолоджують при кімнатній температурі. Потім рідину відсмоктують на воронці Бюхнера, після цього осад кілька разів промивають гарячою дистильованою водою до нейтральної реакції (проба на універсальну або синю лакмусовий папір).

Після промивання осад знову переносять з фільтра в той же хімічний стакан і додають 200 мл 1,25% -ного розчину їдкого натрію і кип'ятять 30 хв, регулярно додаючи воду по аналогії з сірчаною кислотою. Потім рідину відсмоктують на воронці Бюхнера, осад промивають гарячою дистильованою водою до нейтральної ре-акції (проба на універсальну або червону лакмусовий папір). Тільки після цього осад переносять на висушений і заздалегідь зважений на аналітичних вагах фільтр.

Фільтр повинен бути висушений в сушильній шафі при температурі 100-150 ° С протягом 3-4 годин. Осад на фільтрі промивають сумішшю спирту і ефіру (1: 1) для видалення жиру. Осад вважається промитим тоді, коли випливають краплі фільтрату стануть безбарвними. Потім осад разом з фільтром сушать в сушильній шафі при температурі 100-150 ° С протягом 3-5 годин.

Осад після висушування охолоджують в ексікаторі і зважують на аналітичних вагах. За різницею ваг осаду з фільтром і самого фільтра знаходять вага «сирий» клітковини, і по формулі обчислюють процентний вміст «сирий» клітковини в пробі (y),%:

$$y = \frac{100 \times b}{a},$$

де b - вага «сирий» клітковини, г;

a - навішування проби, р

3.2. Визначення пектинових речовин.

Пектинові речовини є кальцієвими і магнієвими солями полімерів частково метоксильованих галактуронової кислоти. Пектини можуть перебувати в розчинній і нерозчинній формах. Нерозчинна форма називається протопектином. При дії розбавлених кислот протопектину гідролізується до розчинної пектину.

Для визначення пектину найчастіше користуються ваговим кальцієво-пектиновим методом. Метод заснований на гідролізі пектинових речовин до полігалактуронової (пектинової) кислоти, її осадженні в формі кальцієвої солі, висушуванні і зважуванні. Нерозчинні кальцієві і магнієві солі полігалактуронової кислоти попередньо переводять в розчин цитрату амонію або натрію.

Техніка виконання. На технічних терезах відважують наважку масою 3 г, розтирають у ступці до однорідного стану і переносять в колбу місткістю 100-150 мл. Заливають 50 мл розчину HCl (0,3 моль / дм³) і нагрівають зі зворотним холодильником протягом 30 хв на киплячій водяній бані. Потім гідролізат фільтрують через складчастий фільтр в мірну колбу місткістю 250 мл. Осад з фільтром повертають в колбу, заливають 50 мл 1% -ного розчину

лімоннокислому амонію і знову поміщають на 30 хвилин на киплячу водяну баню. Після закінчення часу гідролізат фільтрують в ту ж мірну колбу, що і в перший раз. Гідролізати в обох випадках фільтруються після водяної бані без попереднього охолодження.

Далі фільтрат нейтралізують 10% -ним розчином NaOH (в середньому 5 мл) і вміст колби доводять до мітки дистильованою водою. Пектинові речовини, включаючи протопектину, знаходяться в формі пектинової кислоти.

Потім з мірної колби беруть 50 мл фільтрату, додають 50 мл 0,4% -ного розчину NaOH і залишають на ніч при кімнатній температурі для омилення метоксильних груп. На наступний день розчин нейтралізують 50 мл оцтової кислоти (1 моль / дм³) і додають 50 мл СаС₁₂ (2 мл / дм³). Для повноти реакції СаС₁₂ з пектиновою кислотою розчин відразу кип'ятять 5 хвилин або залишають на 1 годину. Після кип'ятіння осад пектати кальцію фільтрують через висушений до постійної маси беззольний фільтр. Осад на фільтрі промивають киплячою водою до зникнення позитивної реакції на хлор. Потім осад пектату кальцію разом з фільтром переносять в бюкс і при температурі 100°C доводять до постійної маси.

Виходячи з маси пектати кальцію, розраховують вміст пектину X_b (в%) за формулою:

$$X_b = \frac{0,9235 \times 100 \times M_0 \times V_1}{M \times V_2},$$

де M₀ - маса осаду пектати кальцію, г;

M - маса наважки, г;

0,9235 - коефіцієнт, що враховує масу кальцію в молекулі пектати;

V₁ - загальний обсяг гідролізату, мл;

V₂ - обсяг гідролізату, взятого для омилення метоксильних груп, мл.

3.3. Контрольні питання.

1. Дати визначення харчових волокон. Хімічна природа харчових волокон.

2. Дати визначення пектинової речовини.

3. Поняття «сира» клітковина.

4. Для чого при визначенні сирової клітковини обробляємо пробу лугом?

5. Навести приклади харчової сировини, багатого харчовими волокнами.

6. Роль харчових волокон в організмі.

7. Яке харчова сировина багато пектинові речовини?

8. Приклади використання пектинових речовин в харчовій промисловості.
9. Енергетична цінність харчових волокон.
10. На чому заснований принцип визначення сирії клітковини?
11. Метод визначення пектинових речовин і на чому він заснований.
12. На яких етапах визначення сирії клітковини використовують синю і червону лакмусовий папір?
13. Як чином знежирюють осад клітковини?
14. Як протопектину можна перевести в пектин?
15. Які реактиви використовують для перекладу пектати в розчин?
16. В вигляді якої сполуки повинні знаходитися пектинові речовини, щоб сталася реакція з CaCl_2 ?
17. Функції вуглеводів в організмі.
18. Класифікація вуглеводів.
19. Поняття «пектину» і «протопектина»
20. Як чином з проби видаляють прості і складні цукру.

Лабораторна робота 4. Визначення ступеня денатурації білка

Мета: порівняти ступінь денатурації білка при впливі на нього різних факторів

У харчовій технології особливе практичне значення мають процеси гідролізу і денатурації білків. В основі денатурації білків лежить порушення впорядкованого розташування поліпептидних ланцюгів у вторинної, третинної структурі молекули в результаті розриву деяких внутрішньо молекулярних зв'язків. При денатурації змінюються фізичні властивості білків, знижується їх розчинність, здатність до гідратації, агрегування, втрачаються біологічні властивості.

В результаті розриву внутрішньомолекулярних зв'язків (водневих, сольових) пептидні ланцюга частково розгортаються, в результаті чого функціональні групи стають більш активними або більш доступними для впливу реагентів або ферментів. Для теплової денатурації білків особливо характерно збільшення реактивності SH- груп.

Денатурація білків відбувається під впливом тепла, починаючи з 60°C, при механічному впливі (тиску, розтиранні, струшуванні і т.д.) і під дією хімічних реагентів.

4.1. Витяг білків.

Техніка виконання: Відважують 5 г борошна, заливають 10 мл розчину хлориду калію (KCl) і ставлять на встряхувач на 5 хв. Отриману суспензію переносять у центрифужну пробірку на 50 мл і додають 35 мл розчину KCl. Пробірки закривають гумовими пробками і струшують 15 хв. Через 15 хв осад відокремлюють на центрифугі при 5000 об / хв протягом 5 хв. Екстракт зливають в мірну колбу на 100 мл через лійку з ватним фільтром, який поміщають в шийку воронки. Витяг розчином KCl повторюють ще три рази, але з 10 мл розчинника. При ретельному добуванні в сольову витяжку переходить не менше 30% від загальної кількості азоту. Після додавання нової порції розчинника осад у пробірці добре перемішують паличкою. Екстракцію сольовим розчином закінчують промиванням осаду 20-30 мл дистильованої води, яку після перемішування і центрифугування зливають в мірну колбу з сольовими витяжками і доводять до мітки водою.

4.2. Денатурація білків при нагріванні.

Наважку борошна 5 г зважують в алюмінієвій бюксе на вагах і нагрівають протягом 30 хвилин в залежності від заданого режиму на водяній бані або електроплитці. Витяг білків здійснюють по п. 4.1.

4.3. Денатурація білка при механічному впливі. Відважують 5 г борошна і ретельно розтирають у фарфоровій ступці з 0,2 г скляного піску протягом 30 хв. Витяг білків здійснюють по п. 4.1.

4.4. Кількісне визначення розчинних білків. Зміст водо- і солерозчинних білків визначають колориметричним методом з біуретовим реактивом. Метод заснований на визначенні інтенсивності забарвлення, що виникає в результаті взаємодії білків з іонами міді в лужному розчині. При цьому розчин білка забарвлюється в синьо-фіолетовий колір.

Для проведення реакції 1 мл досліджуваного розчину, що містить 1-10 мг білка, змішують з 4 мл біуретового реактиву, залишають на 30 хв при кімнатній температурі в темному шафі. Після закінчення часу визначають оптичну щільність при довжині хвилі 540 нм проти води.

Розрахунок білка ведуть за формулою:

$$B = \frac{C \times V \times 100}{\Pi \times 1000},$$

де С - кількість білка, знайдене за калібрувальним графіком, мг / мл;

V - об'єм розведення, мл

П - навішування, г

1000 - переклад мг в г

4.5. Побудова калібрувального графіка.

Для побудови калібрувального графіка 100 мг кристалічного людського альбуміну розчиняють в 10 мл фізіологічного розчину і роблять такі розведення:

Розчин 1. 100 мг альбуміну + 10 мл 0,85% -ного розчину кухонної солі = 10 мг білка в 1 мл.

