

НАУКОВІ АСПЕКТИ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСЕРВАНТІВ У ОЛІЄЖИРОВМІСНИХ ПРОДУКТАХ

**І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, В.К. Тимченко, К.В. Куниця,
Т.В. Арутюнян**

Наведено результати досліджень щодо визначення консервантів у маргаринах, спредах, майонезах методами високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) і капілярного електрофорезу (КЕ). Визначено особливості пробопідготовки, умови хроматографічного розділення, діапазон вимірювань сорбінової та бензойної кислот під час застосування методів. Сформульовано практичні рекомендації щодо використання методів ВЕРХ і КЕ в технічному контролі олієжировмісних продуктів.

Ключові слова: харчові добавки, консерванти, олієжировмісні продукти, високоефективна рідинна хроматографія, капілярний електрофорез.

НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ В ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТАХ

**И.В. Левчук, В.А. Кищенко, В.К. Тимченко, Е.В. Куниця,
Т.В. Арутюнян**

Представлены результаты исследований относительно определения консервантов в маргаринах, спредах, майонезах методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и капиллярного электрофореза (КЭ). Определены особенности пробоподготовки, условия хроматографического разделения, диапазон измерений сорбиновой и бензойной кислот во время применения методов. Сформулированы практические рекомендации по использованию методов ВЭЖХ и КЭ в техническом контроле жиросодержащих продуктов.

Ключевые слова: пищевые добавки, консерванты, жиросодержащие продукты, высокоэффективная жидкостная хроматография, капиллярный электрофорез.

SCIENTIFIC ASPECTS OF THE METHOD FOR THE DETERMINATION OF PRESERVATIVES IN FAT-CONTAINING PRODUCTS

I. Levchuk, V. Kishchenko, V. Timchenko, E. Kunitsa,
T. Arutyunyan

The present study investigates the possibility of using high performance liquid chromatography (HPLC) and capillary electrophoresis (CE) to determine mass fraction of preservatives (benzoic acid, sorbic acid and mixtures) in oil and fat emulsion products – margarines, spreads, mayonnaise. It was noted that food supplements (and, hence, and preservatives) are hazards of food quality. The conditions of sample preparation, the translation associated with the need of preservatives in water-soluble form, removing proteins that prevent the definition, and the modified starch in low-fat products. It is shown that the retention time of benzoic and sorbic acids depends on the pH of the eluting buffer. It is found that the selective separation of a mixture of these acids, which is accompanied by clear lines of the peaks in the chromatogram, is achieved at pH = 3,7–3,8. Identification of a preservative in the form of oil products is made by means of UV spectra of sorbic and benzoic acids. The measurement range of the mass fraction of preservatives in oil products by HPLC is 2–200 mg/dm³. It is recommended to use the results of this research for the development of appropriate national standard and modern schemes of technochemical control of finished products in the production of margarine and mayonnaise. It is shown that the method of capillary electrophoresis can be used to determine low concentrations of preservatives in mayonnaises and salad dressings exchange HPLC as capillary is easily restored after the starch adsorption, washing with acid and alkali, and the adsorbent column just fails. Despite some disadvantages associated with a relatively small measuring range (2–200 mg/dm³) and the complexity of the control of electroosmotic flow, to date method of capillary electrophoresis is the most promising in the study of ionic compounds. After further investigation of the sorption and ionic processes and validation techniques capillary electrophoresis can be used tehnokontrol oil products as a method of control of preservatives.

Keywords: food additives, preservatives, fat-containing products, high-performance liquid chromatography, capillary electrophoresis.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Псування харчової сировини та готових продуктів – результат складних фізико-хімічних і мікробіологічних процесів: гідролітичних, окиснювальних, розвитку мікробіальної флори. Вони тісно пов'язані між собою. Можливість і швидкість їх перебігу визначаються багатьма факторами: складом і станом харчових систем, вологістю, рН середовища, активністю ферментів, особливостями технології зберігання та переробки сировини, наявністю в рослинній і тваринній сировині антимікробних, антиокиснювальних і консервуючих речовин [1].

Псування харчової сировини й готової продукції спричиняє тяжкі отруєння й захворювання людей, а також призводить до величезних економічних втрат. Тому забезпечення якості та безпеки продуктів, збільшення термінів їх зберігання, зменшення втрат мають велике соціальне й економічне значення.

Призупинення мікробіологічних процесів у харчових продуктах досягається шляхом різноманітних технологічних прийомів (сушіння, засолення, застосування спецій, оцту, олії, меду і т. ін.) або введенням хімічних консервантів. Останні почали широко застосовувати наприкінці ХХ століття у зв'язку із необхідністю збереження великих обсягів сільськогосподарської сировини, намаганням забезпечити споживачів максимально широким асортиментом харчових продуктів незалежно від місця їх виробництва та терміну збирання врожаю, зменшення втрат готової продукції, розвитком токсикології.

