

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

"Харківський політехнічний інститут"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з курсу

«ХІМІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК»

РОЗДІЛ «ІДЕНТИФІКАЦІЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК»

для студентів спеціальності

161 «Хімічні технології та інженерія»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

"Харківський політехнічний інститут"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з курсу

«ХІМІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК»

РОЗДІЛ «ІДЕНТИФІКАЦІЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК»

для студентів спеціальності
161 «Хімічні технології та інженерія»

Затверджено
Вченою радою
Навчально-наукового інституту
хімічних технологій та інженерії,
протокол № 8 від 24.05.2021 р.

Харків
НТУ "ХПІ"
2021

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Хімічна інженерія харчових добавок», розділ «Ідентифікація харчових добавок» для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / Укладачі: А. П. Белінська, Т. О. Овсяннікова, Т. В. Школьнікова, В. С. Марченко, Т. В. Соколова – Харків: НТУ «ХП», 2021. – 37°с.

Укладачі: А. П. Белінська
 Т. О. Овсяннікова
 Т. В. Школьнікова
 В. С. Марченко
 Т. В. Соколова

Рецензент Заступник директора Українського
 науково-дослідного інституту олій
 та жирів НААН України,
 кандидат технічних наук,
 старший науковий співробітник
 В. Ю. Папченко

Кафедра органічного синтезу та нанотехнологій

ВСТУП

Харчові добавки в даний час фактично є основою всієї харчової промисловості та незамінною частиною більшості продуктів харчування. Завдяки наявності харчових добавок значно вдосконалено як технологічні процеси приготування продуктів харчування, так і виробничі. Термін придатності будь-якого продукту з харчовою добавкою значно збільшується, що тільки позитивно позначається на прибутках підприємства.

З огляду на зростаючі обсяги споживання харчових добавок і високу імпортозалежність харчової та переробної промисловості від їх поставок є очевидною необхідність розвитку даного сектора промисловості і перехід підприємств на продукцію вітчизняних виробників харчових добавок.

Методичні вказівки призначено для студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» і включають в себе методики вилучення харчових добавок із рослинної сировини, а також основні методи їх дослідження та ідентифікації.

Результати лабораторних робіт оформлюються в робочий зошит. Оформлена лабораторна робота складається з наступних частин:

- 1) назва роботи;
- 2) опис мети роботи;
- 3) надання коротких теоретичних відомостей з теми роботи;
- 4) опис технічного оснащення і методики проведення дослідів;
- 5) отримані в ході проведення дослідів результати;
- 6) спостереження результатів дослідів (у вигляді таблиці);
- 7) аналіз даних, отриманих в ході проведення дослідів;
- 8) висновки роботи.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТІВ

Барвники та ароматизатори, що природним чином містяться в харчовій сировині, є вельми нестійкими. У жорстких умовах промислової переробки і при тривалому зберіганні вони часто випаровуються і руйнуються. Тому є доцільним додавання в продукт подібні або аналогічні харчові добавки ззовні. Крім того, починаючи з кінця ХІХ ст. і особливо в другій половині ХХ ст., з'явилися харчові продукти, які потребують надання привабливого вигляду, аромату, колірної і смакової різноманітності (наприклад, жувальна гумка, соєві продукти). Цим прийомом успішно користуються і для розширення асортименту традиційних продовольчих товарів, наприклад кондитерських кремів або алкогольних напоїв.

Барвники поділяють на натуральні і синтетичні. *Натуральні* барвники виділяють фізичними способами з рослинних і тваринних джерел (екстракція, перегонка, сублімація та ін.). Іноді їх піддають *хімічній модифікації* для поліпшення технологічних і споживчих властивостей. Ряд барвників отримують не тільки їх виділенням з природної сировини, а й *синтетично*. Наприклад, β -каротин, що виділений з моркви, за своєю хімічною будовою відповідає β -каротину, отриманому мікробіологічним або хімічним шляхом.

За *хімічною природою* барвники природного походження найчастіше є флавоноїдами (антоціани, флавори, флавоноли) і каротиноїдами. Крім того, в природі широко поширений хлорофіл, зустрічаються бетанін, рибофлавін, кармін, ряд пігментів, рослинне вугілля. До натуральних барвників відносять також цукровий (карамельний) колір.

Синтетичні харчові барвники – це органічні сполуки, що не зустрічаються в природі, тобто штучні. З хімічної точки зору їх можна розділити на азобарвники, триарилметанові, ксантані, хінолінові, індигоїдні. Всі вони застосовуються зазвичай у формі натрієвих солей. Висока розчинність в воді дозволяє вносити їх в продукт у вигляді водних розчинів або розчинів в рідких компонентах продукту. Якщо необхідний нерозчинний барвник, наприклад для фарбування драже, використовують пігменти або алюмінієві лаки, які отримують взаємодією натрієвих солей відповідних барвників з гідроксидом алюмінію.

Харчові *ароматизатори* – це добавки, які вносять в харчовий продукт для поліпшення його аромату і смаку, представляють собою смакоароматичну речовину (наприклад, ефірні олії) або суміш смакоароматичних речовин з розчинником або сухим носієм (наповнювачем), або без них. Ароматизатори, ефірні олії являють собою багатокомпонентні суміші органічних сполук (ароматичних, аліциклічних і аліфатичних карбонільних сполук, спиртів, кислот, ефірів і т.ін.), які в процесі отримання, зберігання і використання в харчових продуктах піддаються окисненню киснем повітря. При цьому знижується біологічна цінність, погіршуються органолептичні властивості і зменшуються терміни збері-

гання харчових продуктів. Ароматизатори прийнято поділяти на натуральні, ідентичні натуральним і штучні.

Ароматизатори можуть випускатися у вигляді *рідких* (розчини або емульсії), *сухих* і *пастоподібних* продуктів. Рідкі ароматизатори, як правило, дешевше аналогічних сухих і призначені для більшості харчових продуктів (кондитерських та випечених виробів, напоїв, олієжирової та молочної продукції, морозива та ін.). Емульсійні ароматизатори застосовуються для замушених напоїв, ковбасних виробів, м'ясних і рибних напівфабрикатів, соусів, кетчупів, майонезів, приправ та інших продуктів. Сухі ароматизатори призначені для виробництва харчових концентратів, м'ясних і ковбасних виробів, екструдованих продуктів тощо.

Ароматизатори отримують в результаті *фізичних* (екстракція, дистиляція, розчинення, змішування) або *хімічних* (синтез, реакція Майяра, димоутворення при горінні або піролізі) процесів. Для отримання ароматичних компонентів можуть використовуватися плоди, кора, смолисті виділення, гілки, листя, квіти і коріння рослин.

Рідкі ароматизатори у вигляді розчинів виробляють розчиненням рецептурних кількостей ароматичних компонентів в 1,2-пропіленгліколі, етанолі, триацетині з подальшою фільтрацією. Рідкі емульсійні ароматизатори отримують емульгуванням ароматичних компонентів у воді з використанням спеціальних видів устаткування і добавок.

Сухі ароматизатори виробляють нанесенням ароматичних компонентів на відповідний носій в порошкоподібній формі (сіль, цукор, крохмалі та їх похідні тощо) при ретельному перемішуванні. Цей метод можна застосовувати лише для малолетючих і стійких до окиснення ароматичних компонентів. Більш складний варіант передбачає подальше інкапсулювання, наприклад смолою акації, що частково запобігає втраті летких речовин та їх окисненню. Найбільш дорогим способом, але який дає найкращі результати, є отримання емульсії ароматичної композиції в розчині агента інкапсуляції (смоли акації, мальтодекстрину та ін.) з наступним сушінням в розпилювальній сушарці.

«*Реакційні*» або «*технологічні*» ароматизатори (рідкі, сухі, пастоподібні) виробляють за допомогою реакції Майяра взаємодією редукуючих цукрів та амінокислот, у тому числі гідролізатів білків, при нагріванні.

Ароматизатори *копчення* отримують абсорбцією димів, що використовуються в традиційному копченні, розчинником (як правило, водою) з подальшим очищенням.

Назва ароматизатора лише частково характеризує його аромат, до того ж один і той же ароматизатор може надавати різним харчовим продуктам різний аромат. Для отримання попереднього враження про ароматизаторі зазвичай оцінюють запах шляхом «пронюхування», а смак і аромат – шляхом дегустації ароматизованих цукрового сиропу або сольового розчину. Однак при цьому неможливо врахувати зміни ароматизатора в процесі виробництва продукції, пов'язані з температурної обробкою, впливом рН і т.д. Для остаточної оцінки

ароматизатору необхідно виготовити відповідну харчову продукцію в модельних лабораторних умовах з урахуванням дії всіх технологічних факторів.

Лабораторна робота № 1

ВИЛУЧЕННЯ КАРОТИНОЇДІВ E160A(II) І БЕТАНІНУ E162 З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЯ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо складу та технологічних властивостей харчових барвників E160a(ii) і E162, вилучити означені речовини з рослинної сировини і дослідити їхню взаємодію з рядом хімічних реагентів, що імітують критичні умови харчових виробництв.

Каротиноїди є органічними барвниками, що синтезуються рослинами, водоростями, бактеріями, грибами, колір яких варіюється від світло-жовтого до червоного; можуть бути отримані хімічним синтезом з низькомолекулярних вуглеводнів. Ці сполуки в організмі людини виконують функції антиоксидантів, є провітамінами А; найбільш важливим серед них є β -каротин (E160a) (рис. 1). У чистому вигляді β -каротин представляє собою кристалічний порошок від червоного до коричнево-червоного кольору, спектр поглинання в циклогексані при довжині хвилі 453-457 нм, добре розчинний в рослинних оліях, органічних розчинниках; менш розчинний в етанолі; нерозчинний у воді, є нестійким до дії кисню, фото- і термолабільний, тому його рекомендується зберігати в темряві в атмосфері інертного газу.

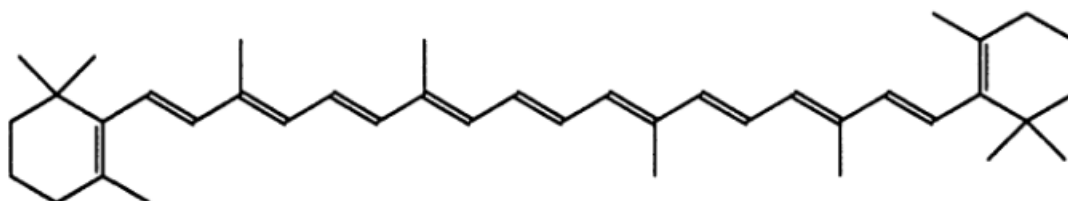


Рис. 1. Структурна формула β -каротину

Варто відзначити, що β -каротин становить близько 85 % складу екстрактів натуральних каротинів E160a (ii). Каротиноїди, зокрема β -каротин, використовуються для вітамінізації і фарбування продуктів харчування в колір від світло-жовтого до яскраво-помаранчового. Серед них вершкове масло, маргарини, деякі види сирів; консервовані овочі, сухі сніданки, джеми, желе, мармелад та інші продукти переробки фруктів; сосиски, сардельки, паштети, варені ковбаси і м'ясо. Товарними формами є порошок з вмістом барвника не менше 96 %, олієрозчинні препарати, а також рідини та порошки, що диспергуються в воді. Концентрація цільової сполуки зазвичай становить 0,2 %, 1 %, 2 %, 10 % або 30 %.