Розчин 2. 2 мл розчину 1 + 0,7 мл фізрозчин = 7 мг білка в 1 мл. Розчин 3. 4 мл розчину 2 + 4 мл фізрозчину = 5 мг білка в 1 мл. Розчин 4. 5 мл розчину 3 + 5 мл фізрозчину = 2,5 мг білка в 1 мл. Розчин 5. 5 мл розчину 4 + 5 мл фізрозчину = 1,5 мг білка в 1 мл. Розчин 6. 5 мл розчину 5 + 5 мл фізрозчину = 0,625 мг білка в

1 мл.

З кожного розведення беруть по одному мл для проведення біуретової реакції.

Для побудови калібрувального графіка (середні дані, отримані з 4-х повторностей) на осі ординат відкладають оптичну щільність, а на осі абсцис - концентрацію альбуміну, виражену в мг на мл вимірюваного розчину.

4.6. Розрахунок ступеня денатурації білка.

Ступінь денатурації білків встановлюють по зменшенню розчинності за формулою:

$$CD\% = \frac{(B_{исх} - B_0) \cdot 100}{B_{исх}}$$

де B_d - кількість розчинних білків після денатурації,%;

$B_{исх}$ - кількість розчинних білків у вихідній пробі до денатурації,%.

4.7. Контрольні питання.

1. Поняття денатурації.
2. Які чинники здатні денатурувати білки?
3. Чи існує різниця між денатурацією і коагуляцією?
4. Як коагуляція білків впливає на їх біологічну цінність?
5. Чи змінюються фізичні властивості білка в процесі денатурації, які саме?
6. Як змінюється біологічна активність білка при денатурації?
7. Структури білкової молекули.
8. Наведіть приклади соле-, водо-, луго-, спирторозчинних білків.
9. Які зміни можуть відбуватися з білками сировини при зберіганні в процесі технологічної обробки?
10. Що відбувається в процесі струшування белоксодержащих сировини з Ксі?
11. Для чого навішення промивають водою?
12. Какие білки переходять в фільтрат?
13. Колориметрические методи визначення білка.
14. Сущность биуретовой реакції.
15. Як розрахувати ступінь денатурації?
16. Продукт гідролізу білків.
17. В чому відмінність процесів денатурації і гідролізу білків.
18. Ферментативний гідроліз білка.
19. Что відбувається з білком при консервуванні.
20. От чого залежить швидкість гідролізу білка.

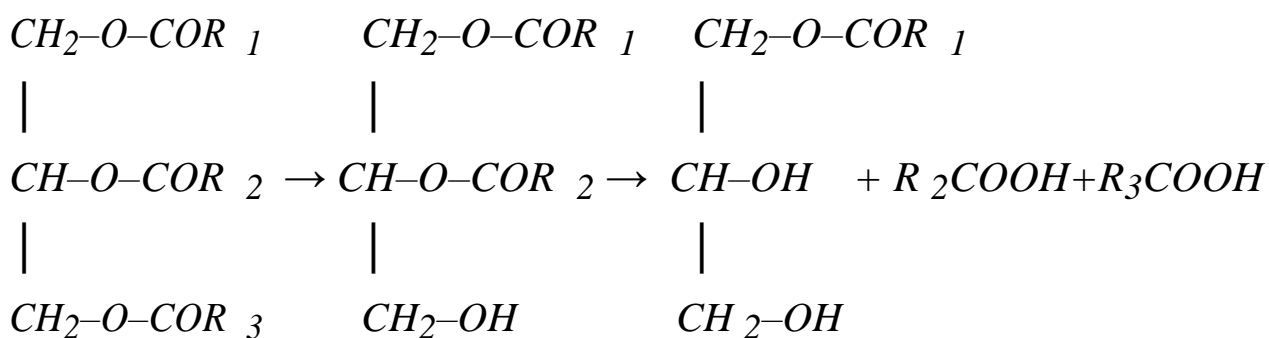
Лабораторна робота 5. Фізико-хімічні перетворення жирів

Мета: ознайомитися з основними фізико-хімічними перетвореннями в процесі зберігання і переробки.

У процесі переробки і зберігання жири піддаються гідролитическим і окислювальним перетворенням.

5.1. Гідроліз жирів.

В процесі технологічної обробки, зокрема, при нагріванні, жири здатні гідролізувати. Ступінь гідролізу залежить від режимів теплової обробки. В результаті гідролізу відбувається накопичення вільних жирних кислот за схемою:



Гідроліз жирів, як і будь-який хімічний процес, можна описати, використовуючи закони хімічної кінетики.

Хімічна кінетика вивчає залежність швидкості реакції від різних чинників: концентрації реагуючих речовин, температури, присутності сторонніх речовин (наприклад, каталізаторів), обсягу і форми посудини, в якому протікає реакція, середовища, тиску, від впливу різних випромінювань і т.п.

Формальна кінетика, не пояснюючи характеру спостережуваних залежностей детального механізму процесів, що протікають, класифікує їх за величиною молекулярної і порядку реакції, дозволяє визначити порядок реакції і константу швидкості реакції.

Швидкість реакції. Швидкість хімічної реакції визначається зміною концентрації реагуючих речовин в одиницю часу.

Швидкість реакції змінюється з плином часу. Розрізняють середню і справжню швидкість реакції. Середньою швидкістю реакції v в заданому проміжку часу називається відношення зменшення концентрації вихідної речовини або збільшення концентрації продукту реакції у часі, протягом якого це зменшення або збільшення відбулося:

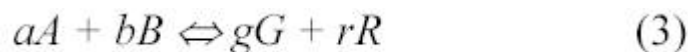
$$\bar{v} = \pm \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}, \quad (1)$$

Справжня швидкість реакції v в даний момент може бути виражена зміною концентрації за нескінченно малий проміжок часу, тобто похідною від концентрації за часом:

$$v = \pm \frac{dC}{dt} \quad (2)$$

Похідна dt / dC позитивна, якщо швидкість реакції визначається зміною концентрації одного продукту реакції, і негативна, якщо швидкість реакції визначається по зміні концентрації одного з вихідних речовин.

Наприклад, для реакції



концентрація речовини А (C_A) убуває в часі, при цьому $C_A, 2 < C_A, 1$ і $dt / dC < 0$.

Концентрація продуктів реакції в часі зростає, тобто $C_G, 2 > C_G, 1$, тому похідна від концентрації в часі має позитивне значення $dt / dC > 0$.

Часто при розрахунках за кінетичними рівняннями замість концентрації використовують інші характеристики (величини), їй пропорційні: кількість речовини, об'єм титранту, витраченого на реакцію з речовиною, кут обертання площини поляризації і т.д.

Кислотне число, яке визначається при гідролізі жирів, є величиною, пропорційною концентрації утворилися в результаті реакції вільних жирних кислот.

Порядок хімічної реакції. Кожна реакція має свій порядок. Порядок хімічної реакції дорівнює сумі показників ступеня концентрації реагентів в кінетичному рівнянні.

Так для реакції (3) кінетичним рівнянням її швидкості є вираз:

$$v = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b \quad (4)$$

І загальний порядок реакції дорівнює $a + b$ (якщо реакція не ускладнена побічними процесами).

Якщо порядок дорівнює 1, то реакцію називають реакцією першого порядку, якщо 2 - другого порядку, якщо 3 - третього порядку. Порядок реакції може бути нульовим і дробовим.

Практично визначати коефіцієнти «а» і «b» складно і трудомістким, більш доступний графічний метод, згідно з яким будують графік залежності концентрації від часу в координатах концентрацій

$$\lg C = f(\tau), \frac{1}{C} = f(\tau), \frac{1}{C^2} = f(\tau)$$

грунтуючись на рівняннях, що описують порядок реакції:

$$\lg C = \lg C_0 - \frac{2,3}{k} \tau \quad \text{реакція 1 порядку;} \quad (5)$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + \frac{1}{k} \tau \quad \text{реакція 2 порядку;} \quad (6)$$

$$\frac{1}{C^2} = \frac{1}{C_0^2} + \frac{1}{2k} \tau \quad \text{реакція 3 порядку} \quad (7)$$

Константа швидкості реакції. Величина «к» у формулі (4) називається константою швидкості. Константа швидкості чисельно дорівнює швидкості даної реакції в разі одиниці твори об'ємних концентрацій всіх реагентів або кожної концентрації окремо.

Розмірність константи швидкості залежить від тих же факторів, що і швидкість реакції, крім концентрації реагуючих речовин і часу.

Якщо будь-яка реакція протікає при постійній температурі і сталості інших умов, то константа швидкості є певною, характерною для даної реакції величиною. На відміну від цього швидкість реакції в якості її характеристики непридатна, тому що вона постійно змінюється в ході більшості реакцій. Отже, величина константи швидкості реакції може служити непрямою характеристикою інтенсивності хімічного процесу, в тому числі гідролізу жиру.

5.2. Визначення кислотного числа.

Вміст вільних жирних кислот в 1 г жиру характеризується кислотним числом жиру. Кислотне число жиру виражається кількістю мг лугу, необхідної для нейтралізації вільних жирних кислот в 1 г жиру. Для свіжого жиру значення кислотного числа не перевищує 0,02-0,5. Збільшення кислотного числа знижує сортність жиру і при кислотному числі більше 3,5 жир направляється на технічні цілі.