Доцільно відзначити, що консерванти забороняється використовувати в деяких продуктах масового споживання: молоці, вершковому маслі, борошні, хлібі (крім фасованого), продуктах дитячого харчування, а також у виробах, які маркують як «натуральні» або «свіжі» [1].

Дозволеними для введення в олієжировмісні продукти є сорбінова кислота та її солі, бензойна кислота та її солі, а також суміші зазначених кислот.

На сьогодні жоден з діючих національних стандартів у сфері олієжирової промисловості не передбачає контролювання вмісту консервантів. Доречно відзначити, згідно із системою НАССР (аналіз ризиків і критичні точки контролю), яка широко впроваджується на харчових підприємствах, харчові добавки (а значить і консерванти) належать до якісних небезпечних факторів.

Тому сучасні схеми технохімічного контролю готової олієжировмісної продукції (особливо маргаринів, спрейдів, майонезів і салатних соусів) обов'язково повинні передбачати контроль вмісту харчових добавок, зокрема консервантів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Харчові добавки – це натуральні або синтетичні речовини, які спеціально вводять до харчових продуктів з метою надання їм необхідних властивостей або за умови технологічної необхідності (антиоксиданти, консерванти, барвники й т. ін.).

Консерванти – це речовини, які подовжують термін зберігання харчових продуктів, захищаючи їх від псування, яке спричиняється мікроорганізмами (бактеріями, пліснявими грибами, дріжджами – патогенними й непатогенними) [1; 2].

Сорбінова кислота та її солі (натрію, калію, кальцію) виявляють перш за все фунгістатичну дію, пригнічуючи розвиток пліснявих грибів

завдяки здатності інгібувати дегідрокіназу. Ці консерванти не стримують зростання молочнокислої флори, тому часто використовуються в суміші з іншими консервантами. В олієжировій промисловості сорбінова кислота та її солі застосовується у виробництві маргаринів і спредів, а також під час обробки пакувальних матеріалів. Допустима добова доза сорбінової кислоти та сорбатів становить 25,0 мг/кг маси людини [1].

Бензойна кислота та її солі (калію, натрію, кальцію) пригнічують дію ферментів, які чинять окисно-відновні реакції; їх дія спрямована головним чином проти дріжджів і пліснявих грибів, включаючи афлатоксинутворюючі. Допустима добова доза бензойної кислоти та бензоатів становить 5 мг/кг маси людини [1].

Використання харчових добавок не повинно збільшувати ступінь ризику можливого несприятливого впливу продукту на здоров'я споживача, а також змінювати харчові властивості олієжировмісних продуктів. Вони повинні використовуватися в мінімальній необхідній кількості для досягнення технологічного ефекту, але не більше допустимого рівня, встановленого МОЗ України. Сорбінова кислота дозволена до використання в усіх країнах світу. Допустимий вміст її в харчових продуктах становить від 0,1 до 0,2% [3]. Під час консервування маргарину сорбінова кислота додається до жирової фази в концентрації 0,05–0,1%. Широке використання консервантів у сучасному виробництві олієжировмісних продуктів потребує використання надійних методів контролю за їх вмістом.

Під час аналізу літературних джерел за темою дослідження було виявлено окремі публікації [4–6], в яких зазначається, що найбільш придатними для визначення консервантів можуть бути тільки інструментальні методи аналізу, такі як високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) [4; 5] та капілярний електрофорез (КЕ) [6]. Слід відзначити, що жодна із цих публікацій не стосується олієжировмісних продуктів.

Попередніми дослідженнями [7] було показано принципову можливість застосування зазначених методів ВЕРХ і КЕ для визначення вмісту бензойної кислоти (Е-210), сорбінової кислоти (Е-200) та їх солей у жирових емульсійних продуктах.

Сьогодні в Україні відсутній національний стандарт і офіційний метод визначення консервантів у олієжирових продуктах. Тому дослідження, спрямовані на визначення особливостей пробопідготовки, технологічних факторів і умов хроматографічного розділення, є актуальними та своєчасними.

Мета статті – створення наукового обґрунтування методу визначення консервантів у олієжирових продуктах.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виявити особливості пробопідготовки олієжировмісних продуктів емульсійної природи до хроматографічного аналізу;
- визначити ефективні технологічні параметри хроматографічного розділення консервантів методами ВЕРХ та КЕ;
- сформулювати переваги і недоліки застосування методів ВЕРХ і КЕ за умов сумісної наявності консервантів;
- окреслити шляхи практичного застосування результатів дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами цього дослідження є маргарин, майонез і салатні соуси.