Що стосується *бетаніну* (E162), він належить до класу беталаїнів, класу рослинних барвників – похідних індолу (рис. 2). Беталаїни мають червоне різ-

них віддтінків, а також жовте забарвлення. Власне розчини бетаніну забарвлені від рожевого до вишневого кольору. У чистому вигляді бетанін представляє собою розчин, пасту або порошок від червоного до темно-червоного кольору, спектр поглинання в воді (рН 5) при довжині хвилі 535 нм, легко розчинний у воді, розчиняється в етанолі, світлостійкість і термостійкість помірні, стійкість до кислот (в т.ч. фруктовим) задовільна.

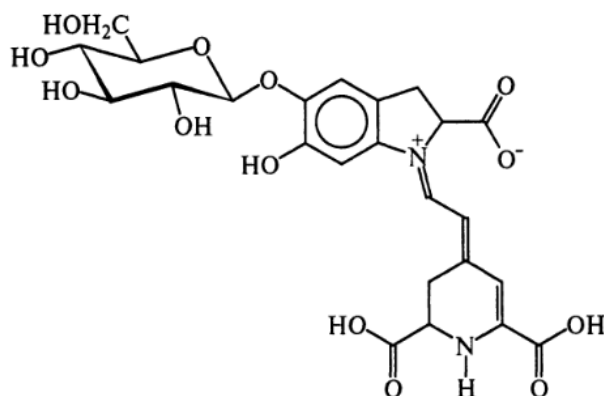


Рис. 2. Структурна формула бетаніну

Бетанін, або буряковий червоний, видобувається з коріння червоного буряка. Використання харчової добавки Е162 обмежене замороженими, висушеними продуктами або продуктами з малим терміном придатності, наприклад, молочними продуктами, йогуртами, джемами, желе, мармеладом, жувальними гумками, сухими сніданками, супами, ковбасами, сосисками, м'ясними виробами, паштетами, овочами в оцті або розсолі, деякими напоями.

Реактиви та обладнання:

- ступки,
- пробірки,
- пробки,
- спиртовки,
- штативи,
- шматочки моркви та червоного буряка,
- тетрахлорметан,
- 10 %-вий розчин соляної кислоти,
- 10 %-вий розчин гідроксиду натрію,
- 1 %-вий розчин перманганату калію,
- 5 %-вий розчин пероксиду водню.

Хід роботи:

Шматочки моркви і буряка розміром з горошину подрібнюють в ступці і поміщають в різні пробірки з 10 краплями тетрахлрметана, закривають пробкою і струшують протягом 20-30 сек. Відзначають зміну забарвлення екстраге-

нта. Отриманий екстракт розливають в три пробірки, потім додають кілька крапель речовин: в першу – 10 % розчин соляної кислоти, другу – 10 % розчин гідроксиду натрію, третю – 1 % розчин перманганату калію або 5 % розчин пероксиду водню. Пробірки струшують, відзначають зміни, аналізують отриману інформацію, роблять висновки.

Лабораторна робота № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ КОЛІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТОЦΙΑНІВ E163 ВІД pH СЕРЕДОВИЩА

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо складу та технологічних властивостей харчового барвнику E163, дослідити його колірні характеристики в залежності від pH середовища.

Флавоноїди – фенольні сполуки, в основі структури яких лежить скелет, що складається з $C_6 - C_3 - C_6$ -вуглецевих одиниць. Більшість флавоноїдів можна розглядати як похідні 2-фенілхроману (флавани) або 2-фенілхромону (флаволи). Класифікація їх заснована на ступені окиснення тривуглецевого фрагменту, положенні бокового фенольного радикалу, величиною гетероциклу та інших ознаках.

До похідних флавану належать *катехіни*, *лейкоантоціанідіни* і *антоціанідіни*, до похідним флавону – *флаволи*, *флавоноли*, *флаванони* і *флавоноли*. До флавоноїдів відносять також *аурони*, *халкони* і *дігідрохалкони* (рис. 3).

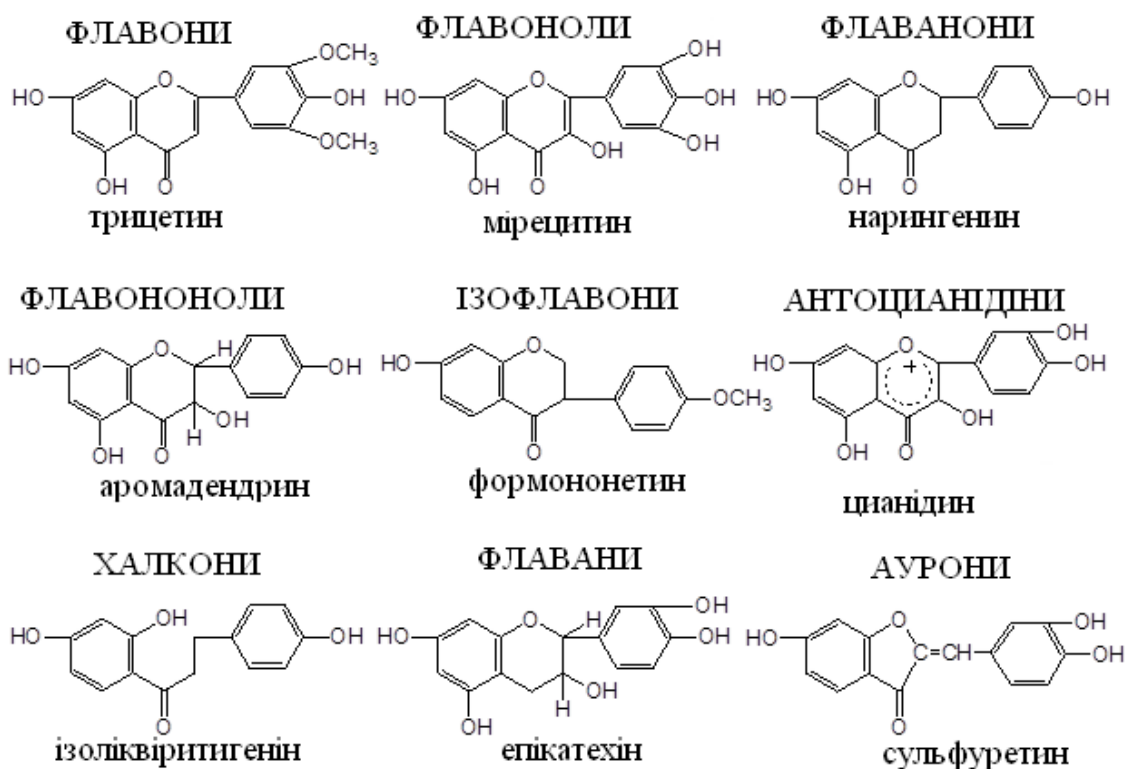


Рис. 3. Структурні формули основних класів флавоноїдів

Флавори відрізняються від *флаванонів*, а *флавоноли* відповідно від *флаванонолів* наявністю подвійного зв'язку в положенні 2, 3. *Флаванони* містять нестійке дігідропіронове кільце, що легко (в присутності лугів або кислот) розкривається, в результаті чого вони переходять в *халкони*. *Флаваноноли* відрізняються від *флаванонів* наявністю ОН-групи у С-3, також лабільністю. *Ізофлавори* відрізняються від інших груп флавоноїдів наявністю боко-вого фенільного кільця, яке знаходиться не у С-2, а у С-3.

Особливістю будови *антоціанідинів* є наявність вільної валентності атому кисню в пірановому кільці. Завдяки позитивному зарядові антоціанідини в кислому розчині поведуться як катіони і утворюють солі з кислотами, в лужному розчині – як аніони і утворюють солі з основами. Залежно від рН середовища змінюється і забарвлення антоціанідинів. Солі катіонів антоціанідинів мають червоний колір з відтінками: жовтуватим (пеларгонідін), фіолетовим (ціанідін), синюватим (дельфінідін). Їх лужні солі мають синій колір. Збільшення числа гідроксильних груп в молекулі антоціанідинів підсилює інтенсивність синього забарвлення, а збільшення числа метоксильних груп – червоного забарвлення. Варто відзначити, що в природі відомо близько 20 антоціанідинів, поєднанням яких обумовлено все розмаїття забарвлення квіток, листя і плодів. Антоціанідини зазвичай зустрічаються в природі у вигляді глікозидів – антоціанів.

Халкони і *дігідрохалкони* можна розглядати як флавоноїди з розкритим пірановим кільцем. У кислому середовищі халкони перетворюються в *флавори*.

Флавори (*катехіни*) – безбарвні сполуки, антиоксиданти, що мають Р-вітамінну активність, які, будучи найбільш відновленими з флавоноїдних сполук, легко піддаються окисненню, в результаті чого набувають різне забарвлення. Характерним прикладом може служити чай, різний колір якого (чорний, червоний, жовтий) обумовлений ступенем окиснення катехінів. Катехіни знаходяться в листі зеленого чаю, какао-бобах, яблуках, чорному винограді, зернах ячменю. Зокрема у технологічному процесі отримання чорного чаю відбувається ферментативне окиснення катехінів, що супроводжується процесами міжмолекулярної конденсації (утворення *теафлавінів*, що обумовлюють жовто-оранжеве забарвлення розчину). Катехіни в своїй молекулі можуть мати до 5 гідроксильних груп. *Лейкоантоціанідини*, або *проантоціанідини* (*флавори-3,4-діоли*) – сполуки, близькі за будовою до *катехінів*. Вони теж безбарвні, але при нагріванні з кислотами перетворюються в *антоціанідини* і стають барвниками. Зазвичай лейкоантоціанідини існують у вільному вигляді (неглікозильовані).

Аурони – жовті, помаранчеві або оранжево-червоні барвники рослин, зустрічаються рідко, зазвичай у вигляді глікозидів.

Всі *флавори*, *флаваноноли* і *дігідрохалкони* є безбарвними кристалами, *халкони*, *флавори*, *флавоноли* і *аурони* – кристали жовтого кольору, антоціанідини (завдяки наявності оксонієвої групи) мають різне забарвлення – від рожевого до синього і фіолетового. Флавоноїди легко утворюють комплекси з іона-

ми металів, що використовують для їх ідентифікації методами спектрофотометрії. Антоціани утворюють також комплекси з флавонолами і флавонами в результаті виникнення водневих зв'язків між гідроксильними групами ангідрооснов антоціанідинів і гідроксильних груп в ароматичному ядрі. В результаті такої взаємодії досягається величезна різноманітність забарвлення квіток рослин.