Техніка виконання. Кислотне число жиру визначається в пробах жиру, який піддається нагріву при заданій температурі в 0С. Через певні проміжки часу, зазначені в табл. 5.1, з загальної маси нагріваємого жиру відбирається проба для визначення кислотного числа.

У суху конічну колбу на 100 мл відважують 35 г аналізованого жиру, якщо жир застиг, то його розчиняють; розчиняють в 30-50мл нейтралізованого за фенолфталеїном суміші 2:1 (сірчаного ефіру і етилового спирту), додають 2 краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,1н розчином КОН до появи рожевого фарбування.

Кислотне число розраховують за формулою:

$$KЧ = \frac{V \cdot 5,611}{m},$$

де V - кількість мілілітрів 0,1н розчину лугу, витраченого на титрування;

m - навішування жиру, г;

5,611 - титр 0,1н розчину КОН, мл / мл.

Експериментальні дані, отримані титруванням, заносять в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Час (t), хв	0	15	30	45	60	75	90	105
Концентрація продуктів реакції (КЧ)								
Істинна швидкість реакції								

За цими даними будують графік залежності «концентрація - час» $C = f(\tau)$ (рис. 5.1).

Будують графіки залежності:

$$\lg C = f(\tau); \quad \frac{1}{C} = f(\tau); \quad \frac{1}{C^2} = f(\tau)$$

Якщо експериментальні точки на одному з графіків лягають на пряму лінію, то порядок реакції буде той, якому відповідає цей графік залежності.

Наприклад, якщо $\lg C = f(\tau)$ - пряма лінія, то порядок реакції $n=1$; якщо пряму лінію утворюють точки на графіку $1/C = f(\tau)$, то порядок реакції дорівнює 2; якщо прямолінійність спостерігається на графіку $1/C^2 = f(\tau)$, то порядок реакції $n = 3$.

Завдання 2. Для розрахунку константи швидкості реакції визначають тангенс кута нахилу одного з кінетичних рівнянь (5-7), відповідного знайденому вище порядку, тому що константа швидкості «к» являє собою коефіцієнт, що стоїть в рівнянні перед τ . Це положення ґрунтується на тому, що при графічному рішенні рівняння прямої лінії, яка в узагальненому випадку має вигляд $y = a+bx$, коефіцієнт «b», що стоїть перед аргументом, дорівнює тангенсу кута нахилу прямої лінії до осі «x».

Тангенс кута нахилу визначають по відношенню катетів трикутника, побудованого по будь-яким двом обраним точкам, які лежать на експериментальній кривій. Якщо порядок реакції дорівнює 1 - $\text{tg } \alpha = k / 2,3$, $k = 2,3 \text{ tg } \alpha$; для реакції 2-го порядку $\text{tg } \alpha = k$; для 3-го порядку: $k = \text{tg } \alpha / 2$.

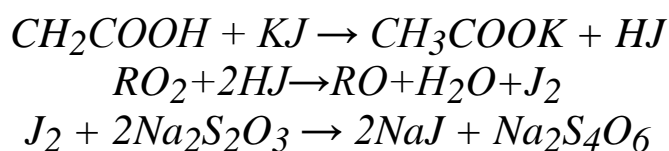
5.3. Визначення перекісного числа.

Відповідно до сучасної теорії про механізм окислення жирів первинними продуктами окислення є пероксиди. В результаті подальших перетворень пероксидів утворюються вторинні продукти окислення: спирти, альдегіди, кетони, кислоти з вуглецевої ланцюгом різної довжини, а також їх полімери. Швидкість, глибина і напрямок окислення залежать від складу жирів і масел: зі збільшенням ступеня непредельності жирних кислот, що входять до складу гліцеридів, швидкість окислення зростає. Окислювальні процеси в жирах каталізуються присутністю вологи, слідів металів, кисню повітря.

Про зміст перекісних сполук в жирі судять по перекісному числу, яке дозволяє з'ясувати окислювальні процеси і поява продуктів псування значно раніше, ніж це може бути встановлено органолептичним методом.

Перекісне число - кількість грам йоду, виділеного з йодиду калію перекісних сполуками, що містяться в 100 г жиру. Перекісне число визначається йодометричним методом, заснованим на окисленні йодистого калію перекису і гідроперекисів жиру в розчині оцтової кислоти і хлороформу і титрування виділилися йоду розчином тіосульфату натрію.

Хімізм методу представлений на схемі:



Перекісне число свіжого жиру має бути не більше 0,03%-ного йоду, зіпсованого жиру - понад 0,1%-ного йоду.

Техніка виконання. У конічну колбу на 300 мл вносять навіску масою 1 г, додають 10 мл хлороформу, після розчинення жиру доливають 10 мл крижаної оцтової кислоти піпеткою за допомогою груші і 1 мл 10%-ного розчину йодистого калію. Колбу закривають пробкою, перемішують протягом 1 хв і залишають у спокої в темному місці на 15 хв. Потім доливають 75 мл дистильованої води, ретельно перемішують і вносять 5 крапель 1%-ного розчину крохмалю. Оттитровивають виділений йод 0,01н розчином Na₂S₂O₃. Паралельно ставлять контрольний дослід.

Розрахунок перекісного числа (%):

$$ПЧ = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot 0,001269 \cdot 100}{m}$$

де V₁, V₂ - кількість 0,01н розчину Na₂S₂O₃, витрачені відповідно на робоче і контрольне титрування виділилися йоду, мл;

K - поправка до титру 0,01н розчину Na₂S₂O₃;

0,001269 - кількість йоду, що відповідає 1 мл 0,01н розчину Na₂S₂O₃, г;

m - навішування жиру, м

5.4. Контрольні питання.

1. Як можна вберегти жир від окислювального псування?
2. Які числа жиру характеризують окислювальний процес?
3. Динаміка зміни П.Ч., К.Ч., Й.Ч. в процесі зберігання.
4. На якій стадії окислення жиру з'являються зміни в органолептиці?
5. Ессенціальні фактори харчування в складі жирів.
6. Як визначити середню швидкість хімічної реакції, в тому числі гідролізу?
7. Що ви розумієте під «істинної швидкістю»? Як її вирахувати?
8. У чому сутність графічного методу визначення порядку хімічної реакції?
9. Наведіть схему ланцюгової реакції окислення жиру в загальному виді.
10. На якій стадії переробки жиромістящої сировини можливий ліполітичний процес?
11. В чому відмінність понять «формальна» кінетика і «хімічна» кінетика?
12. Як показник характеризує зміну концентрацій реагуючих речовин при гідролізі жиру?

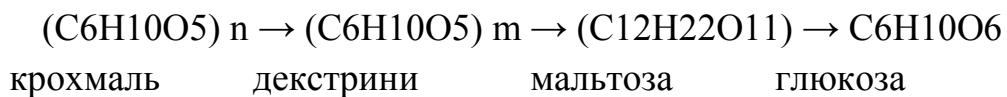
13. Кінцеві продукти гідролізу жирів.
14. Состав природних жирів.
15. Роль фосфоліпідів в харчуванні.
16. Кінцеві приклади жирних кислот групи W-3.
17. Кінцеві продукти окислення жирів.
18. Механізм дії антиокислювачів.
19. Чем пояснюється наявність індукційного періоду при окисленні жирів?
20. Чем пояснюється знебарвлення жирів при осалюванні?

Лабораторна робота 6. Визначення ступеня оцукрювання крохмалю

Мета: порівняти ефективність процесу оцукрювання крохмалю при різних режимах його проведення.

Оцукрювання крохмалю називають процес його гідролітичного розщеплення до ді-і моносахаридів. Крохмаль є полісахаридами, що складається з молекул α -глюкози, пов'язаних між собою α -1,4-зв'язком.

Схема гідролізу крохмалю має наступний вигляд:



Керуючи глибиною гідролізу крохмалю, можна отримати продукти харчування з заданим вмістом цукрів.

Хімічний гідроліз крохмалю проходить дуже повільно, тому його проводять при підвищених температурах у присутності каталізатора, яким є кислота. Швидкість оцукрювання залежить від концентрації кислоти, температури і тривалості гідролізу.

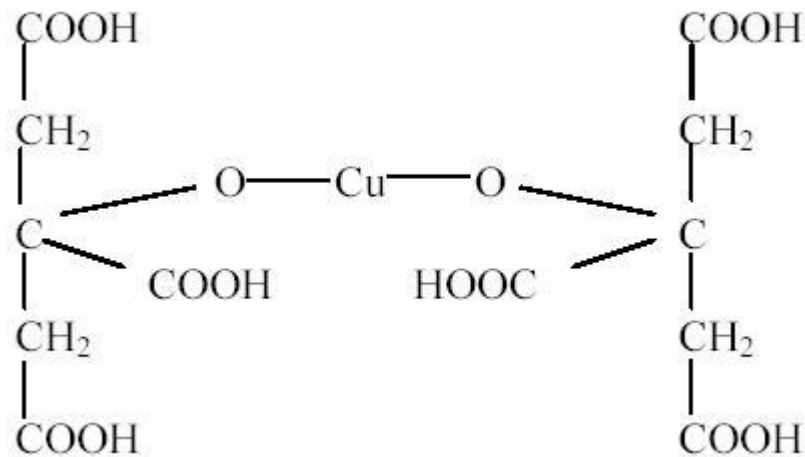
6.1. Варіанти проведення гідролізу крохмалю.