Для дослідження використовували методи високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) і капілярного електрофорезу (КЕ).

Для хроматографічного розділення й ідентифікації використано високоефективний рідинний хроматограф HP 1100:

- із чотириканальною системою подачі та можливістю роботи насоса в градієнтному режимі;
- з автоінжектором, що дозволяє вводити різні об'єми;
- із термостатом колонок;
- з УФ-діодно-матричним детектором;
- із комп'ютерною системою зі спеціальним програмним забезпеченням ChemStation для автоматичного інтегрування, а також ідентифікації речовин за допомогою бібліотеки спектрів. Усі розчинники, реактиви, що використовувалися, мали кваліфікацію «HPLC grade».

Проведення хроматографічного розділення консервантів здійснено в градієнтному режимі, щоб не допустити можливого накладання їх хроматографічних піків між собою, а також із метою підвищення ефективності розділення.

Умови хроматографування:

Колонка: обернено-фазова C 18 Hypersil ODS», 5 мкм, 100×2,1 мм з предколонкою; рухома фаза: А – 12,5 мМ фосфатний буфер (KН₂РO₄, Н₃РO₄), рН = 3,25–3,30; В – ацетонітрил; градієнт: від 20 до 90%; температура – 30° С; швидкість потоку – 0,3–0,4 мл/хв; об'єм введення – 5 мкл; час аналізу – 15 хв.

Детектор діодно-матричний, реєстрація на довжині хвилі – 230 нм, ширина щілини – 5 нм для бензойної кислоти, на довжині хвилі, – 270 нм, ширина щілини – 5 нм для сорбінової кислоти.

Для визначення консервантів методом капілярного електрофорезу використано такі умови: детектор діодно-матричний, капіляр: 50 мікрон, 72 см; рухома фаза: 10 мМ боратний буфер, рН – 9,3; напруга: 30 кВ; температура: 25° С; об'єм введення проби: 50 мбар/сек; час аналізу: 4 хв; реєстрація на довжині хвилі – 225 нм, ширина щілини – 8 нм для бензойної кислоти, на довжині хвилі – 255 нм, ширина щілини – 8 нм для сорбінової кислоти, час аналізу – 10–14 хв.

Результати визначення консервантів у олієжировмісних продуктах. Запорукою успішного застосування того чи іншого інструментального методу є правильність пробопідготовки.

Під час дослідження маргаринів і майонезів, які є емульсійними жировими продуктами, складність підготовки проб до хроматографічного розділення полягає в тому, що бензойна та сорбінова кислоти мають низьку розчинність у воді. Тому обов'язковою умовою екстрагування цих кислот є переведення їх у сольову форму й фільтрування через мембранний фільтр. Цьому визначенню також перешкоджають білки, які осаджують додаванням розчинів Карреза (I – калій залістосинеродистий 3-водний, II – цинк оцтовокислий 2 – водний) або розчину ацетату свинцю.

Хроматографічне розділення консервантів здійснено в градієнтному режимі, щоб запобігти можливому накладенню хроматографічних піків консервантів від попередньої проби, а також для підвищення ефективності розділення.

Для визначення консервантів у олієжировмісних продуктах недостатньо одержати тільки хроматограму зразка, що містить консервант (наприклад, рис. 1). Для ідентифікації виду консерванту потрібно використати УФ-спектри сорбінової та бензойної кислот, які дуже різняться між собою (рис. 2, 3).