Флавани-3-оли, флавани-3,4-діоли і антоціанідини є нестійкими речовинами, легко окиснюються при нагріванні, під дією прямого сонячного світла, ферментів пероксидази і фенолоксідази. Флавоони і флавоноли, навпаки, досить стабільні. Інші флавоноїди займають проміжне положення.

Аглікони флавоноїдів, як правило, розчинні в ацетоні, спиртах, органічних розчинниках і нерозчинні у воді. Глікозиди погано розчиняються у воді, за винятком глікозидів, що мають у своїй молекулі більше трьох залишків цукру, не розчинні в органічних розчинниках (ефірі і хлороформі).

Зараз у всьому світі ведеться безліч досліджень по вивченню дії антоціанів. Недавні дослідження показали, що вживання E163 в їжу допомагає скоротити ризик ураження раком стравоходу і прямої кишки, сприяє зниженню запальних процесів в організмі.

Флавоноли, флавонони і флавоони при відновленні магнієм в присутності соляної кислоти дають червоне або оранжево-червоне забарвлення, обумовлене утворенням антоціанідинів. Хімізм ціанідінової проби наведено на рис. 4. Реакція заснована на утворенні забарвлених в червоний колір пірілієвих солей при відновленні флавона воднем в присутності магнію або цинку і подальшої дегідратації. Дана реакція є дуже чутливою, заснована на відновленні карбонільної групи та утворенні антоціаніду. Халкони і аурони за допомогою ціанідінової реакції не виявляються, але при додаванні конц. HCl (без магнію) утворюють червоне забарвлення за рахунок утворення оксонієвих солей.

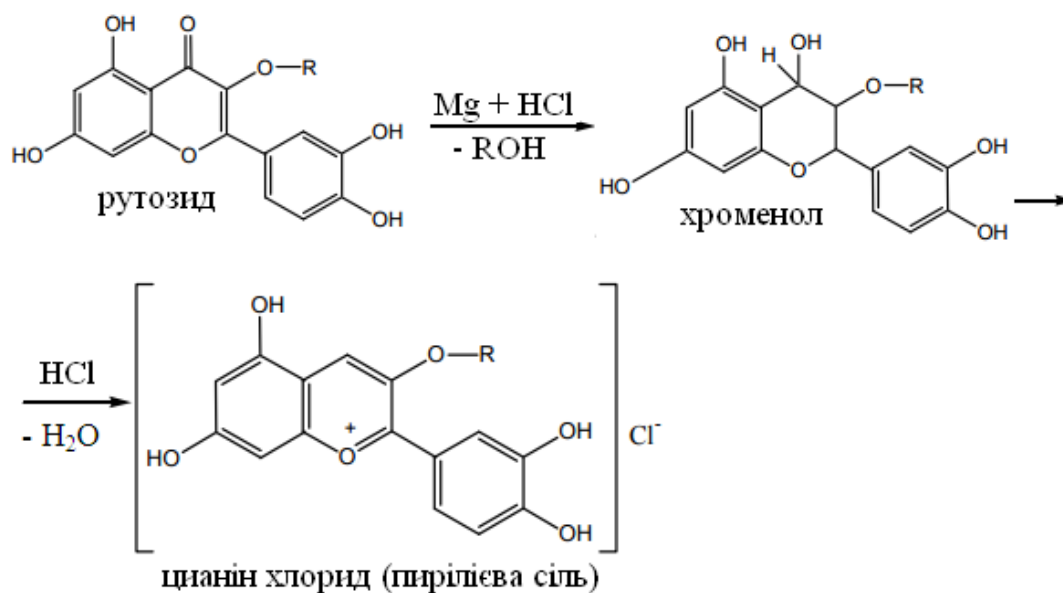


Рис. 4. Ціанідінова проба на флавоноїди

Під дією NaOH відбувається гідроліз піранового кільця рутозиду, утворюються халкони (рис. 5), з'являється жовто-оранжеве забарвлення.

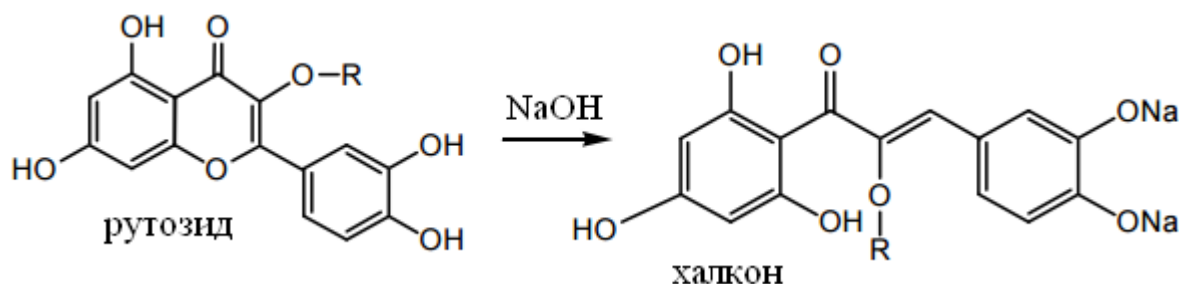


Рис. 5. Реакція флавоноїдів з гідроксидом натрію

Реактиви та обладнання:

- ступки,
- пробірки,
- пробки,
- спиртовки,
- розчини флавоноїдів (екстракт зеленого чаю або каркаде, розчини рутину, кверцетину та ін.),
- концентрований розчин соляної кислоти,
- магнієві ошурки або гранули цинку,
- 10 %-вий розчин гідроксиду натрію.

Хід роботи:

В пробірку доливають 2 мл розчину флавоноїдів (екстракт зеленого чаю, каркаде, розчин рутину, кверцетину та ін.). Додають 5-7 крапель розчину соляної кислоти і невелику кількість магнію у вигляді ошурків (або одну гранулу цинку), потім нагрівають розчин, через 3-5 хвилин спостерігають фарбування. Отриманий розчин переливають в іншу пробірку і додають кілька крапель 10 % розчину гідроксиду натрію до зміни забарвлення. Відзначають зміни, аналізують отриману інформацію, роблять висновки

Лабораторна робота № 3 ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТОЦЯНІВ E163 ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З СОЛЯМИ МЕТАЛІВ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо складу та технологічних властивостей харчового барвника E163, дослідити його колірні характеристики при взаємодії з солями металів, що імітують солі жорсткості води.

Барвники флавоноїди при розчиненні в жорсткій воді взаємодіють з катіонами металів (заліза, кальцію, магнію та ін.), при цьому утворюються по-

різному забарвленні осади. Так, при взаємодії з ацетатом свинцю флавоноїди утворюють осади, що мають жовто-помаранчевий, червоний або синій колір. Хімізм реакції наведено на рис. 6.

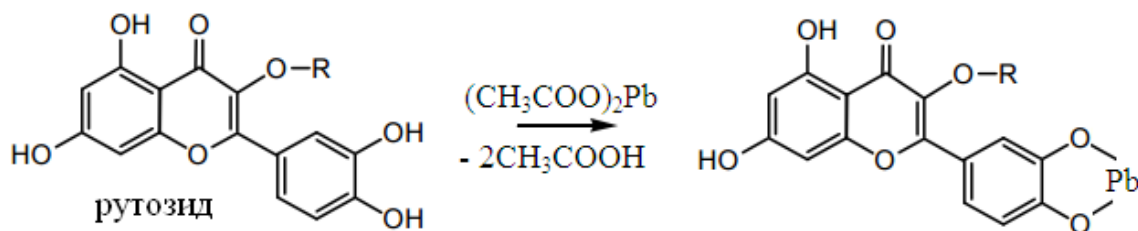


Рис. 6. Взаємодія флавоноїдів з ацетатом свинцю

Все флавоноїди з основним ацетатом свинцю утворюють осади, пофарбовані в яскраво-жовтий або червоний колір.

При взаємодії флавоноїдів з хлоридом заліза (III) флавоноли (рутин, кверцетин, кемпферол) утворюють комплекси зеленого кольору, а флаванони (дігідрофлавоноли) – комплекси коричневого кольору (рис. 7).

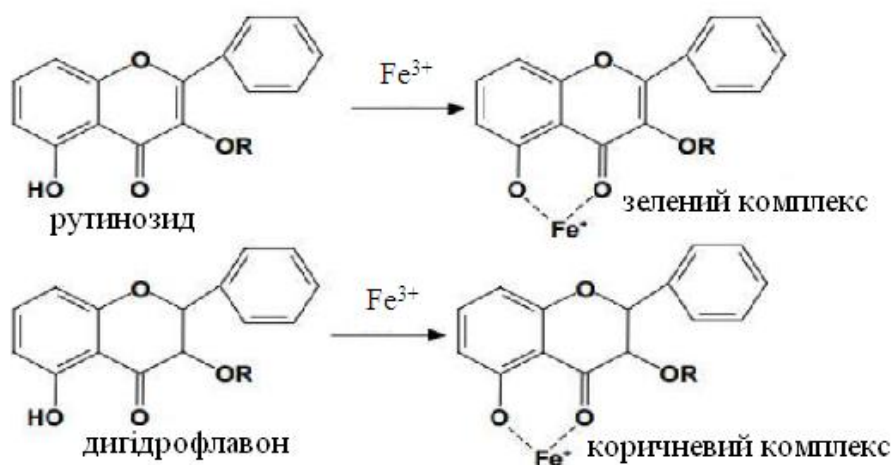


Рис. 7. Взаємодія флавоноїдів з хлоридом заліза (III)

Характерною реакцією на катехіни є чорно-зелене забарвлення їх продуктів реакції з розчином хлориду заліза (ідентифікує фенольні гідроксили сполуки) (рис. 7), червоно-малинове – з розчином ваніліну в соляній кислоті.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- екстракт зеленого чаю або цибулі, розчини рутину, кверцетину та ін.
- розчини катехінів (екстракт зеленого чаю та ін.),
- 2%-вий розчин ацетату свинцю,
- 1 %-вий розчин хлориду заліза (III),
- магнієві ошурки або гранули цинку,

- 1 %-вий розчин ваніліну в концентрованої соляної кислоті.

Хід роботи:

В пробірку доливають 1 мл розчину флавоноїдів (настій зеленого чаю або цибулі, рутин, кверцетин та ін.), Додають 3 -5 крапель 2% розчину ацетату свинцю. Спостерігають випадання осаду.

У дві пробірки доливають по 1 мл водного розчину катехинів (екстракт зеленого чаю тощо), потім в одну пробірку додають 3-5 крапель 1 % розчину хлориду заліза (III), в іншу – 3-5 крапель 1 % розчину ваніліну в концентрованій соляній кислоті. Пробірки закривають пробками, струшують, відзначають зміни, аналізують отриману інформацію, роблять висновки.