Варіант 1. Наважку крохмалю в 0,2 г заливають 50 мл гарячого розчину HCl (0,5 моль / дм³) в хімічному стакані і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 60 хв при періодичному помішуванні. *Варіант 2.* Гідроліз проводять аналогічно варіанту 1, але протягом 90 хв.

Варіант 3. Наважку крохмалю в 0,2 г заливають 50 мл гарячого розчину HCl (1 моль / дм³) в хімічному стакані і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 30 хв при періодичному помішуванні. *Варіант 4.* Гідроліз проводять аналогічно варіанту 3, але протягом 60 хвилин.

6.2. Визначення кількості зацукрованого крохмалю.

Про кількість зацукрованого (гідролізованого) крохмалю судять за вмістом утворилася з нього глюкози. Визначення глюкози засноване на її окислювально-відновних властивостях. Глюкозу окислюють оксидом міді, в складі комплексної сполуки міді з лимонною кислотою в лужному середовищі, яку створює карбонат натрію.



Комплексне з'єднання має вигляд:

Надлишок оксиду міді, що знаходиться в комплексі, визначається йодометрично на основі такої реакції:

$2\text{CuO} + 4\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cu}_2\text{I}_2 + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, що виділився йод оттитровивають розчином тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Кількість останнього, який пішов на титрування, еквівалентно кількості залишилося після окислення глюкози оксиду міді.

Техніка виконання. Після проведення гідролізу гідролізат охолоджують і в тому ж склянці нейтралізують за допомогою 30% -ного розчину NaOH , додаючи його обережно по краплях і контролюючи, щоб рН не був вище 6,5. Нейтралізований гідролізат переносять в мірну колбу на 100 мл і доводять дистильованою водою до мітки. З отриманого обсягу 25 мл переносять в мірну колбу на 100 мл, додають 25 мл мідного окисного реактиву, ставлять на азбестову дротяну сітку і нагрівають до кипіння. Кип'ятять 10 хв, швидко охолоджують до кімнатної температури і доводять водою до мітки.

У конічну колбу відбирають 25 мл яскраво синього розчину, не зачіпаючи утвореного осаду закису міді червоного кольору, додають 30 мл свіжоприготованого 10% -ного розчину KI і 25 мл 25% -ного розчину H_2SO_4 . Що виділився йод оттитровивають розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,1 моль / дм³).

Одночасно проводять контрольний досвід в таких же умовах, але замість 25 мл досліджуваного розчину беруть 25 мл дистильованої води. Різниця обсягів тіосульфату, що пішов на контрольний і робочий досліди, еквівалентна кількості оксиду міді, який пішов на окислення глюкози. Помноживши отриману різницю на 4 (оскільки з 100 мл взято 25 мл) знаходять зміст зацукрованого крохмалю в 25 мл нейтралізованого розчину (в мг) по табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку крохмалю

Кількість Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Зміст крохмалю, мг	Кількість Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Зміст крохмалю, мг
1	2,8	8	23,1
2	5,6	9	26,1
3	8,4	10	29,2
4	11,3	11	32,3
5	14,2	12	35,4
6	17,1	13	38,6
7	20,1	14	41,8
		15	45,0

З огляду на розведення гідролізату, розраховують ступінь оцукрювання крохмалю, виходячи з його кількості до гідролізу (0,2 г).

Масова частка крохмалю X (в %):

$$X = \frac{100 \cdot A \cdot V_1 \cdot V_3}{1000 \cdot m \cdot V_2},$$

де A - кількість крохмалю по табл. 6.1, мг;

V₁ - загальний обсяг гідролізату (100 мл);

V₃ - об'єм розчину після окислення глюкози (50 мл);

m - маса наважки, г;

V₂ - обсяг гідролізату для окислення глюкози (25 мл).

6.3. Контрольні питання.

1. Редукуючі і нередукуючі цукри.
2. Наведіть структурну формулу глюкози у відкритій альдегідній формі і у вигляді піранозного циклу.
3. У чому подібність і відмінність біополімерів крохмалю, глікогену і клітковини?
4. Як ви розумієте вираз «зацукрювання крохмалю»? Наведіть послідовну схему оцукрювання.
5. Фактори, що впливають на швидкість реакції гідролізу вуглеводів.
6. Порівняйте швидкість гідролізу крохмалю як фізико-хімічного та біохімічного процесів.
7. Про що говорить правило Вант-Гоффа?
8. Що таке «енергія активації»?

9. Як пов'язані енергія активації і швидкість реакції?
10. За якими параметрами можна оптимізувати процес гідролізу крохмалю?
11. Які чином з гідролізату крохмалю можна видалити колоїдні речовини?
12. На чому ґрунтується визначення глюкози в розчині?
13. Як розрахувати константу швидкості реакції?
14. Як називаються реакції взаємодії редукуючих цукрів з амінокислотами, пептидами і білками?
15. От чого залежить швидкість і глибина реакції меланоїдиноутворення?
16. Як реакція Майяра позначається на якості продуктів?
17. Дать визначення карамелізації.
18. Фактори, що впливають на ступінь карамелізації.
19. Условія утворення карамелана, карамель, карамеліна.

Розділ 2. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ

Лабораторна робота 7. Визначення харчових консервантів

Мета: ознайомитися з методиками якісного і кількісного аналізу змісту сорбінової і бензойної кислот в харчових продуктах.

У харчовій промисловості широко використовуються харчові добавки. Це природні або синтезовані речовини, навмисно вводяться в харчові продукти для додання їм певних властивостей. Серед спеціально доданих речовин, для консервування особливе значення мають хімічні сполуки, що отримали назву консервантів. Вони запобігають мікробного псування продуктів. Механізм дії консервантів на збудників різноманітний, можна виділити з них:

- консерванти, що пригнічують певну фазу проростання спор мікроорганізмів;
- консерванти, що знижують активність води в субстраті, пригнічуючи тим самим зростання і розвиток мікроорганізмів.

Кількість речовин, що консервують регламентується стандартами, так як їх поведінка в організмі неоднозначно. Їх використання дозволяється тільки тоді, коли вони технологічно необхідні і не становлять ризику для здоров'я і використовуються в інтересах споживача. Існує кілька варіантів участі їх в обміні речовин:

1) нерозчинні речовини, які, як правило, проходять незміненими через кишечник;

2) речовини, які всмоктуються з шлунково-кишкового тракту, але хімічному перетворенню не піддавалося. Вони не дають токсичних метаболітів і виводяться з організму через нирки;

3) речовини, які всмоктуються з шлунково-кишкового тракту, але після біохімічного розкладання виводяться з організму. На першому етапі вони окислюються, на другому - набувають гідрофільність (зв'язуючись з глюкуроною, сірчаною, фосфорної кислотами або іншим шляхом), тобто здатність до виведення з організму. Для даних речовин, знижений метаболізм таким чином, характерні досить швидкі біохімічні перетворення і відсутність накопичення метаболітів в організмі. Наприклад, бензойна кислота, яка в організмі людини утворює з гліцином гіппурову кислоту і виводиться через нирки.

Бензойна кислота (C_6H_5COOH) і її натрієва сіль (C_6H_5COONa) використовуються в концентраціях до 0,1% для консервування різних харчових продуктів. Незважаючи на низький консервуючий ефект, бензоат натрію застосовують частіше, ніж кислоту через кращу розчинність його у воді.

Ефективність консерванту підвищується в кислому середовищі (рН менше 5). Активність проти дріжджів вище, ніж проти цвілі. Бензойна кислота впливає на ферментативну систему мікроорганізмів, а також діє на клітинні мембрани. Бензойна кислота хороший консервант для кислої фруктово-овочевої продукції. Бензойна кислота і її солі застосовуються для консервування плодово-ягідних пюре, соків, використовуваних в кондитерському виробництві, плодово-ягідного повидла, фруктових соків, ікри рибної, рибних пресервів в кількості не більше 1000 мг / кг, а також мармеладу, пастили, меланжу, призначеного для виробництва печива в кількості не більше 700 мг / кг.

4) з'єднання, які всмоктуються і метаболізуються подібно речовин третьої групи, але їх виведення або виведення їх метаболітів відбувається повільно. Наприклад, борна і саліцилова кислоти;

5) сполуки, які після всмоктування використовуються організмом так само, як звичайні поживні речовини. Вони піддаються біо-хімічного розкладання, подібно білкам, жирам, вуглеводам. Наприклад, пропіонова і сорбінова кислоти. Сорбінова кислота застосовується з метою консервації та запобігання пліснявіння безалкогольних напоїв, плодово-ягідних соків, хлібобулочних кондитерських виробів (мармелад, джем, варення, креми), а також зернистої ікри і запобігання пліснявіння сирів, напівкопчених ковбас і при виробництві згущеного молока для запобігання його потемніння (ця кислота повністю гальмує розвиток шоколадно-коричневої плісняви в згущеному молоці). Сорбінова кислота застосовується також для обробки пакувальних матеріалів для харчових продуктів. Сорбінова кислота не володіє будь-якими шкідливими властивостями, вона пригнічує ріст більшості мікроорганізмів. Найбільшу антимікробну і антигрибкову активність сорбінова кислота проявляє в кислому середовищі. При високих значеннях рН (більше 5,5) вона діє краще, ніж бензойна, а при рН 5 сорбінова кислота діє в 2-5 разів сильніше, ніж бензойна.