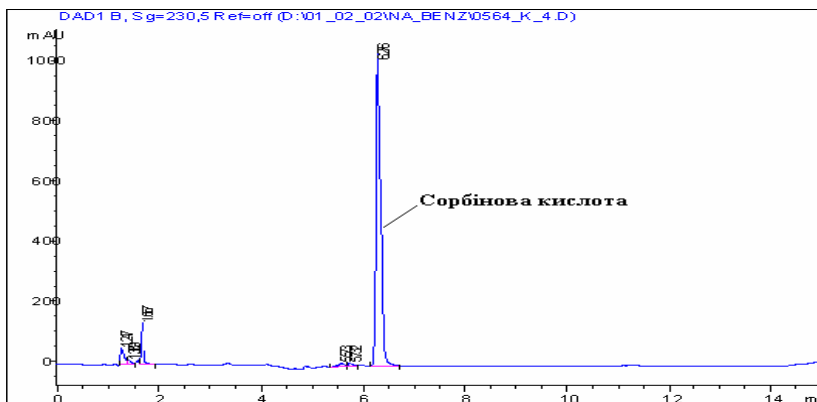


Рис. 1. Хроматограма екстракту маргарину

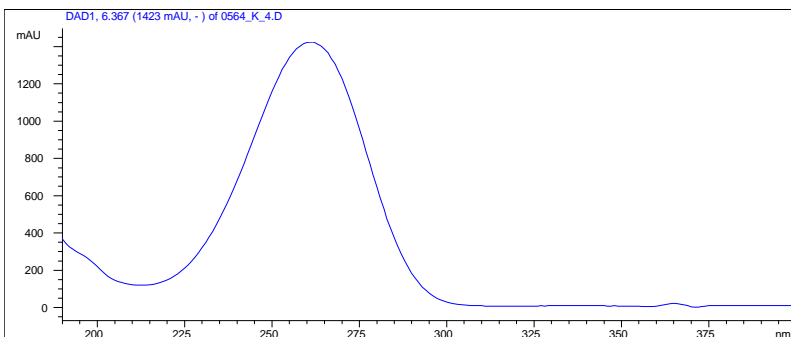


Рис. 2. УФ-спектр сорбінової кислоти

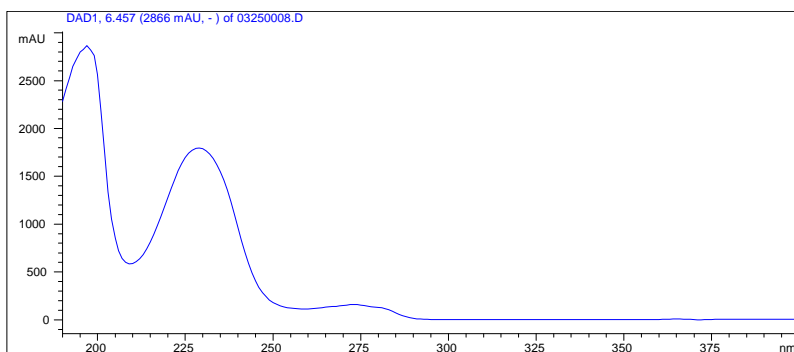


Рис. 3. УФ-спектр бензойної кислоти

Останнім часом для консервування харчових продуктів використовують суміш двох консервантів (сорбінову та бензойну кислоти). Таку комбінацію консервантів ми спостерігали під час дослідження маргаринів. При чому сумарна концентрація консервантів не повинна перевищувати концентрацію того компонента, у якого менша гранично допустима концентрація.

Здійснюючи дослідження спектральної частини піка за умови сумісної наявності кислот, ми спостерігали злиття двох спектрів поглинання. Початок сигналу відповідав бензойній кислоті (рис. 4), а надалі крива поглинання все більше видозмінювалася і в кінці дослідження була характерною для спектра сорбінової кислоти (рис. 5).