Лабораторна робота № 4 ХРОМАТОГРАФІЧНЕ РОЗДІЛЕННЯ РОСЛИННИХ ПІГМЕНТІВ ХЛОРОФІЛУ НА ПАПЕРІ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо складу та технологічних властивостей харчового барвника E140, опанувати основи хроматографічного розділення екстрактів хлорофілу.

Хлорофіл є зеленим пігментом, що міститься у клітинах рослин, деяких водоростей і ціанобактерій, він надає їм відповідного кольору Зареєстрований як харчовий барвник під номером E140. За хімічною будовою хлорофіли є магнієвими комплексами різних тетрапіролів.

До найважливіших властивостей хлорофілу (рис. 8) відноситься розчинність в оліях та жирах. Барвник здатний руйнувати канцерогени, які потрапили в організм. Хлорофіл – це один з найважливіших елементів, який сприяє виведенню токсичних речовин з організму. Але чутливість до світла і високої температури значно обмежує його застосування в харчовій промисловості.

У чистому вигляді хлорофіл представляє собою порошок від темно-зеленого до голубувато-коричневого кольору, водні розчини зеленого кольору, спектр поглинання в водному фосфатному буфері (pH 7,5) при довжині хвилі 405 і 630 нм, добре розчинний в рослинних оліях, етанолі, метанолі, органічних розчинниках, нерозчинний у воді, є помірно стійким до дії кислот, кисню, світла, температури.

Хлорофіл застосовується для фарбування жирів, олій, овочевих і фруктових консервів, кондитерських виробів, супів і напоїв, в мазах і супозиторіях, кремах, а також для фарбування і освітлення мила.

Хлорофіл піддають хімічній модифікації – отриманню мідних комплексів хлорофілів (E141), що представлені в водорозчинній формі і застосовуються для надання продуктам яскраво-зелених відтінків. Хлорофілін дає кращі результати в продуктах з нейтральним і лужним рівнем кислотності, а також має гарну термостійкість.

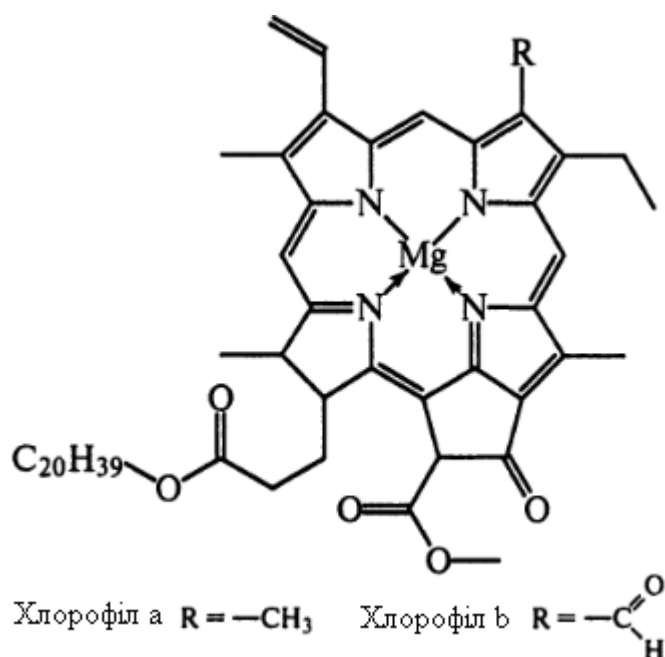


Рис. 8. Структурна формула хлорофілу

Реактиви та обладнання:

- ступка фарфорова,
- хімічний стакан на 100 мл,
- скляна паличка,
- смужки фільтрувального паперу розміром 20х60 мм,
- воронка з паперовим фільтром,
- скляний пісок,
- 2 г свіжого зеленого листя,
- 85 %-вий водний розчин ацетону,
- джерело УФ-променів,
- крейда.

Хід роботи:

Беруть близько 2 г дрібно порізанного свіжого листя рослини і поміщають їх в порцелянову ступку з додаванням невеликої кількості скляного піску і щіпки крейди (для нейтралізації органічних кислот, що знаходяться в рослинних соках). До отриманої суміші невеликими порціями додають 10 мл ацетону, безперервно розтираючи вміст ступки. Коли в ступці утвориться однорідна маса, її фільтрують через паперовий фільтр в хімічний стакан.

Свіжоприготовлений екстракт хлорофілу має цікаву властивість. Під дією УФ-променів він проявляє яскраво-червону люмінесценцію. Хлорофіл, що розклався, даною властивістю не володіє.

У відфільтрований ацетоновий екстракт з листя опускають на 2-3 мм смугу фільтрувального паперу, закріпленого за допомогою скріпки на скляній паличці. Смужка паперу не повинна торкатися стінок склянки. Через 20-30 хв. спостерігають зональний розподіл різнозабарвлених рослинних пігментів хло-

рофілу на смужці фільтрувального паперу. Відзначають кількість зон, аналізують отриману інформацію, спів ставляють її з теоретичною базою, роблять висновки.

Лабораторна робота 5 ВІДНОВЛЕННЯ ІНДИГОКАРМІНУ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо складу та технологічних властивостей харчового барвника E132, дослідити реакцію його відновлення.

Барвник індигокармін E132 представляє собою динатрієву сіль індиго-5,5'-дисульфокислоти (рис. 9). Представляє собою темно-синій порошок або гранулят, синій розчин у воді. Спектр поглинання в воді при довжині хвилі 610 нм. Натрієва сіль барвника є добре розчинною у воді, гліцерині; гірше розчинна в етанолі; є нерозчинною в рослинних оліях. Алюмінієвий лак індигокарміну нерозчинний в воді, спиртах, жирах. Термостійкість досить висока – до 150 °С, але низька стійкість до світла, лугів, кислот.

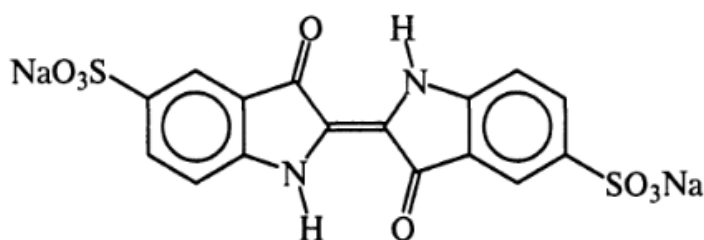


Рис. 9. Структурна формула індигокарміну

Водорозчинний барвник застосовується один або в суміші з іншими барвниками для фарбування кондитерських виробів, лікерів, десертів, морозива і т.ін. Змішуванням з жовтими барвниками (E102, E104) можна отримати зелений, з червоними (E122, E123, E124, E129) – фіолетовий, з жовтими, червоними і помаранчевим (E110) – барвники від коричневого до чорного кольору. Відтінок алюмінієвого лаку тим же способом можна міняти, змішуючи його з лаками вищеназваних барвників. Лаки використовують насамперед для фарбування драже.

Реактиви та обладнання:

- спиртівка,
- пробірки,
- скляна паличка,
- 5 %-вий розчин глюкози,
- 10 %-вий розчин карбонату натрію,
- водний розчин індигокарміну (1:1).

Хід роботи:

У пробірку наливають 2 мл 5 % розчину глюкози, додають 2 мл 10 % розчину карбонату натрію і розчин індигокарміну до отримання темно-синього забарвлення. При обережному нагріванні отриманого розчину відбувається відновлення індигокарміну і рідина набуває жовтувате забарвлення. Якщо синє забарвлення довго не зникає, то необхідно додати трохи розчину глюкози. Розчин лейкосполуки, що утворилася, охолоджують і сильно струшують. Знову з'являється синє забарвлення внаслідок окиснення лейкосполуки киснем повітря. При повторному нагріванні синє забарвлення зникає, і розчин знову набуває жовтого кольору. У цих перетвореннях глюкоза виступає в ролі відновника, окиснюючись до глюконової кислоти. Подібні перетворення індигокарміну в лейкосполуку можливі до повного вичерпання глюкози.

Лабораторна робота № 6

ВИЛУЧЕННЯ АРОМАТИЗАТОРІВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо складу, методів вилучення та технологічних властивостей ефірних олій, дослідити особливості їх вилучення та дослідити особливості їх взаємодії з окисниками.

Ефірні олії – багатокомпонентні суміші летких органічних сполук, що синтезуються рослинами і обумовлюють їхній запах. Вони являють собою суміші органічних сполук, головні компоненти яких – *терпени*, можлива присутність також *аліфатичних* і *ароматичних* сполук. Так, в лимоні, апельсині та інших цитрусових оліях близько 95 % припадає на монотерпени.

Терпени, основні компоненти ефірної олій, є вуглеводнями, молекули яких побудовані з ланок ізопрену C_5H_8 , тобто мають склад $(CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2)_n$, де $n = 2, 3, 4, \dots$; відносяться до обширного класу природних сполук – *ізопреноїдів*. *Терпеноїди* – різні похідні терпенів, зазвичай містять кисень (спирти, перокси, альдегіди, кетони, кислоти та їх ефіри). В даний час до терпеноїдів зазвичай застосовують термін терпени. Терпени є складовою частиною майже всіх ефірних олій і виявлені практично у всіх тканинах рослин. Терпени і терпеноїди містяться в самих різних об'єктах тваринного і рослинного походження, наприклад, в скипидарі і таллових продуктах, що одержуються целюлозно-паперовою промисловістю. Екстрактивні речовини, що виділяються з листя, плодів та інших частин рослин екстракцією різними органічними розчинниками, в значній мірі складаються з терпенів і терпеноїдів. Особливо різноманітний склад терпенових сполук, утворених хвойними деревними породами.

Ефірні олії є безбарвними або жовтуватими прозорими рідинами, рідше – темно-коричневими (корична олія), червоними (тіміанова олія), зеленими від присутності хлорофілу (бергамотова олія) або синіми, зеленувато-синіми від

присутності азулену (оля ромашки, деревію, полину). Густина ефірних олій змінюється в межах від 0,84 до 1,18 г/см³. Вони є летючими вже при кімнатній температурі і легко випаровуються при нагріванні.

Ефірні масла майже не розчинні у воді, але при збовтуванні з водою утворюють емульсії, вода набуває їх запах і смак; майже всі масла добре розчиняються в бензині, ефірі, жирах і змішуються у всіх пропорціях з хлороформом, петролейним ефіром.

Реакція ефірних олій нейтральна або злегка кисла. Ефірні олії перегоняються з водяною парою, причому монотерпени перегоняються добре, сесквітерпени – гірше. При охолодженні ефірних олій деякі компоненти викристалізуються (ментол, тимол, камфора).