За своєю структурою сорбінова кислота є простим з'єднанням, близьким до ненасичених жирних кислот. Сорбінова кислота не утворюється в тваринному організмі, але цикл її перетворень в організмі повністю відповідає перетворенням ненасичених жирних кислот, зокрема капронової. Завдяки цьому сорбінова кислота повністю утилізується організмом до вуглекислого газу і води, і може служити джерелом енергії. У той же час вона не робить антиметаболічні дії на життєво важливі жирні кислоти в організмі. Сорбінова кислота має сприятливу біологічну дію на організм, так як вона здатна підвищувати імунологічну реактивність і детоксикаційну здатність організму.

7.1. Якісне визначення бензойної та сорбінової кислот методом тонкошарової хроматографії.

Метод заснований на витяганні бензойної кислоти (БК) і сорбінової кислоти (СК) з харчових продуктів перегонкою з паром або екстракцією органічним розчинником з наступним хроматографічним розділенням їх в тонкому шарі сорбенту, елюації і через вимір оптичної щільності отриманих елюатів.

7.1.1. Виділення бензойної та сорбінової кислот.

Техніка виконання. Пробу продукту (крім напоїв) масою близько 10 г зважують з точністю до 0,01 г, подрібнюють і гомогенізують з добавкою 25 г $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ і 40 мл 1 М $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Гомогенат переносять в колбу ємністю 1 л, з'єднану з пароутворювачем (рис. 7.1), і нагрівають. У момент, коли рідина в колбі починає закипати, закривають пароутворювач пробкою і відганяють БК і СК з паром, збираючи близько 80 мл дистилату в приймач, що містить 10 мл 1М NaOH . Дистилат переносять в ділильну воронку, насипають $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (на 10 мл дистилату додають 6 г $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), підкисляють 1М $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ до рН 2,0-3,0 і екстрагують етилацетатом тричі по 10 мл. Об'єднаний екстракт сушать, додаючи 2 г прожареного безводного $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Цей екстракт позначають VI. Екстракт випарюють на ротаційному випарнику (допускається упарювання в порцеляновій чашці на піщаній бані) до обсягу 1 мл.

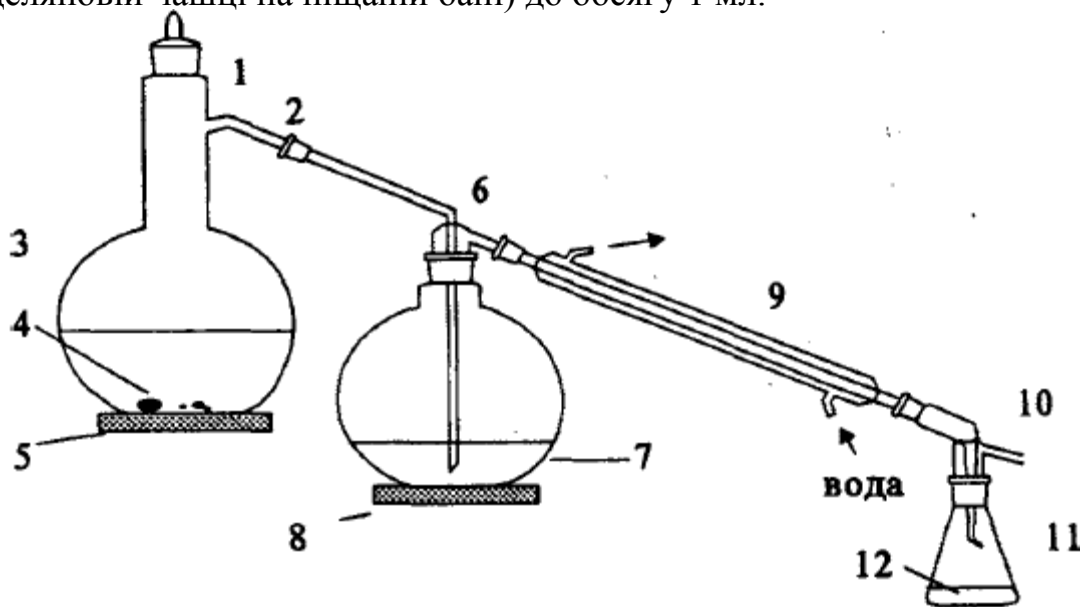


Рис. 7.1. Прилад для перегонки з паром

1-пробка пароутворювача; 2- насадка пароутворювача; 3- пароутворювач з дистильованою водою; 4- кипелки; 5- нагрівач пароутворювача; 6-насадка; 7- гомогенат продукту; 8- нагрівач; 9-холодильник; 10- алонж; 11- приймальна колба; 12- луговий розчин.

При аналізі напоїв виключають стадію відгону і, 10 мл напою розбавляють вдвічі 0,5М H₂SO₄, додаючи 10 г Na₂SO₄, інтенсивно перемішують і екстрагують БК і СК 3 рази по 5 мл етилацетату. Об'єднаний екстракт (Vi) сушать 1 г безводного прожареного Na₂SO₄. Екстракт випаровують на ротаційному випарнику або в порцеляновій чашці до кінцевого об'єму 1 мл.

7.1.2. Ідентифікація кислот

Техніка виконання. Готують суміш розчинників: петролейний ефір - хлороформ - діетиловий ефір-мурашина кислота, щодо обсягів 20,0:8,0:2,8:1,2 і заливають в камеру для тонкошарової хроматографії. Платівку «Сорбфіл УФ-254» розмічають м'яким простим олівцем і в точки 1, 4, вносять по 2 і 4 мкл розчину 3 відповідно. При цьому кількість БК в даних плямах становить 4 і 8 мкг, а СК - 0,4 і 0,8 мкг відповідно. В точки 2 і 3 вносять 3 і 10 мкл екстракту. Нанесення проб проводять на лінії «старту» мікрошприцем або каліброваним капіляром з постійним подувом повітря за допомогою, наприклад, фена. Діаметр плями на старті не повинен перевищувати 2-3 мм. Платівку опускають в камеру і хроматографують до 15 см від лінії «старту». Для цієї мети зазвичай застосовують ексикатор або кристалізатор, верх якого закритий склом. Але можна застосовувати і заводські хроматографічні камери (рис. 7.2, 7.3). Ставлять пластинку з максимальною обережністю, не збільшуючи кута нахилу платівки і уникаючи ударів об стінку хроматографічної камери. Слід дотримуватися обережності при зануренні пластинки в розчинник, щоб виключити змивання сорбенту.

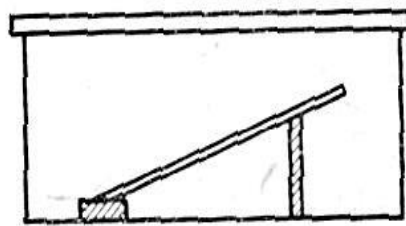


Рис. 7.2. Розташування хроматографічної пластинки в хроматографічній камері

Під дією капілярних сил розчинник починає просуватися в шарі сорбенту вгору по платівці, захоплюючи за собою аналізовані речовини. При цьому вони переміщуються з різними швидкостями (в силу властивих їм фізичних і хімічних властивостей: молекулярна вага, присутність функціональних груп, будова молекул). В шарі сорбенту відбувається їх поділ. В кінці

хроматографування межа рухомої рідини (лінія «фінішу», лінія «фронту») фіксується шляхом легкого постукування по платівці. Фронт розчинника повинен піднятися по шару сорбенту на висоту пластинки, не доходячи до верхнього її краю. Отриманий в результаті хроматографування шар сорбенту, що містить розділені речовини, називається хроматограмою. Якщо речовини не пофарбовані, то їх не видно на хроматограмі і хроматограму виявляють.

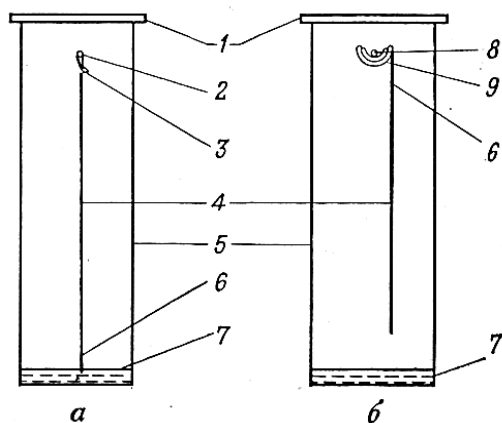


Рис. 7.3. Камери для хроматографування а) висхідним методом; б) тих, що сходять методом:

1 - кришка; 2 - тримач; 3 - затиск; 4 - папір; 5 - скляна камера; 6 - місце нанесення проби (лінія «старту»); 7 - розчинник; 8 – скляна паличка; 9 - лоток з розчинником

Потім пластинку виймають, підсушують і розглядають в УФ-світлі з довжиною хвилі 254 нм.

Виявлення або виявлення речовин на хроматограмі не слід плутати з проявом, тобто процесом перенесення розчинених речовин рухомою фазою через нерухому. Рухливу фазу часто називають елюентом.

Виявлення проводять оптичними або хімічними методами.

До числа перших методів відноситься дослідження хроматограми в УФ-світлі. З хімічних методів широко поширене виявлення речовин за допомогою обробки хроматограми різними хімічними реагентами, що дають кольорові реакції з аналізованими речовинами.