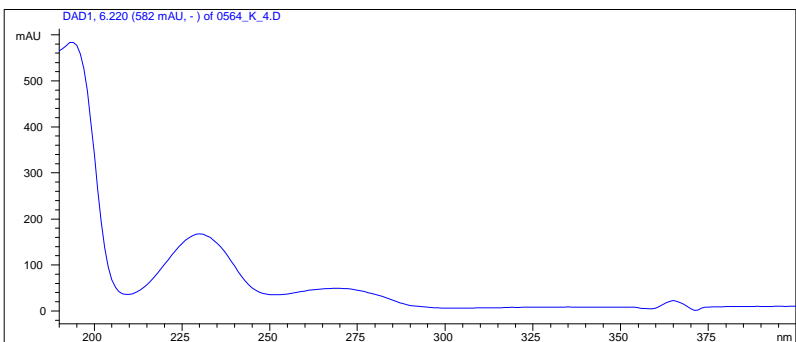


Рис. 4. УФ-спектр на початку хроматографічного піка сигналу

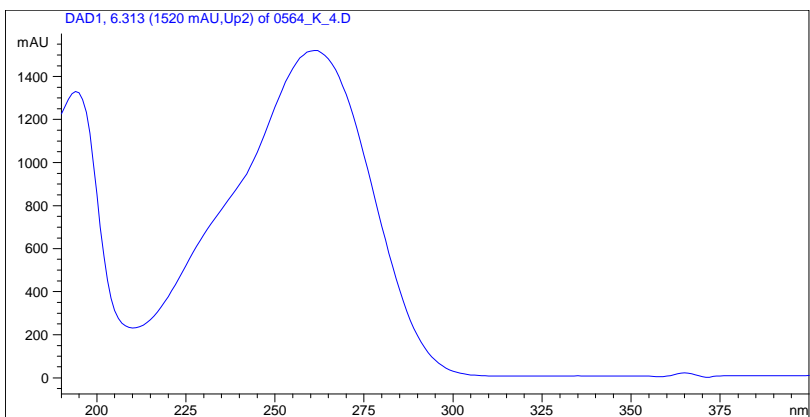


Рис. 5. УФ-спектр у кінці хроматографічного піка сигналу

Хроматограми суміші консервантів у маргарині і майонезі (рис. 6, 7), що одержані на цьому етапі дослідження мають очевидний розмитий задній фронт. Це зумовлено іоногенною взаємодією компонентів із силанольними групами на поверхні сорбенту аналітичної колонки. Для зменшення цього ефекту слід підібрати колонку для ефективного розділення консервантів та рН буферного розчину.

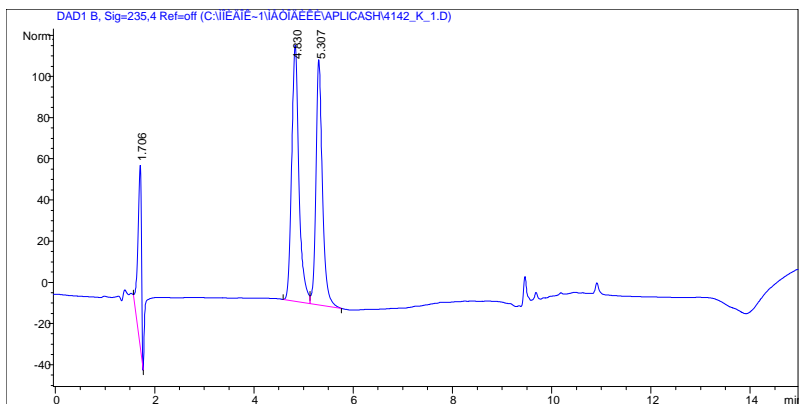


Рис. 6. Хроматограма суміші бензойної та сорбінової кислот у маргарині

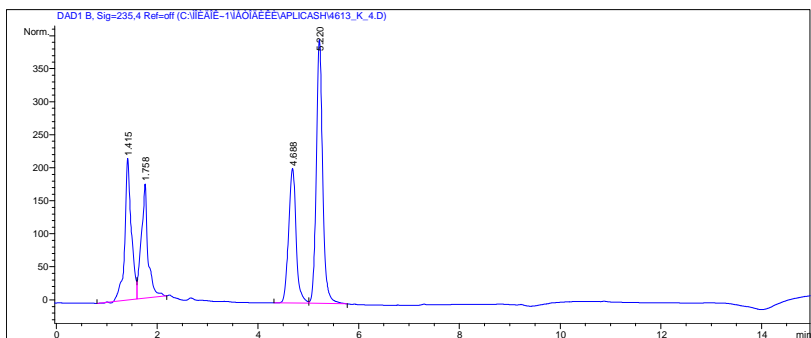


Рис. 7. Хроматограма суміші бензойної та сорбінової кислот у майонезі

Відомо, що консерванти мають іоногенні властивості і тому реагують на зміни рН буферного розчину рухомої фази. Нами експериментально виявлено залежність часу утримання суміші бензойної і сорбінової кислот від значення рН буферного розчину елюента, яке варіювалося від 3,2 до 4,2. Установлено, що селективне розділення суміші зазначених консервантів, яке супроводжується достатньо чітким розмежуванням піків на хроматографі, досягається за умови рН = 3,7–3,8 (рис. 8).

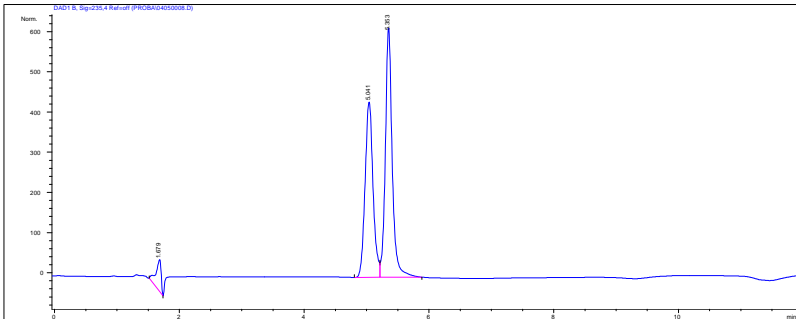


Рис. 8. Хроматограма суміші бензойної та сорбінової кислот за pH 3,7

Таким чином, урахувуючи вплив усіх факторів на хроматографічне розділення суміші консервантів, встановлено необхідність використання інших аналітичних колонок.