У харчовій промисловості ефірні олії використовують при виготовленні харчових ароматизаторів. Ефірні олії використовують при виробництві духів, дезодорантів, мила, різних косметичних засобів і продукції побутової хімії (аромати для виробництва парфумерії, ароматизатори, віддушки), а також як для особистої гігієни (зубні пасти, прокладки, серветки). Ефірні олії використовуються для виготовлення парфумерних засобів (компоненти мила, косметика). Ефект дії ефірних олій дуже сильний, тому їх не використовують у чистому вигляді.

Застосовують наступні *методи виділення* ефірних олій.

1. Метод *екстракції* – вилучення ефірних олій легколеткими розчинниками. Екстракція найчастіше здійснюється петролейним ефіром або бензином за температури навколишнього середовища, в окремих випадках – за 40-50 °С. Розчин, що утворився, піддають двоступеневій дистиляції, перший ступінь проводять під атмосферним тиском, а потім під вакуумом відганяють розчинник, що залишився.

2. *Перегонка з водяною парою* – найбільш поширений спосіб отримання ефірної олії, застосовують у випадках, коли сировина містить порівняно багато ефірної олії і температура перегонки (близько 100 °С) не відбивається на якості готового продукту. Температура кипіння окремих компонентів ефірних олій коливається від 150 до 350 °С.

3. Метод *пресування* – віджимання ефірних олій, наприклад, з плодів цитрусових культур.

4. Метод *анфлераж* – екстракції ароматних сполук з рослин з низьким вмістом ефірних олій. Складні листи покривають жиром і зверху розкладають пелюстки свіжо заготовленої сировини. Жир активно вбирає в себе летючі ефірні олії. Потім жир збирають, очищають від пелюсток або стеблів, розчиняють в етанолі, щоб відокремити жир від ефірної олії.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- пробки,
- газовідводні трубки,
- стакани,

- шкірки цитрусових,
- 1 %-вий розчин перманганату калію,
- 5 %-вий розчин пероксиду водню.

Хід роботи:

Подрібнюють шматочок лимонної або апельсинової кірки розміром 1 см² і поміщають в першу пробірку з 3 мл води. Потім вставляють в пробірку газовідводну трубку, кінець якої опускають в іншу пробірку, вміщену в склянку з холодною водою. Рідину в першій пробірці обережно кип'ятять, поки в другій пробірці не зконденсується 1-2 мл безбарвної рідини, відзначають його характерний запах. Додають до конденсату кілька крапель 1 % водного розчину перманганату калію, перемішують розчин і відзначають зміни.

Лабораторна робота № 7 ОТРИМАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ АРОМАТИЗАТОРІВ, ІДЕНТИЧНИХ НАТУРАЛЬНИМ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо методів синтезу ароматизаторів, отримати навички синтезу ароматних складних ефірів.

Коли число атомів карбону в вихідних карбонових кислотах і спиртах не перевищує 6-8, відповідні складні ефіри являють собою безбарвні олієподібні рідини, найчастіше з фруктовим запахом. Вони складають групу фруктових ефірів. Якщо в утворенні складного ефіру бере участь ароматичний спирт, то такі сполуки мають, як правило, не фруктовий, а квітковий запах. Всі сполуки цієї групи практично нерозчинні в воді, але легко розчиняються в більшості органічних розчинників. Цікаві ці сполуки широким спектром приємних ароматів, деякі з них спочатку були виділені з рослин, а пізніше синтезовані штучно.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- пробки,
- газовідводні трубки,
- водяна баня,
- карбонові кислоти (уксусна, мурашина, масляна),
- спирти (ізоаміловий, етиловий, бензиловий),
- концентрована сірчана кислота.

Хід роботи:

В пробірки вносять карбонові кислоти (1 мл) і спирти (2 мл), потім додають 10 крапель концентрованої сірчаної кислоти, суміш нагрівають до кипіння. Закрийте пробірки газовідвідними трубками і нагрійте на водяній бані протягом декількох хвилин. Після охолодження додайте в пробірки кілька мл води. При

цьому виділяється шар складного ефіру з характерними запахами. Варіанти продуктів реакцій (рис. 8):

- а) оцтова кислота + ізоаміловий спирт → ізоамілацетат (запах груши);
- б) мурашина кислота + етиловий спирт → етілформіат (запах рому);
- в) оцтова кислота + бензиловий спирт → бензілацетат (запах жасміну);
- г) масляна кислота + етиловий спирт → етілбутират (запах ананасу).

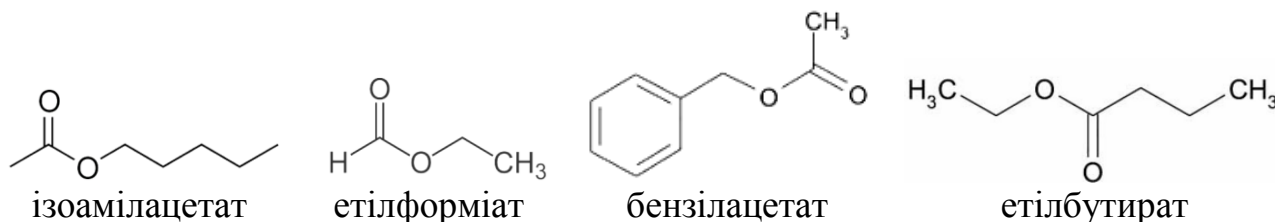


Рис. 8. Варіанти ароматизаторів, ідентичних натуральним

Лабораторна робота № 8 ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ СИНТЕТИЧНОГО ПІДСОЛОДЖУВАЧА АСПАРТАМ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо методів ідентифікації органічних речовин, отримати навички аналізу якісного складу харчових підсолоджувачів.

Аспартам (метиловий ефір L-аспаргініл-L-фенілаланіну, харчова добавка E951) є штучним підсолоджувачем неуглеводної природи, а в невеликих кількостях може підсилювати смак та аромат. Підсолоджувач майже у 150 – 200 разів солодший за харчовий цукор (1 г аспартаму замінює 150 – 200 г цукру), має (в порівнянні з цукром) низьку калорійність – 1 г аспартаму близько 4 ккал/г або 16,5 кДж. При використанні аспартаму знижується калорійність харчових продуктів.

Аспартам нетривкий при підвищеній температурі і в середовищі з підвищеною кислотністю або лужністю.

Аспартам займає близько 25 % світового об'єму штучних підсолоджувачів і застосовується під час виробництва більш ніж 5000 найменувань продуктів харчування і напоїв. Безпека аспартаму широко досліджувалась з моменту його відкриття, дослідження включали тести на тваринах, клінічні та епідеміологічні дослідження. Аспартам є однією з найбільш ретельно тестованих харчових добавок.

Реактиви та обладнання:

- пробки,
- спиртівка,
- водяна баня,

- 10 % розчин NaOH,
- 1 % розчин CuSO₄,
- 0,2 % розчин нінгідрину,
- концентрована HNO₃,
- 0,5 % розчин аспартаму.

Хід роботи:

1. До 1 мл розчину аспартама додають 1 мл 10 % розчину їдкого натрію і 2 краплі 1 % розчину сірчаної кислоти. У присутності білків і пептидів в розчині (починаючи з тріпептидів) з'являється рожево-фіолетове забарвлення. Реакція заснована на утворенні хелатної (внутрикмплексної) сполуки іонів міді (II) з двома пептидними зв'язками.

2. До 5-10 крапель розчину аспартама додають 6 – 10 крапель 0,2 % розчину нінгідрину, нагрівають до кипіння на водяній бані. З'являється фіолетово-синє забарвлення за рахунок утворення продукту конденсації нінгідрину з амінокислотою.

В зошит записують рівняння двох стадій даної реакції.

3. До 0,5 мл розчину аспартама додають 5-6 крапель концентрованої азотної кислоти. Обережно нагрівають. При наявності в розчині циклічних амінокислот або білків, в яких присутні ці амінокислоти, з'являється жовте забарвлення за рахунок нітрування бензольного кільця.

В зошит записують рівняння реакції нітрування фенілаланіну.

Аналізують отримані результати дослідів, роблять висновок щодо складу підсолоджувача.

Контрольні питання до розділу 1:

1. Класифікація барвників за походженням та хімічною природою. Коротка характеристика основних класів барвників.

2. Класифікація харчових ароматизаторів. Основні способи виробництва харчових ароматизаторів. Товарні форми ароматизаторів.

3. Дайте визначення каротиноїдам (E160a (ii)). Їх джерела, біологічні та технологічні властивості.

4. Дайте визначення бетаніну (E162). Їх джерела, біологічні та технологічні властивості.

5. Чому екстракцію β-каротину з моркви проводять тетрахлорметаном, а не водою?

6. Поясніть особливості взаємодії розчинів E160a (ii) та E162 з неорганічними кислотами, лугами і окисниками? На підставі проведеного експерименту зробіть висновок про поведінку барвників до зміни рН розчину.

7. Про що свідчать спостереження знебарвлення розчину перманганату калію при взаємодії β-каротином?

8. Що таке флавоноїди? Як їх можна класифікувати з хімічної точки зору? Особливості будови антоціанів (E163).

9. Технологічні властивості E163. Чому не можна розчиняти натуральні барвники в жорсткій воді?
10. У чому полягає хімізм ціанідінової проби на антоціани?
11. Опишіть хімізм взаємодії антоціанів з солями заліза (III) і свинцю.
12. Охарактеризуйте хлорофіл як харчовий барвник.
13. Поясніть основний принцип хроматографічного розділення сумішей органічних сполук, близьких за будовою.
14. Який вид хімічної модифікації застосовується при виробництві зелених барвників на основі хлорофілів?
15. Охарактеризуйте індігокармін як харчовий барвник.
16. Охарактеризуйте технологічні властивості індігокарміну.
17. Що таке ефірні олії? Особливості будови терпенів і терпеноїдів – основних компонентів ефірних олій.
18. Технологічні та біологічні властивості ефірних олій.
19. Опишіть основні методи виділення ефірних олій з сировини.
20. Чим обумовлена летючість терпенів з водяною парою?
21. Який структурний компонент терпенів забезпечує зміну забарвлення розчину перманганату калію? Напишіть рівняння реакції на прикладі лімонену.
22. Напишіть рівняння реакцій відповідних реакцій отримання ароматизаторів – складних ефірів. Яку роль виконує сірчана кислота в наведених реакціях?
23. Охарактеризуйте аспартам як харчовий підсолоджувач.
24. Поясніть основний принцип ідентифікації якісного складу аспартаму.

РОЗДІЛ 2

ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА КОНСИСТЕНЦІЮ

Однією з важливих відомих характеристик харчового продукту нарівні з кольором, ароматом і смаком є його консистенція. Продукти часто представляють собою колоїдні системи: емульсії, піни, суспензії, гелі. Для їх створення необхідні речовини з певними властивостями: поверхнево активними, загущаючих, гелеутворюючими. До таких речовин належать харчові добавки – емульгатори, піноутворювачі, загусники, гелеутворювачі, стабілізатори, наповнювачі.