При дослідженні в УФ-променях хроматограм поділу органічних кислот наявність темних плям в екстракті по R_f відповідним стандартам свідчить про присутність досліджуваних консервантів в продукті. Плями в екстракті порінують з плямами стандартів візуально і орієнтовно оцінюють вміст

бензойної та сорбінової кислот в пробі. Темні плями в екстракті і стандартах обводять олівцем в УФ-світлі.

Величина R_f називається хроматографічної рухливостю; вона характерна для даного з'єднання в даній системі розчинників на даному сорбенті і є вираженням кількісної оцінки результатів хроматографування. Значення величини R_f визначається відношенням відстані від центру відповідної плями на хроматограмі до лінії «старту» до відстані від лінії «фронту» до лінії «старту» (рис. 7.4).

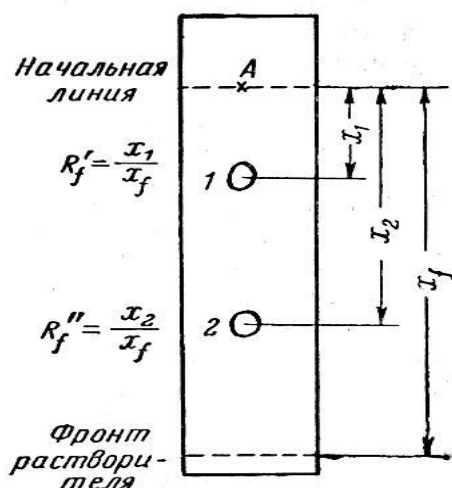


Рис. 7.4. Визначення R_f компонентів на хроматограмі:

A - точка нанесення досліджуваної речовини; початкова лінія - лінія «старту»; фронт розчинника - лінія «фронту»; X_1 , X_2 - відстані від центру відповідного плями на хроматограмі до лінії «старту»; X_f - віддалі від лінії «фронту» до лінії «старту».

Універсальними «виявлювачі» при хімічних методах є: пари йоду, концентрований розчин сірчаної кислоти, 10% розчин дихромата калію в 50%-ому розчині сірчаної кислоти. Виявлювач наносять на хроматограму шляхом обприскування. Необхідно стежити за тим, щоб обприскування проводилося досить дрібними краплями щоб уникнути порушення шару сорбенту і зміни форми плям.

Існують і специфічні «виявлювачі».

Бензойна кислота. Висушену платівку розрізають між точками 3 і 4. Одну частину обприскують розчином хлорного заліза, а потім - розчином перекису водню і нагрівають 2 хв при 80-100 °С в сушильній шафі. Поява буро-фіолетового забарвлення плям на хроматограмі екстракту, за кольором і R_f відповідних плям в стандарті БК, підтверджує наявність БК в пробі.

Сорбінова кислота. Другу частину пластинки обприскують розчином $K_2Cr_2O_4$ в H_2SO_4 , підсушують, обприскують розчином 2-тіобарбітурової кислоти і нагрівають 5 хв при 100 °С в сушильній шафі. Поява малинового забарвлення

плям на хроматограмі екстракту, за кольором і R_f відповідних плям в стандарті СК, підтверджує її наявність в пробі.

7.2. Кількісне визначення бензойної кислоти.

Суть методу визначення бензойної кислоти і бензоату натрію зводиться до приготування водної витяжки з досліджуваного продукту, осадження з неї білкових речовин, екстракції бензойної кислоти з водної витяжки хлороформом з подальшим титруванням.

Техніка виконання. Для проведення аналізу готують водну витяжку в мірній колбі на 250 мл з наважки продукту масою 20-50 г (якщо продукт твердий його подрібнюють). Додають по краплях 10% розчин NaOH до лужного середовища (проба на лакмусовому папері). Для осадження білкових речовин додають 5-10 мл $K_4 [Fe (CN)_6]$ і 5-10 мл $ZnSO_4$. Вміст колби доводять до мітки дистильованою водою, енергійно перемішують і через 5 хв фільтрують. Потім 100 мл фільтрату поміщають в ділильну воронку, нейтралізують 10% розчином HCl до нейтральної реакції, після чого додають ще 5 мл HCl. Бензойну кислоту екстрагують 4 рази хлороформом по 40- 50 мл; тривалість кожної екстракції 15-20 хвилин. Збовтування проводять круговими обертовими рухами через кожні 5 хв. Після кожної екстракції хлороформної витяжки збирають в одну колбу і потім відганяють $\frac{3}{4}$ обсягу хлороформу на водяній бані при 65 °С, після чого залишок витяжки переносять в порцелянову чашку і випарюють насухо при температурі 40-50 °С. При попаданні в витяжку водного шару, необхідно хлороформний шар промити дистильованою водою 2 рази по 5 мл.

Залишок бензойної кислоти в чашці розчиняють в 30-50 мл спирту (нейтралізованого за фенолфталеїном), додають 10 мл дистильованої води, 2-3 краплі фенолфталеїну і титрують 0,05 моль / $дм^3$ розчином NaOH. 1 мл розчину NaOH відповідає 0,0061 г бензойної кислоти або 0,0071 г бензоату натрію. Масова частка бензойної кислоти X (в %):

$$X = \frac{100 \times V \times C \times M \times V_1}{1000 \times V_2 \times m},$$

де V - об'єм NaOH, витрачений на титрування, мл; C - молярна концентрація розчину NaOH, моль / $дм^3$; M - молекулярна маса бензойної кислоти, г / моль; V_1 - загальний обсяг приготованого розчину, мл; V_2 - об'єм фільтрату, взятий для екстракції хлороформом, мл; m - маса наважки продукту, г.

7.3. Контрольні питання.

1. Суть методу визначення бензойної та сорбінової кислот.
2. Розчини, які використовуються для осадження білкових речовин.
3. Чим екстрагують бензойну кислоту з водної витяжки?

4. Для чого використовується розчин HCl?
5. У чому розчиняють залишок бензойної кислоти?
6. Поняття «харчові добавки».
7. Класифікація харчових добавок.
8. Чим відрізняються біологічно активні добавки від харчових добавок?
9. Класифікація біологічно активних добавок.
10. Принцип дії консервантів.
11. Мета введення консервантів в харчові продукти.
12. Відмінності барвників і коліркоректорів.
13. Позитивні і негативні сторони використання харчових добавок.
14. Небезпека віддалених наслідків при використанні харчової добавки.
15. Цукорозамінники. Вимоги, що пред'являються до них.
16. Наведіть приклади природних антиокислювачів.
17. Наведіть приклади харчових добавок, що прискорюють технологічні процеси.
18. Харчові добавки, заборонені в Україні
19. Головна властивість харчових добавок.
20. Роль БАД в харчуванні.

Розділ 3. БЕЗПЕКА ЇЖИ

Лабораторна робота 8. Визначення нітратів

Мета: ознайомитися з методами визначення нітратів в харчових продуктах.

Інтенсифікація виробництва овочів призводить до застосування азотистих добрив. Це тягне за собою підвищення вмісту в сировині і, отже, в продуктах харчування нітратів, які можуть відновлюватися в нітрити в верхніх відділах травного тракту і мати шкідливий вплив на організм людини.

На концентрацію нітратів в рослинах впливає брак світла, строки збирання врожаю. Так, збільшення тривалості вегетації у весняний період позитивно позначається на зниженні вмісту нітратів в овочах. У молодих рослинах нітратів на 50-70% більше, ніж в зрілих.

При зберіганні овочів може відбуватися мікробіологічне відновлення нітратів під дією ферментів нітратредуктаз. Тому для продуктів, що містять нітрати, небезпечні високі температури протягом тривалого часу.

Встановлено, що нітрати можуть пригнічувати активність імунної системи організму, знижувати стійкість організму до негативного впливу факторів навколишнього середовища. Нітрати і нітрити також здатні змінювати активність обмінних процесів в організмі. Допустима добова доза надходження нітратів з їжею становить 300-350 мг.

8.1. Іонометричний метод.

Найбільш простим і експресним методом визначення нітратів є іонометричний, але його можна застосовувати тільки при контролі свіжої рослинної продукції.

Більш універсальним методом, придатним при аналізі нітратів як в сировині, так і в готовій продукції, є фотометричний метод.

Сутність іонометричного методу полягає в отриманні нітратів з аналізованого матеріалу розчином алюмокалієвих квасцов з подальшим вимірюванням їх концентрації, в отриманій витяжці, за допомогою іоноселективного електрода. Для прискорення аналізу замість витяжки може бути використаний сік продукції, розведений розчином алюмокалієвих квасцов. При аналізі капусти, для руйнування домішок, що заважають визначенню нітратів, додатково проводять їх окислення марганцевокислим калієм. Нижня межа виявлення нітратів - 6 мг на 1 л розчину, який аналізують. Межа надійного визначення нітратів в аналізованій пробі - 30 мг / кг.

Техніка виконання. 10 г подрібненого матеріалу зважують з точністю до другого десяткового знака, поміщають склянку гомогенізатора або подрібнювача, наливають 50 мл 1% розчину алюмокалієвих квасцов і гомогенізують протягом 1 хвилини при частоті обертання 6000 хв⁻¹. При відсутності гомогенізатора пробу з галуном перемішують в склянці з допомогою мішалки протягом 3-х хвилин. В отриманій суспензії визначають концентрацію нітрат-іонів. Гомогенізацію можна замінити розтиранням маси в ступці з прожареним піском або битим склом, або 15-хвилинним нагріванням суспензії в киплячій водянній бані з подальшим охолодженням.