Виявлені ефекти перевірено на реальному об'єкті (майонез) за умови використання інших хроматографічних колонок. Так, на рис. 9, 10 представлено хроматографи суміші бензойної та сорбінової кислот, що містяться в майонезі. Одержані хроматографи свідчать про те, що метод вискоелективної рідинної хроматографії може бути застосованим для визначення консервантів і за умови їх сумісної наявності.

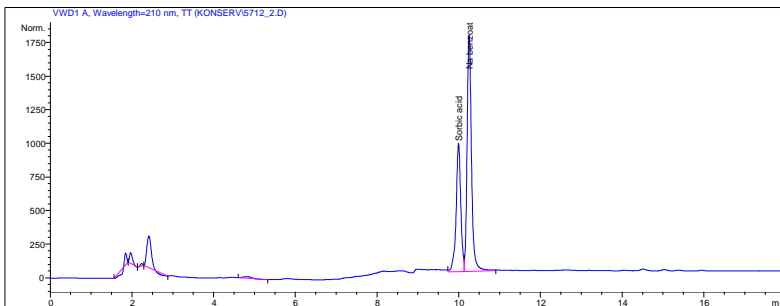


Рис. 9. Хроматограма суміші бензойної та сорбінової кислот у зразку майонезу (колонка ProntoSIL C18, 150x2,0 мм, зерно 5 мкм)

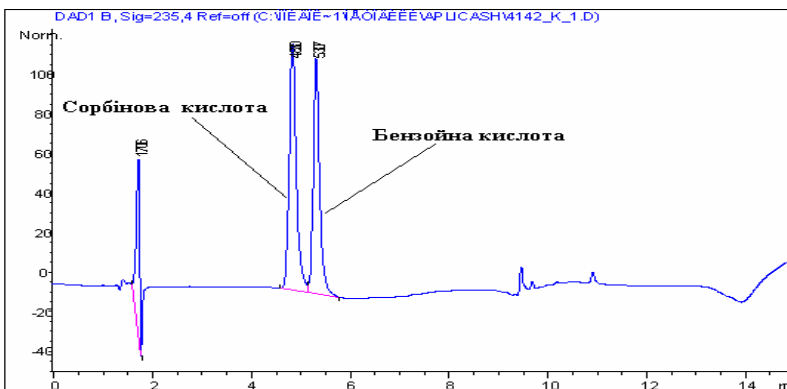


Рис. 10. Хроматограма суміші бензойної та сорбінової кислот у зразку майонезу (колонка Hypersil C18, 100x2,1 мм, зерно 5 мкм)

Основними критеріями достовірності методу є його валідація, а саме підтвердження придатності методу статистичними даними. Такі дані одержано шляхом дослідження різними операторами в різні дні внутрішньолабораторного зразка маргарину з вмістом бензойної кислоти 173 мг/кг. Одержано 72 позитивні та тільки один негативний результат. Діапазон вимірювань масової частки консервантів у олієжировмісних продуктах методом ВЕРХ становить 2–200 мг/дм³ [7].

Розвиваючи наукове підґрунтя методу визначення консервантів у олієжировмісних продуктах, слід прийняти до уваги таке.

Під час виробництва низькожирних маргаринів, майонезів і салатних соусів (на майонезній основі) використовують модифіковані крохмалі. Під час прободіготовки таких жирових продуктів досить складно вивільнити ці компоненти, оскільки вони не осаджуються разом із білками. Під час експлуатації хроматографічних колонок за рахунок утворення високомолекулярних сполук у них зростає тиск (більше 40 МПа за 2–3 дослідження), що спричиняє швидке їх спрацьовування. У цьому випадку дослідження консервантів методом високоефективної рідинної хроматографії може бути неефективним.

Нами запропоновано використати для аналізу зазначених вище продуктів метод капілярного електрофорезу, який відрізняється від методу ВЕРХ високим ступенем ефективного розділення, простим детектуванням у режимі реального часу, коротким часом дослідження. До того ж, якщо навіть деякі компоненти жирових продуктів ускладнюють визначення, капіляр легко відновлюється промиванням мінеральною кислотою та лугом упродовж декількох хвилин.

Стабільність роботи капіляра визначається величиною напруги, струм повинен бути постійним і стабільним. Потрапляння мікробулбашок повітря або поганий відвід тепла призводять до нестабільності струму. Отже, перед використанням буфера слід обов'язково проводити його дегазацію.