Лабораторна робота № 9 ОТРИМАННЯ І ГІДРОЛІЗ ЛЕЦИТИНУ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо структури, хімічних властивостей і методів виділення фосфоліпідів із рослинної і тваринної сировини, отримати навички виділення та гідролізу лецитину.

Фосфоліпідами (лецитинами) називається численна група сполук (фосфатидилхолін, фосфатидилетаноламін, фісфатиділінозітол тощо), які входять до

складу всіх живих тканин. Лецитини (E322) є необхідними для для нервової системи, головного мозку, печінки, для відновлення клітин і доставки до них поживних речовин (в тому числі вітамінів) і лікарських засобів. А як антиоксиданти, вони перешкоджають утворенню токсичних продуктів окиснення ліпідів. Варто відзначити, що при нестачі лецитину можуть розвинутися різні захворювання нервової системи (наприклад, розсіяний склероз), а при його надлишку можливі алергічні реакції.

Найбільш багаті лецитином яйця, печінка, м'ясо, риба, нерафіновані рослинні олії. Для промислового використання його отримують як побічний продукт із соєвого борошна і соєвої олії. Також можливе виготовлення соняшникової лецитину, який не містить естрогенів сої і не викликає алергічні реакції.

Добавка E322 дозволена до використання в харчовій промисловості країн Європейського союзу, допустима добова доза не встановлена. Продукти, в яких дозволені лецитини, це рослинні і тваринні олії і жири, сухе і згущене молоко, дитяче харчування, продукти з какао, глазури, хліб і макаронні вироби, бісквіти і сухарики. Часто їх використовують в суміші з барвниками і іншими антиоксидантами. Причому, добавка E322 застосовується не тільки як антиокислювач, але і як емульгатор для зміни в'язкості продуктів, отримання стійких емульсій в системах масло-вода. Наприклад, з її допомогою виготовляють жіроводні емульсії, якими змащують хлібопекарські форми, а також емульсійні соуси.

Реактиви та обладнання:

- плитка,
- водяна баня,
- хімічний стакан 50 мл,
- скляні палички,
- воронка,
- пробірки,
- піпетки,
- яєчний жовток,
- 96 % етанол,
- ацетон,
- 10 % розчин NaOH,
- бумажний фільтр.

Хід роботи:

Отримання лецитину. У хімічний стакан поміщають 1/5 – 1/6 частину (близько 1 г) висушеного на повітрі і розтертого яєчного жовтка, при перемішуванні скляною паличкою вливають 15 мл киплячого спирту. Суміш перемішують 10 хв. При цьому відбувається екстрагування з жовтка лецитину і частини пігментів. Спиртова витяжка забарвлюється в жовтий колір, а жовток значно знебарвлюється. Після охолодження суміш фільтрують через складчастий паперовий фільтр в пробірку.

Якщо фільтрат є мутним, то знову фільтрують через той же фільтр. В першу пробірку наливають 3 мл ацетону і по краплях додають частину отриманого фільтрату. Спостерігають появу каламуті, а потім випадання осаду лецитину, що вказує на нерозчинність лецитину в ацетоні. У другу пробірку додають 2 – 3 мл фільтрату і потім доливають по краплях дистильовану воду. Утворюється стійка емульсія.

Гідроліз лецитину. У пробірку наливають 5 – 10 крапель спиртового розчину лецитину, додають 3 – 5 мл 10 % NaOH і кип'ятять 5 – 10 хв. Показником гідролізу лецитину служить поява запаху оселедцевого розсолу, властивого триметиламіну, що утворюється при гідролізі холіну, складового лецитину.

Лабораторна робота № 10 **КОЛЬОРОВІ РЕАКЦІЇ НА КРОХМАЛЬ**

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо будови крохмалю, отримати навички проведення кольорових реакцій даної сполуки.

Крохмаль – це суміш полісахаридів амілози і амілопектину, мономером яких є альфа-глюкоза. Синтезується різними рослинами в хлоропластах (під дією світла під час фотосинтезу) дещо відрізняється за структурою зерен, ступеню полімеризації молекул, будовою полімерних ланцюгів і фізико-хімічними властивостями. Нативний, немодифікований крохмаль є сировиною для виробництва широкого асортименту модифікованих крохмалів, які застосовуються як харчові добавки – структуроутворювачі.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- хімічні стакани 50, 100 мл,
- піпетки,
- 1 % розчин крохмалю,
- розчин Люголя (в 100 мл води розчиняють 20 г йодиду калію і 10 г йоду, отриманий розчин розводять дистильованою водою 1: 5),
- 10 % розчин гідроксиду натрію,
- 96 % етанол.

Хід роботи:

У пробірку наливають 2 – 3 мл розчину крохмалю, доливають 1 краплю розчину Люголя. Рідина забарвлюється в синій колір. Вміст пробірки ділять на три частини: до першої додають 1 – 2 мл гідроксиду натрію, до другої 2 – 3 мл етилового спирту, третю частину нагрівають. У всіх випадках забарвлення зникає. У третій пробі забарвлення знову з'являється при охолодженні, що свідчить про те, що пробу з йодом необхідно проводити тільки з холодним розчином крохмалю. Завдяки слабкості адсорбційного комплексу йоду з крохмалем ця

реакція чутлива до присутності спирту, до нагрівання і до дії їдких лугів, з якими йод утворює гіпойодити.

Поява синього забарвлення від розчину йоду в йодиді калію є характерною реакцією на крохмаль. Забарвлення, що виникає, залежить від будови полісахариду. В ході реакції утворюється комплексна сполука полісахариду з йодом. Цей процес чітко виражений у амілози. Для полісахаридів з розгалуженими ланцюгами, наприклад амілопектину і глікогену, поряд з процесом утворення комплексної сполуки велике значення має і процес адсорбції йоду на поверхні розгалужених молекул.

Контрольні питання до розділу 2:

1. Перерахуйте основні харчові добавки для формування консистенції харчових продуктів, надайте їм коротку характеристику.
2. Охарактеризуйте технологічні властивості лецитину у харчових системах.
3. Поясніть механізм гідролізу лецитину лугом.
4. Охарактеризуйте технологічні властивості крохмалю в харчових системах.
5. Які ви знаєте механізми модифікації нативного крохмалю?
6. Наведіть приклади модифікованих крохмалів, що застосовуються у харчових системах.

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТРОКИ ПРИДАТНОСТІ ПРОДУКТІВ

З тих пір, як людина перейшла до осілого способу життя, з'явилася потреба зберігати продукти харчування. Спочатку це робилося за допомогою вогню і диму, використовувалися сіль, оцет. В теперішній час арсенал речовин, що сприяють збільшенню термінів придатності харчових продуктів, включає численний клас харчових добавок: консерванти, захисні гази, антиокислювачі, синергисти антиокислювачів, ущільнювачі, вологоутримуючі агенти, антизлежуючі агенти, плівко утворювачі, стабілізатори піни, стабілізатори замутніння тощо. Ці речовини захищають продукти від самих різних видів псування: мікробіологічного, окисного, зміни консистенції, фізико-хімічних властивостей, погіршення органолептичних показників, втрати харчової цінності.

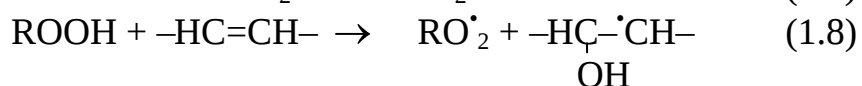
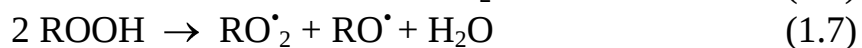
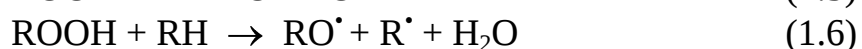
Лабораторна робота № 11

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПЕРОКСИДІВ В ЕФІРНИХ ОЛІЯХ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо особливостей окислювального псування ефірних олій, ідентифікувати пероксиди в їхньому складі.

На частку ароматичних компонентів у складі товарної форми ароматизатора доводиться лише 10-20 %, решта є розчинниками або носіями. Ароматизатори, що мають в своєму складі компоненти, що легко окислюються (власне ароматизуючі компоненти або носії), необхідно зберігати в темному місці в щільно закритій ємності за температури 5-15 °С, для запобігання окиснення.

Процес окиснювального псування ліпідів (жирів, олій, ароматних сполук тощо) є *ланцюговим вільно-радикальним* процесом з виродженням розгалуженням ланцюгів. У відсутності інгібіторів і при достатній концентрації кисню загальна схема даного процесу має такий вигляд:



Загальна швидкість окиснення ліпідів визначається співвідношенням швидкостей кожної із стадій. Зміни швидкості будь-якої стадії окиснення призводять до порушення стаціонарності процесу, до зміни загальної швидкості та накопичування пероксидів ліпідів. Важливою характеристикою ланцюгового процесу є *період індукції*. Період індукції тим більший, чим вища константа швидкості обриву ланцюгів.

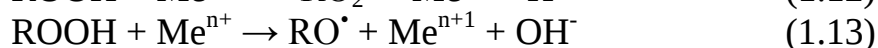
Реакції 1.1 і 1.2 (реакції *зародження* ланцюгів) визначають швидкість радикалоутворення в субстратах. Реакції 1.3 і 1.4 (реакції *продовження* ланцюгів) визначають ланцюговий характер реакції окиснення, яка здійснюється як чергування цих двох елементарних реакцій.

При окисненні ліпідів накопичуються *гідропероксиди*, які практично є єдиними первинними продуктами окиснення. Розклад гідропероксидів досить швидко стає основним джерелом *вільних радикалів* в субстраті, що окиснюється. При цьому реакція 1.5 грає незначну роль, так як термодинамічно значно

менш вигідніша, ніж реакції 1.6, 1.7 і 1.8. Реакції 1.9, 1.10, 1.11 – реакції *обриву* ланцюгів.

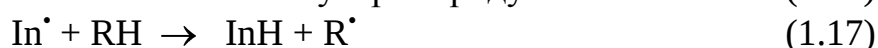
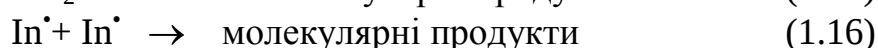
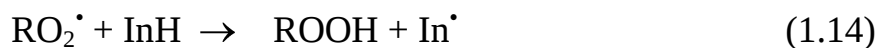
У разі присутності комплексів *металів змінної валентності* схема рідиннофазного окиснення ліпідів відрізняється від схеми некаталізованого окиснення. Метали-каталізатори беруть участь у всіх стадіях ланцюгового процесу, змінюючи склад продуктів і швидкість окиснення.