При аналізі капусти 10 г подрібненої сировини поміщають в стакан на 100 мл, наливають 50 мл екстрагуючого розчину, перемішують за допомогою мішалки протягом 3-х хвилин. Не припиняючи перемішування, додають 2-3 краплі 33%-го розчину перекису водню до знебарвлення розчину. В отриманій суспензії вимірюють концентрацію нітрат-іонів.

Для аналізу соку відбирають піпеткою 10 мл соку, додають 50 мл 1%-го розчину алюмокалієвих квасцов, перемішують і в отриманому розчині визначають концентрацію нітрат-іонів.

Вимірювання концентрації нітрат-іонів проводять безпосередньо в логарифмічних одиницях рCNO₃ (рCNO₃ = -log C NO₃) за шкалою іономіра, попередньо отградуированого по розчинам порівняння, або в мілівольтах з подальшим визначенням наявності рCNO₃ за градууювальним графіком, побудованим за результатами вимірювання ЕРС електродної пари в розчинах порівняння або в одиницях концентрації, відповідно до інструкції до приладу.

Перед початком роботи вимірюють показання розчинів порівняння в порядку зростання концентрації, починаючи з меншою: з (NO₃) = 0,0001 моль / дм³.

Перед зануренням електродів (іоноселективного нітратного і електрода порівняння - хлоросеребряного) досліджувані суспензії збовтують. Показання приладу зчитують не раніше, ніж через 1 хвилину після припинення дрейфу показання приладу. Температура випробовуваних проб і розчинів порівняння повинна бути однаковою.

Після кожного вимірювання електроди обполіскують дистильованою водою і промокають фільтрувальною папером.

За отриманого значення величини рCNO₃ - визначають зміст нітрат-іонів в мг / кг в досліджуваному продукті.

Оцінку якості продукції проводять відповідно до допустимими рівнями вмісту нітратів в рослинних продуктах. Допустимі відхилення від ГДК при утриманні нітратів до 100 мг / кг

- 20%, понад 100 мг / кг - 24%.

8.2. Спектрофотометричний метод.

Принцип методу. Визначення нітратів засноване на освітленні безбарвного комплексу нітратотолуолів. Метод має велику чутливість в порівнянні з існуючими, тому що нітрати визначаються безпосередньо, без попереднього їх відновлення з нітритів. Чутливість методу - 0,016 мг / кг.

Техніка виконання. 25 г подрібненого продукту (овочі - на тертці, зернові - на кавомолці, м'ясні вироби - в м'ясорубці) поміщають в колбу Ерленмейера на 250 мл з притертою пробкою, витягають присутні токсичні речовини 50-100 мл дистильованою водою з овочів, зернових (плюс 5 мл - концентрованої оцтової кислоти в разі м'ясних виробів) при збовтуванні на струшувачі протягом 15 хв. Потім екстракт фільтрують через ватяний фільтр і додають до нього 25-50 мл суспензії гідроксиду алюмінію. Після 30-хвилинного контакту, коли осад гідроксиду алюмінію стане сірого кольору, його фільтрують через беззольний складчастий фільтр (синя, червона, жовта стрічка), а в фільтраті визначають нітрати.

Для визначення нітратів до 5 мл розчину, який аналізують, розміщеного в конічну колбу на 100 мл з притертою пробкою, додають 5 мл толуолу і 15 мл сірчаної кислоти (3:1). Розчин струшують протягом 5 хв в ділильній воронці і після охолодження до 20 °С відокремлюють безбарвний органічний шар і вимірюють оптичну щільність на спектрофотометрі при $\lambda = 284$ нм, в кюветі $l = 1$ см проти дистильованої води. Зміст нітрату визначається за відповідним каліброваним графіком, для побудови якого використовується стандартний розчин нітрату калію. При визначенні нітратів розчином порівняння служить дистильована вода.

Вміст нітратів в пробі розраховують за формулою:

$$X = \frac{A \cdot V \cdot 0,001 \cdot 1000}{m \cdot V_1},$$

де A - зміст визначених речовин в мкг, яка розраховується за калібрувальним графіком;

V - загальний об'єм фільтрату, мл;

V_1 - аналізований обсяг, мл;

0,001 - коефіцієнт перерахунку мкг в мг;

1000 - коефіцієнт перерахунку г в кг;

m - навішування продукту, м

Лабораторна робота 9. Виявлення антибіотиків в молоці

Мета: ознайомитися з методикою визначення антибіотиків у молоці.

Антибіотики в молоці є чужорідними речовинами, можуть потрапити в нього при безпосередньому лікуванні вимені або опосередковано, через корми або при лікуванні самої тварини. Методи виявлення антибіотиків в молоці засновані на відновленні розазуріна або метиленового блакитного при розвитку в молоці чутливого до антибіотиків мікроорганізму виду *Streptococcus thermophilus*. Метод дозволяє виявити пеніцилін більш 0,01 МО / мл, стрептоміцин більше 30 мкг / мл, тетрациклін - від 1 МО / мл, олендоміцин - від 10 МО / мл.

9.1. Визначення антибіотиків.

Техніка виконання. У чисту пробірку наливають 10 мл досліджуваного молока, закривають гумовою пробкою і нагрівають на водяній бані до 85-90 °С з витримкою 10 хвилин, потім охолоджують до 42-45 °С. Після цього в пробірку вносять стерильною піпеткою 0,3 мл робочі тест-культури. Вміст пробірки ретельно перемішують шляхом 3-разового перевертання, після чого пробірку витримують у водяній бані при температурі 42-43 °С протягом 1 год 40 хв - 2 год 20 хв. Потім в пробірку вносять 1 мл 0,05%-го розчину розазуріна з температурою не нижче 18-20 °С і ретельно перемішують, перевертаючи пробірку. Пробірку з молоком і розазуріном витримують при 42-43 °С протягом 15 хв.

У разі використання метиленового блакитного його вносять одночасно з робочою тест-культурою в кількості 0,1 мл 0,5%-го розчину.

Примітка: розчини розазуріна і метиленового блакитного готуються на дистильованій кип'яченій воді.

9.2. Читання результатів.

При відсутності в молоці антибіотиків, ферменти, що виділяються термофільним стрептококом, відновлюють барвник, і молоко буде мати білий або рожевий колір. При наявності антибіотиків, вони інгібують розвиток тест-культури, в результаті чого вона не виробляє ферменти, і барвники не відновлюються. При цьому молоко забарвлене в їх колір: у випадку з розазуріном - синьо-сталекий, синьо-фіолетовий, у випадку з метиленовим блакитним - блакитний. Блакитне кільце, що утворюється в пробірці на поверхні молока висотою 1 см, не враховують.

9.3. Контрольні питання.

1. Що таке нітрати?
2. Чому говорять про небезпеку нітратів для людей?
3. Допустима добова доза нітратів для людини.
4. Основні джерела попадання нітратів в їжу.
5. Як зменшити вміст нітратів в процесі технологічної переробки?
6. Сутність іонометричного методу визначення нітратів.
7. Переваги та недоліки іонометричного методу.
8. Сутність спектрофотометричного методу.
9. Гідність спектрофотометричного методу.
10. Пояснити, чому контролюється вміст нітратів, якщо відомо, що нітрати є нормальним продуктом обміну азотистих речовин будь-якого організму.
11. Причини виникнення метгемоглобінемії.
12. Поняття ксенобіотиків.
13. Промзабруднення.
14. Загальні властивості ксенобіотиків.
15. Шляхи забруднення харчової сировини і готових продуктів.
16. Контаменанти, що потрапляють в харчові продукти в результаті хімізації сільського господарства.
17. Антибіотики, шляхи їх потрапляння в харчові продукти.
18. У яких продуктах виявлено значну кількість нітрито-амінів?

Додаток 1

Таблиця 1

Допустимі рівні вмісту нітратів в продуктах рослинного походження
СанПіН 42-123-469-88

Пищевой продукт	Содержание нитратов, мг/кг	
	из открытого грунта	из закрытого грунта
Картофель	250	-
Капуста белокочанная:		
-ранняя (до 1 сентябрь)	900	-
-поздняя	500	-
Морковь:		
-ранняя (до 1 сентября)	400	-
-поздняя	250	-
Томаты	150	300
Огурцы	150	400
Свекла столовая	1400	-
Лук репчатый	80	-
Лук-перо	600	800
Зеленые культуры (салаты, капуста салатная, петрушка, сельдерей, укроп и т.д.)	2000	3000
Дыни	90	-
Арбузы	60	-
Перец сладкий	200	400
Кабачки	400	400

Переклад значень $pC_{NO_3^-}$ в масову частку нітратів в NO_3^- (млн⁻¹, мг / кг) при аналізі витяжки з капусти білокачанної, моркви, томатів, огірків, цибулі-перо, дині, кавуни, гарбузи, перцю солодкого, кабачків, зелених культур, яблук, груш (Н: V = 1: 5)