Можливості методу капілярного електрофорезу для визначення консервантів у олієжирових продуктах демонструються електрофореграмами суміші бензойної та сорбінової кислот (рис. 11) і майонезу, в якому виявлено суміш зазначених консервантів (рис. 12).

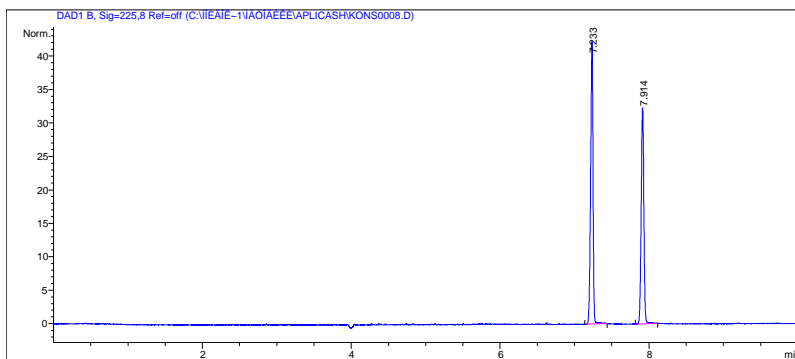


Рис. 11. Електрофореграма суміші сорбінової та бензойної кислот

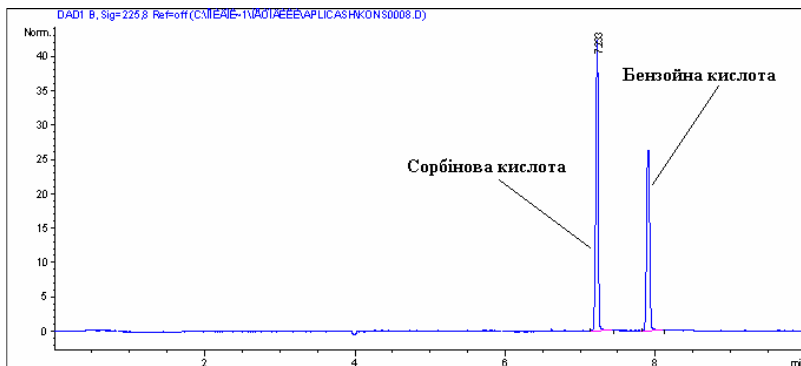


Рис. 12. Електрофореграма суміші сорбінової та бензойної кислот у майонезі

Діапазон вимірювань масової частки консервантів у олієжировмісних продуктах методом капілярного електрофорезу становить 2–200 мг/дм³.

Порівнюючи переваги та недоліки методів ВЕРХ та КЕ у застосуванні їх щодо визначення консервантів у олієжировмісних продуктах, слід також зауважити таке.

Проблеми з використанням методу ВЕРХ виникають тоді, коли необхідно швидко й ефективно дослідити полярні та іоногенні проби, які мають високу основність. Це одна з найбільш складних проблем хроматографії, яка пов'язана з використанням стаціонарних фаз на основі силкагелю. Останнім часом почали виготовляти фази на основі дівеніл-бензолу іон-парні реагенти, але під час їх використання вдається тільки частково вирішити окреслену проблему.

Хоча метод КЕ має свої недоліки, які пов'язані з відносно невеликим діапазоном вимірювальних концентрацій, складністю керування електроосмотичним потоком, адсорбцією досліджуваних речовин на стінках капіляра, але на сьогодні саме КЕ є найбільш перспективним під час дослідження іоногенних сполук і може бути рекомендований до використання під час здійснення технохімічного контролю консервантів за умови валідації методики.

Висновки. Експериментально встановлено, що застосування методу ВЕРХ для визначення консервантів у олієжировмісних продуктах потребує складної пробопідготовки, умови якої визначено цим дослідженням. Метод ВЕРХ є достовірним і має широкий діапазон вимірювання бензойної та сорбінової кислот (2–200 мг/дм³) і може бути рекомендованим у технохімічному контролі маргаринів, спредів, майонезів.

Виявлено, що для визначення консервантів у низькоконцентрованих майонезах і салатних соусах, які містять модифікований крохмаль, найбільш ефективним є застосування методу капілярного електрофорезу. Метод КЕ має також перспективи використання під час дослідження продуктів, які містять полярні та іоногенні сполуки.

Застосування методу КЕ потребує додаткових досліджень сорбційних та іонообмінних процесів, які відбуваються під час аналізу іоногенних сполук, валідації методики й на сьогодні має рекомендаційний характер.

Список джерел інформації / References

1. Нечаев А. П. Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М. : Колос : Колос-Пресс. – 2001. – 256 с.