Ініціювання ланцюгів окиснення в результаті безпосередньої взаємодії молекул металів-каталізаторів і деяких класів вуглеводнів, а також зародження ланцюгів в результаті активації молекул кисню молекулами каталізатору, не характерне для процесу рідиннофазного окиснення парафінових вуглеводнів, але має значення при окисненні кисеньвмісних сполук, в тому числі триацилгліцеринів і терпенів. Участь каталізатору в ініціюванні ланцюгів вільнорадикальних реакцій пов'язана з їх реакціями з гідропероксидами, тобто в реакціях виродженого розгалужування ланцюгів. Принциповою основою опису *розпаду* гідропероксидів на радикали, каталізованого металами змінної валентності, є така схема:



Також відомо, що вуглеводні окиснюються тим швидше, чим більший рівень їх ненасиченості, що потребує підвищення стабільності до окиснювального псування ззовні. Тому доцільно до складу продуктів, що містять в своєму складі поліненасичені складові вводити антиоксиданти.

Окиснення ліпідів в присутності антиоксидантів перетікає як інгібоване і наведена раніше схема (1.1 – 1.11) може бути доповнена реакціями:



Швидкість реакції 1.14 велика. Тому для більшості інгібіторів, навіть при їх відносно низьких концентраціях, реакція 1.14 настільки успішно конкурує з реакцією 1.4, що вклад останньої у ході інгібованого окиснення незначний. Реакції 1.15 і 1.16 конкурують між собою, і для різних інгібіторів у різних умовах превалює одна з них. За звичайних умов і для найбільш розповсюдженого антиоксиданта токоферолу характерна реакція 1.15. Реакція 1.18, як правило, набуває значення в умовах низької концентрації кисню. Вплив реакції 1.17 на хід інгібованого окиснення залежить від активності радикалу $\text{In}^\bullet$.

Метод якісного і кількісного визначення первинних продуктів окиснення (пероксидів та гідро пероксидів (формули 1.1 – 1.18) заснований на реакції взаємодії продуктів окиснення з йодистим калієм в розчині оцтової кислоти і хлороформу і подальшому кількісному визначенні (за необхідності) йоду, що виді-

лився, розчином тіосульфату натрію титриметричним методом. Хімізм реакції взаємодії пероксиду з йодистим калієм наведено на рис. 9:

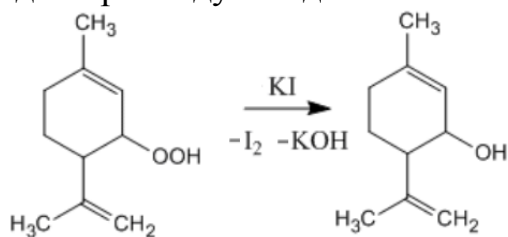


Рис. 9. Схема реакції взаємодії пероксиду з йодистим калієм

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- пробки,
- спиртовки,
- 10 %-вий розчин йодиду калію,
- терпени (скипидар, лімонен, ментол і ін.),
- ефірні олії (укропна, камфорна, м'ятна та ін.),
- харчові добавки-носії (олеїнова кислота, соняшникова олія, оливкова олія та ін.),
- 1 %-вий розчин крохмалю.

Хід роботи:

У кілька пробірок поміщають по 1 краплі 10 % розчину йодиду калію і 5 крапель досліджуваних речовин:

- терпенів (скипидар, лімонен, ментол і ін.),
- ефірних олій (укропна, камфорна, м'ятна та ін.),
- харчових добавок-носіїв (олеїнова кислота, соняшникова олія, оливкова олія та ін.).

Суміш енергійно струшують. Йод, що виділяється, забарвлює розчин від солом'яно-жовтого до коричневого кольору. Якщо забарвлення розчину слабко солом'яно-жовте (тобто погано помітне), то додають до суміші 1-2 краплі 1 % розчину крохмалю, тоді в присутності йоду забарвлення розчину набуває синього кольору. Відзначають інтенсивність забарвлення розчинів у пробірках, порівнюють дані, отримані з різних зразків.

Лабораторна робота № 12 **ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА АСКОРБІНОВУ КИСЛОТУ**

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо будови і хімічних властивостей аскорбінової кислоти, отримати навички проведення якісної реакції для визначення даної сполуки.

Вітамін С або аскорбінова кислота (Е300) є одним з найсильніших антиоксидантів, відомих науці. Добавка Е300 дозволена в країнах Європейського союзу для використання в харчовій промисловості. Ця речовина є корисною для людини, оскільки бере участь в утворенні і функціонуванні сполучної і кісткової тканин, стимулює вироблення інтерферону, поліпшуючи імунний захист організму, знижує чутливість до алергенів, сприяє засвоєнню заліза з їжі. Але варто відзначити, що хоча допустимий рівень її добового споживання не встановлено, відомо, при регулярному надмірному надходженні вітаміну С з їжею з'являються подразнення шкіри і сечовивідних шляхів, алергічні реакції, можуть утворюватися камені в сечовому міхурі і нирках.

Основні області застосування аскорбінової кислоти: жиророзчинний аскорбат як антиоксидант застосовується у всіх жирах і оліях, які не передбачається нагрівати до високої температури; аскорбілстеарат, молекула якого має як гідрофільну, так і ліпофільну частину, надає також емульгуючу дію; комплексотворювач зі слідами металів в жирах; як антиоксидант в харчових оліях для салатів, майонезів; антиоксидант в тваринних жирах (в основному в синергічному поєднанні з токоферолами), в м'ясопродуктах; як стабілізатора смаку в сухих молочних продуктах, сухих продуктах з картоплі і сухих сніданках; як антиоксидант в ароматизаторах; як біологічно активна сполука тощо.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- піпетки,
- розчини, що містять вітамін С,
- 45 % розчин гексацианоферату (III) калію (червоної кро'вяної солі),
- 1 % розчин хлорного заліза (III),
- дистильована вода.

Хід роботи:

Беруть дві пробірки. В одну наливають трохи розчину, що містить вітамін С, в іншу – дистильовану воду. В обидві пробірки додають по кілька крапель 45 % розчину червоної кров'яної солі і по кілька крапель розчину хлорного заліза. В присутності вітаміну С з'являється синє або зелене забарвлення з наступним виділенням темно-синього осаду суміші гексацианофератів (II) від $KFe[Fe(CN)_6]$ до $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (берлінська блакить). У другій пробірці забарвлення рідини буре.

Аскорбінова кислота відновлює залізо в комплексному іоні – гексацианоферраті (III), перетворюючи його в гексацианоферрат (II). В присутності хлорного заліза утворюється гексацианоферрат (II) заліза, пофарбований в синій колір (берлінська лазур).

Після проведення дослідів розчинів роблять висновок про присутність в їх складі аскорбінової кислоти.

Лабораторна робота № 13

ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА ТОКОФЕРОЛИ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо будови і хімічних властивостей токоферолів, отримати навички проведення якісної реакції для визначення даних сполук.

Токофероли, Е306 (вітамін Е) беруть участь в клітинному обміні речовин, покращують живлення клітин і уповільнюють їх старіння внаслідок окислення, покращують стан серцево-судинної системи, прискорюють загоєння шкіри. Сполуки добре розчиняються в жирах і довгий час здатні зберігатися в жировій тканині організму. Е 306 дозволена в країнах Європейського союзу.

Багаті токоферолами рослинні олії або екстракти додають до збіднених токоферолами тваринних жирів та олій, щоб збільшити термін їх збереження, а також для зменшення схильності до окислення сухого молока, ароматизаторів, натуральних концентратів барвників і вітамінних препаратів. Крім того, токофероли застосовуються в фармацевтиці та косметичі як вітамін і антиокислювач.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- піпетки,
- спиртівка,
- 0,1 % розчин α -токоферолу в 96 % етанолі,
- концентрована азотна кислота,
- 0,2 % спиртовий розчин FeCl_3 ,
- соняшникова олія.

Хід роботи:

Реакція з хлоридом заліза (III). В одну суху пробірку беруть 4 – 5 крапель 0,1 % спиртового розчину α -токоферолу, в іншу – 4 – 5 крапель олії. В обидві пробірки доливають 0,5 мл розчину FeCl_3 . Розчин в першій пробірці при нагріванні забарвлюється в червоний колір в результаті окислення токоферолу хлоридом заліза (III) в токоферілхінін.

Реакція з концентрованою азотною кислотою. В одну суху пробірку вносять 3 краплі α -токоферолу в спирт, в іншу – 3 краплі олії. В обидві пробірки додають під тягою (обережно, по стінці пробірки) 6 крапель концентрованої азотної кислоти. Пробірки злегка струшують. У першій пробірці утворюється емульсія, що утворилася, після струшування розшаровується, причому верхній олійний шар забарвлюється в червоний колір. Реакція обумовлена окисненням α -токоферолу до зафарбованого продукту, який має хіноїдну структуру.

Після проведення дослідів розчинів роблять висновки про присутність в складі олії токоферолів.

Лабораторна робота № 14

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ БЕНЗОЙНОЇ КИСЛОТИ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо будови і хімічних властивостей бензойної кислоти, отримати навички проведення якісної реакції для визначення цієї сполуки.

Бензойна кислота (E210) добре всмоктується організмом людини і у вигляді гіпурової кислоти (взаємодіючи з білковими сполуками) виводиться через нирки. Існують обґрунтовані побоювання, що харчові добавки E210 і E211 (бензоат натрію) можуть вступати в безалкогольних напоях в реакції з аскорбіною кислотою (E300) з утворенням вільного бензолу, який є сильним канцерогеном. Тому рекомендується уникати виробництва і вживання напоїв, в яких міститися ці добавки одночасно.

У харчовій промисловості добавка E210 використовується при виготовленні таких продуктів, як соуси, пасти, кетчупи, супи, пюре, желе, мармелад, м'ясна і рибна продукція, безалкогольні та алкогольні напої, консервовані овочі та фрукти.

У медицині бензойну кислоту застосовують як протимікробний і антигрибковий засоби. Але найбільша частка бензойної кислоти використовується в хімічній промисловості як основний напівпродукт для отримання ряду органічних речовин.

Реактиви та обладнання:

- пробірки,
- водяна баня,
- 0,1 % розчин бензойної кислоти,
- 0,3 % розчин пероксиду водню,
- 3 % розчин хлорного заліза (III),
- досліджуваний розчин, що містить бензойну кислоту,
- дистильована вода.

Хід роботи:

В одну пробірку наливають 1 мл водного розчину бензойної кислоти, в другу – досліджуваний розчин (наприклад, сік), в третю – дистильовану воду. В пробірки додають по краплі 0,3 % розчину пероксиду водню і 3 % розчину хлорного заліза (III). При зануренні першої пробірки в киплячу воду швидко з'являється червоно-фіолетове забарвлення (при окисненні утворюється саліцилова кислота, яка з хлорним залізом дає забарвлення). Відзначають, чи відбулися якісь зміни забарвлення в другій і третій пробірках.