$pC_{NO_3^-}$	Сотые доли $pC_{NO_3^-}$									
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
1,6	9188	8979	8775	8575	8380	8189	8003	7821	7643	7460
1,7	7299	7138	6970	6812	6656	6505	6357	6212	6071	5933
1,8	5798	5669	5537	5411	5287	5167	5049	4935	4822	4712
1,9	4606	4500	4398	4298	4200	4101	4011	3920	3830	3743
2,0	3653	3576	3493	3414	3336	3260	3186	3113	3043	2973
2,1	2906	2840	2775	2712	2650	2590	2531	2473	2417	2362
2,2	2308	2256	2204	2154	2105	2057	2010	1964	1920	1876
2,3	1833	1792	1751	1711	1672	1634	1597	1560	1525	1490
2,4	1456	1423	1391	1350	1328	1298	1268	1239	1211	1184
2,5	1157	1130	1105	1080	1055	1031	1007	985	962	940
2,6	919	898	877	858	838	819	800	782	764	747
2,7	730	713	697	681	666	650	636	621	607	593
2,8	580	576	554	541	529	517	505	439	482	471
2,9	461	450	440	430	420	410	401	392	383	374
3,0	336	357	349	341	334	326	319	311	304	297
3,1	291	284	277	271	265	259	253	247	242	236
3,2	231	226	220	215	210	206	201	196	192	186
3,3	183	170	175	171	167	163	166	156	152	149
3,4	146	142	139	136	133	130	127	124	121	118
3,5	116	113	110	108	106	103	101	98	96	94
3,6	91,9	89,8	87,7	85,8	83,8	81,9	80,0	78,2	76,4	74,7
3,7	73,0	71,3	69,7	68,1	66,6	65,0	63,6	62,1	60,7	59,3
3,8	58,0	56,7	55,4	54,1	52,9	51,7	50,5	49,3	48,2	47,9
3,9	46,1	45,0	44,0	43,0	42,0	41,0	40,1	39,2	38,3	37,4
4,0	36,6	35,7	34,9	34,1	33,4	32,6	31,9	31,1	30,4	29,7

ПРИГОТУВАННЯ РОЗЧИНІВ**Лабораторна робота 2.**

Реактиви (2.2.1): сірчаноокислий натрій; їдкий натрій; пепсин; трипсин; 0,1 н розчин сірчаної кислоти; індикатор Таширо (змішаний); 0,1 н розчин їдкого натрію; 0,1 н розчин соляної кислоти; 20%-ва трихлороцтова кислота; фосфатний буфер рН 8,0.

Лабораторна робота 3.

Реактиви (3.1): 1,25%-вий розчин сірчаної кислоти; 1,25%-вий розчин їдкого натрію; етиловий спирт; ефір.

Визначення пектинових речовин:

Реактиви (3.2): 0,3 моль / дм³ розчин соляної кислоти; 1%-вий розчин лимоннокислого амонію; 10%-вий розчин їдкого натрію; 0,4%-вий розчин їдкого натрію; 1 моль / дм³ розчин оцтової кислоти; 2 моль / дм³ розчин хлориду кальцію.

Лабораторна робота 4.

Реактиви (4.1): 0,5 М розчин хлориду калію; біуретовий реактив. Приготування біуретового реактиву. 4,5 г сегнетової солі (винно-кислий натрій-калій (NaKC₄H₄O₆ • 4H₂O)) розчиняють в 40 мл 0,2 моль / л розчині їдкого натру, додають 1,5 г сульфату міді і 0,5 г йодиду калію і розчиняють. Доливають до 100 мл 0,2 моль / л розчином їдкого натру. Реактив стабільний при зберіганні в посуді з темного скла.

Робочий розчин біуретового реактиву: 20 мл біуретового реактиву змішують з 80 мл 0,5%-го розчину йодиду калію. розчин стабільний

Примітка. Біуретову реакцію можна проводити в присутності солей амонію на увазі утворення мідноаміачних комплексів.

Лабораторна робота 5.

Реактиви (5.2): суміш діетилового ефіру і етанолу (2: 1); 1%-вий спиртовий розчин фенолфталеїну; 0,1 н розчин їдкого калію або натрію.

Реактиви (5.3): хлороформ; крижана оцтова кислота; 10%-вий розчин йодистого калію; 1% -ний розчин крохмалю; 0,01 н розчин Na₂S₂O₃.

Лабораторна робота 6.

Реактиви (6.2): 0,5 моль/дм³, 1 моль/дм³, 2 моль/дм³, 2,5 моль/дм³ розчини соляної кислоти; 30%-вий розчин їдкого натрію; 10%-вий розчин

жовтої кров'яної солі; 15%-вий розчин сульфату цинку; мідний окислювальний реактив; 10%-вий розчин йодиду калію; 25%-вий розчин соляної кислоти; 20%-вий розчин роданистого калію або амонію; 0,1 моль/дм³ розчин тіосульфату натрію.

Розчин А: 25 г CuSO₄ • 5H₂O розчиняють в 100 см³ дистильованої води.

Розчин Б: 144 г Na₂CO₃ безводного розчиняють в 300-400 см³ води при температурі 50 °С.

Розчин В: 50 г лимонної кислоти розчиняють в 50 см³ води. З'єднують розчини А і Б і перемішують до утворення діоксиду вуглецю. До отриманої суміші додають розчин В і залишають суміш для охолодження до кімнатної температури. Потім обсяг доводять дистильованою водою до 1 дм³ і через добу фільтрують. Після 50-кратного розведення дистильованою водою рН розчину має становити 10 ± 0,1.

Лабораторна робота 7.

Розчин 1. Відважують 100 мг бензойної кислоти, переносять в мірну колбу на 25 см³ і доводять до мітки етилацетатом (концентрація отриманого розчину 4 мг / см³).

Розчин 2. Відважують 40 мг сорбінової кислоти, переносять в мірну колбу на 100 см³ і доводять до мітки етилацетатом (концентрація отриманого розчину 0,4 мг / см³).

Розчин 3. Змішують рівні об'єми розчинів 1 і 2. Концентрація БК в отриманому розчині 2,0 мг/см³, СК - 0,2 мг/см³. Реактиви (7.2): 15%-вий розчин железистосинеродистого калію; 30%-вий розчин сірчанокислового цинку; 10% розчин соляної кислоти; хлороформ; 95%-вий етиловий спирт; фенолфталеїн; 0,05 моль/дм³ розчин їдкого натрію; 10%-вий розчин їдкого натрію.

Лабораторна робота 8.

Реактиви (8.1): 1%-вий розчин алюмокалієвих квасцов; 33%-вий розчин перекису водню.

Лабораторна робота 9.

Приготування робочої тест-культури (9.2):

Робочу тест-культуру готують з колекційної. У пробірку з 10 мл стерильного знежиреного молока вносять 1 петлю культури *Streptococcus thermophilus* і витримують в термостаті при 42-43 °С протягом 16-18 год. Колекційну тест-культуру зберігають при 6-8 °С і зупиняють через 10-14 діб. З цієї культури беруть 1 петлю в пробірку з 10 мл стерильного знежиреного молока і витримують в термостаті 16-18 год при 42-43°С.

Для проведення аналізу використовують 1-2-добову культуру за умови зберігання її в холодильнику при 6-8 °С.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1991.
2. Голубев В.Н. Основы пищевой химии: курс лекций для студ. высших учеб. заведений / В.Н. Голубев. – М.: МГЗИПП, 1997. – 224 с.
3. Нечаев А.П. Пищевая химия: курс лекций / А.П. Нечаев; МГУПП – М.: Изд. комплекс МГУП, 1998. – Ч. I, Ч. II.
4. Павлоцкая А.Ф. Физиология питания / А.Ф. Павлоцкая, Н.М. Дуденко, М.М. Эльман. – М.: Высшая школа, 1989.
5. Безвредность пищевых продуктов / под ред. Р. Говарда Робертса; пер. с англ. – М.: Агропромиздат, 1986.
6. Росивал Д. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах / Д. Росивал, Р. Эгест, А. Соколай. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
7. Уголев А.М. Естественные технологии биологических систем / А.М. Уголев. – Л.: Наука, 1987.
8. Чиркина Т.Ф. Роль пищевых добавок в повышении качества мясных консервов / Т.Ф. Чиркина, В.И. Хлебников; Обзор. инф. ЦНИИТЭИ мясо-мол. пром-сть. – М., 1986. – Сер. «Мясн. про-мышленность».
9. Денис В. Биохимия чужеродных соединений / В. Денис, Н. Парк. – М.: Медицина, 1973.
10. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах, внешней среде: справочное издание / под ред. М.А. Клисенко. – М.: Колос, 1983.
11. Крутошикова А. Подслащивающие вещества в пищевой промышленности / А. Крутошикова, М. Угер. – М.: Агропромиздат, 1988.
12. Эмануэль Н.М. Химия и пища / Н.М. Эмануэль, Г.Е. Зайков. – М.: Наука, 1986.
13. Чиркина Т.Ф. Методические указания по определению биологической ценности белков расчетным методом КЭБ / Т.Ф. Чиркина, Е.И. Чебунина, Т.Г. Думнова. – Улан-Удэ, 1987.
14. Эйхлер В. Яды в нашей пище / В. Эйхлер; пер. с нем. – М.: Мир, 1993.
15. Булдаков А.С. Пищевые добавки: справочник / А.С. Булдаков. – СПб.: Ut, 1996. – 240 с.
16. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности: свойства и применение / Э. Люк, М. Ягер. – 1998. – 256 с.
17. Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 352 с.

Навчальний посібник

Мєнафова Юлія Валентинівна

САНТАЛОВА Ганна Олександрівна

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ДИСЦИПЛІНИ
«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ»**

для студентів спеціальності 102 «Хімія»

денної форми навчання

За авторським редагуванням