Контрольні питання до розділу 3:

1. Опишіть основні стадії окисного псування ліпідів. Які фактори провокують прискорення цього процесу, а які – гальмування?
2. Що теке період індукції окиснення ліпідів? Від яких факторів він залежить? Якими методами можна його визначити?
3. В чому полягає хімізм реакції взаємодії пероксидів з йодистим калієм?
4. Охарактеризуйте технологічні властивості аскорбінової кислоти у харчових системах.
5. В чому полягає хімізм реакції взаємодії аскорбінової кислоти з гексацианофератом (III) калію?
6. Охарактеризуйте технологічні властивості токоферолів у харчових системах.
7. В чому полягає хімізм реакцій взаємодії токоферолів з хлоридом заліза (III) і з концентрованою азотною кислотою?
8. Охарактеризуйте технологічні властивості бензойної кислоти у харчових системах.
9. В чому полягає хімізм реакції взаємодії E210 і E211 з E300 в безалкогольних напоях?
10. В чому полягає хімізм реакцій взаємодії бензойної кислоти з пероксидом водню і хлорним залізом (III)?

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК, ЩО ПРИСКОРЮЮТЬ І ПОЛЕГШУЮТЬ ВЕДЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Ці речовини – регулятори кислотності, емульгуючі солі, розпушувачі, носії, розчинники, розріджувачі, засоби для капсулювання, засоби для таблетування, піногасники і антивспінюючі агенти, поліпшувачі хлібопекарські, пропеленти, диспергуючі агенти – додаються до продукту в процесі його виробництва для досягнення певних технологічних цілей: прискорення технологічного процесу, полегшення його ведення, часто без них здійснення процесу взагалі неможливо.

Значна частина речовин, що прискорюють і полегшують ведення технологічних процесів, залишаються в харчовому продукті до його використання і вживаються разом з ним в їжу. Це засоби для капсулювання, для таблетування, піногасники. Пропеленти і речовини, що полегшують фільтрування в залежності від обставин використання можуть відноситися як до першої, так і до другої групи таких добавок. Деякі технологічні добавки руйнуються в процесі отримання продукту, наприклад розпушувачі або речовини, що сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів.

Лабораторна робота № 15

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ КАРБОНАТУ НАТРІЮ В ХАРЧОВІЙ СОДІ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо будови і хімічних властивостей карбонату натрію, отримати навички визначення його масової частки в гідрокарбонаті натрію (харчовій соді).

У звичайному вигляді гідрокарбонат (бікарбонат) натрію є дрібнокристалічним порошком білого кольору. Використовується в харчовій промисловості як розпушувач, в медицині як нейтралізатор хімічних опіків шкіри та слизових оболонок концентрованими кислотами і для зниження кислотності шлункового соку.

Основою методу є титрування карбонату натрію в складі харчової соди в присутності індикатору метилового оранжевого.

Реактиви та обладнання:

- ваги,
- конічна колба 250 мл,
- бюретки,
- 1 н розчин кислоти соляної або сірчаної;
- 0,1 % розчин метилового оранжевого,
- гідрокарбонат натрію.

Хід роботи:

Наважку гідрокарбонату натрію масою 2 г переносять в конічну колбу місткістю 250 мл, розчиняють в 100 мл дистильованої води, вносять кілька крапель розчину метилового оранжевого і титрують 1 н розчином соляної або сірчаної кислоти до зміни кольору розчину з жовтого до рожево-оранжевого. Попередньо розраховують загальну лужність (%) на суху речовину:

$$Al = V \cdot 0,084 \cdot 100 / (m \cdot (100 - W)),$$

де V – об'єм 1 н розчину соляної (сірчаної) кислоти, що витрачена на титрування, мл; 0,084 – кількість бікарбонату натрію, що відповідає 1 мл 1 н розчину кислоти, г; m – маса проби, що досліджується, г; W – масова доля вологи в пробі, %

Масова частка карбонату натрію в перерахунку на суху речовину (y %) розраховується за формулою:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (Al - W) \cdot 0,631,$$

де 0,631 – коефіцієнт перерахунку гідрокарбонату натрію на карбонат натрію.

Лабораторна робота № 16 ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ АМІАКУ В ГІДРОКАРБОНАТІ АМОНІЮ

Мета роботи: базуючись на теоретичних відомостях щодо будови і хімічних властивостей аміаку, отримати навички визначення його масової частки в гідрокарбонаті амонію.

У харчовій промисловості гідрокарбонат амонію в якості добавки Е503 застосовується замість соди або дріжджів в кондитерській промисловості і хлібопеченні. Основні продукти в яких використовуються гідрокарбонат амонію: різні види печива, булочки, торти, хлібобулочні вироби. У країнах північної Європи і Скандинавії гідрокарбонат амонію здавна використовується для випічки фірмових видів печива. Наприклад при випічці ісландського повітряного печива використовується тільки карбонат амонію.

Реактиви та обладнання:

- ваги,
- плитка,
- мірна колба 250 мл,
- піпетка 20 мл,
- конічна колба 250 мл,
- бюретка,
- мірні циліндри,
- дистильована вода,
- 1 н соляна кислота,
- 1 н розчин гідроксиду натрію,
- 0,1 % спиртовий розчин метилового червоного.

Хід роботи:

Наважку зразка карбонату амонію масою 25 г розчиняють в 100 мл дистильованої води і переносять кількісно в мірну колбу місткістю 250 мл. Доводять дистильованою водою до мітки, перемішують і відміряють піпеткою 20 мл розчину в конічну колбу для титрування місткістю 250 – 300 мл. Потім вводять 30 мл дистильованої води і повільно доливають з циліндра 50 мл 1 н розчину соляної кислоти.

Потім вміст кип'ятять протягом 5 – 6 хвилин до видалення діоксиду вуглецю і охолоджують до кімнатної температури, вводять 1 – 2 краплі розчину метилового червоного і титрують розчином гідроксиду натрію до появи жовтого забарвлення. Масова частка аміаку (у %) визначається наступним чином:

$$A = (V_0 - V) \cdot 0,01703 \cdot 100 / m,$$

де V_0 – об'єм 1 н розчину соляної кислоти, мл; V – об'єм 1 н розчину гідроксиду натрію, що витрачений на титрування, мл; 0,01703 – коефіцієнт, що відпові-

дає кількості аміаку, еквівалентного 1 мл 1 н розчину соляної кислоти; m – маса наважки, г.

Контрольні питання до розділу 4:

1. Перерахуйте основні харчові добавки що прискорюють і полегшують ведення технологічних процесів, надайте їм коротку характеристику.
2. Охарактеризуйте технологічні властивості бікарбонату натрію у харчових системах.
3. У чому принцип методу визначення масової частки карбонату натрію в харчовій соді.
4. Охарактеризуйте технологічні властивості гідрокарбоніту амонію у харчових системах.
5. У чому принцип методу визначення масової частки аміаку в гідрокарбоніту амонію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сарафанова Л.А. (2004). *Пищевые добавки: Энциклопедия*. Санкт-Петербург, ГИОРД.
2. *Європейські вимоги до харчових добавок: Довідник*. (1997). Львів: Ленорам.
3. Murray M. T. (1996). *Encyclopedia of nutritional supplements*. New York, Amazon.
4. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. (2001). *Пищевые добавки*. Москва, Колос.
5. Сарафанова, Л.А., Кострова И.Е. (1997). *Применение пищевых добавок. Технические рекомендации*. Санкт-Петербург, ГИОРД.
6. MacWilliam L. (2003). *NutriSearch Comparative Guide to Nutritional Supplements*. New York, Amazon.
7. Анисимова Н.А. (2009). *Идентификация органических соединений: учебное пособие*. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ.
8. Бикова А.С. (2000). *Ідентифікація органічних сполук: Навч.-методичний посібник*. Харків: ХДПУ.
9. Кадикало Е. М., Сливка Н. Ю. (2020). Аналіз та ідентифікація органічних сполук: метод. вказівки до лабораторного практикуму. Частина І. Луцьк: “Зоря–плюс”.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Розділ 1. Дослідження харчових добавок, що впливають на органолептичні характеристики продуктів.....	4
Лабораторна робота № 1. Вилучення каротиноїдів E160a(ii) і бетаніну E162 з рослинної сировини та їх ідентифікація.....	6
Лабораторна робота № 2. Дослідження залежності колірних характеристик антоціанів E163 від рН середовища.....	8
Лабораторна робота № 3. Дослідження колірних характеристик антоціанів E163 при взаємодії з солями металів.....	11
Лабораторна робота № 4. Хроматографічне розділення рослинних пігментів хлорофілу на папері.....	13
Лабораторна робота № 5. Відновлення індигокарміну.....	15
Лабораторна робота № 6. Вилучення ароматизаторів з рослинної сировини і дослідження їх властивостей.....	16
Лабораторна робота № 7. Отримання і дослідження ароматизаторів, ідентичних натуральним.....	18
Лабораторна робота № 8. Визначення якісного складу синтетичного підсолоджувача аспартам.....	19
Контрольні питання до розділу 1.....	20
Розділ 2 Вивчення основних технологічних властивостей харчових добавок, що впливають на консистенцію.....	21
Лабораторна робота № 9. Отримання і гідроліз лецитину.....	21
Лабораторна робота № 10. Кольорові реакції на крохмаль.....	23
Контрольні питання до розділу 2.....	23
Розділ 3 Дослідження харчових добавок, що впливають на строки придатності продуктів.....	24
Лабораторна робота № 11. Ідентифікація пероксидів в ефірних оліях.....	25
Лабораторна робота № 12. Якісна реакція на аскорбінову кислоту.....	27

Лабораторна робота № 13. Якісна реакція на токофероли.....	29
Лабораторна робота № 14. Якісне визначення бензойної кислоти.....	30
Контрольні питання до розділу 3.....	31
Розділ 4 дослідження харчових добавок, що прискорюють і полегшують ведення технологічних процесів.....	31
Лабораторна робота № 15. Визначення масової частки карбонату натрію в харчовій соді.....	32
Лабораторна робота № 16. Визначення масової частки аміаку в гідрокарбонаті амонію.....	33
Контрольні питання до розділу 4.....	34
Список використаних джерел.....	35

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з курсу «Хімічна інженерія харчових добавок»,

розділ «Ідентифікація харчових добавок»

для студентів спеціальності

161 «Хімічні технології та інженерія»

Українською мовою

Укладачі :

БСЛІНСЬКА Анна Павлівна

ОВСЯННІКОВА Тетяна Олександрівна

ШКОЛЬНІКОВА Тетяна Василівна

МАРЧЕНКО Валерія Сергіївна

СОКОЛОВА Тетяна Володимирівна

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

Роботу до видання рекомендовано *В. Ю. Папченко*

В авторській редакції

Самостійне електронне видання