Nechaev, A.P., Kochetkova, A.A., Zaytsev, A.N. (2001), *Nutritional supplements [Pyshchevye dobavky]*, Kolos, Kolos-Press, Moscow, 256 p.

2. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова [и др.]. – СПб. : ГИОРД, 2007. – 640 с.

Nechaev, A.P., Traubenberh, S.E., Kochetkova, A.A. [et al.] (2007), *Food chemistry [Pyshchevaya khymyya]*, NYORD, SPb., 640 p.

3. Державні санітарні правила та норми : ДСанПіН 8.8.1.2.3.4.-000-2001 [Чинні від 2001-01-01]. – К. : Міністерство охорони здоров'я України, 2001. – 181 с.

State sanitary rules and standards [Derzhavni sanitarni pravyla ta normy] (2001), Kyiv, Ministry of Health, 181 p.

4. Hanai, T. (2005), "Chromatography in silica, quantitative analysis of retention mechanisms of benzoic acid derivatives", *Journal of Chromatography A*, Vol. 1087, Is. 1–2, pp. 45-51.

5. Chen, Q.-C., Wang, J. (2001), "Simultaneous determination of artificial sweeteners, preservatives, caffeine, theobromine and theophylline in food and pharmaceutical preparations by ion chromatography", *Journal of Chromatography A*, Vol. 937, Is. 1–2, pp. 57-64.

6. Deng, Y., Wellons, A., Bolla, D. (2003), Separation and identification of photodegradation products of benzoic acid by capillary zone electrophoresis, *Journal of Chromatography A*, Vol. 1013, Is. 1-2, pp. 191–201.

7. Левчук И. В. Инновационные технологии определения консервантов в масложировых продуктах / И. В. Левчук, Н. И. Осейко // Масложировой комплекс. – Днепропетровск : Эксперт АГРО, 2011. – № 1 (32). – С. 52–55.

Levchuk, Y.V., Oseyko, N.Y. (2011), "Innovative technologies definition of preservatives in oil products" ["Innovatsyonnye tekhnolohyy opredelenyya konservantov v maslozhyrovkh produktakh"], *Oil and Fat complex*, No. 1 (32), pp. 52-55.

Левчук Ірина Володимирівна, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., начальник науково-методичної лабораторії хроматографічних досліджень ДП «Укрметртестстандарт». Адреса: вул. Метрологічна, 4, м. Київ, Україна, 03143. E-mail: iryna.levchuk.v@gmail.com.

Левчук Ирина Владимировна, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., начальник научно-методической лаборатории хроматографических исследований ГП «Укрметртестстандарт». Адрес: ул. Метрологическая, 4, г. Киев, Украина, 03143. E-mail: iryna.levchuk.v@gmail.com.

Levchuk Irina, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of the Scientific-Methodical Laboratories Chromatographic Studies SE «Ukrmetrteststandard». Address: Metrology str., 4, Kyiv, Ukraine, 03143. E-mail: iryna.levchuk.v@gmail.com.

Кіщенко Володимир Анатолійович, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., начальник науково-дослідного центру випробувань продукції ДП «Укрметртестстандарт». Адреса: вул. Метрологічна, 4, м. Київ, Україна, 03143. E-mail: kishchenko.vl@gmail.com

Кіщенко Владимир Анатольевич, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., начальник научно-исследовательского центра испытания продукции ГП «Укрметртестстандарт». Адрес: ул. Метрологическая, 4, г. Киев, Украина, 03143. E-mail: kishchenko.vl@gmail.com

Kishchenko Vladimir, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Research and Development Test Center Products SE «Ukrmetrteststandard». Address: Metrology str., 4, Kyiv, Ukraine, 03143. E-mail: kishchenko.vl@gmail.com.

Тимченко Валентина Кузьмівна, канд. техн. наук, проф., кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Адреса: вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002.

Тимченко Валентина Кузьминична, канд. техн. наук, проф., кафедра технології жирів и продуктів брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Адрес: ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002.

Timchenko Valentina, Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Technology of Fats and Fermentation Products, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute». Address: Frunze str., 21, Kharkov, Ukraine, 61002.

Куніца Катерина Вікторівна, канд. техн. наук, наук співроб., кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Адреса: вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002. E-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru.

Куніца Катерина Викторовна, канд. техн. наук, науч. сотр., кафедра технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Адрес: ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002. E-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru.

Kunitsa Ekaterina, Candidate of Technical Sciences, Researcher, Department of Technology of Fats and Fermentation Products, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute». Address: Frunze str., 21, Kharkov, Ukraine, 61002. E-mail: ekaterina-kunitsa@mail.ru.

Арутюнян Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, ст. викл., кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Адреса: вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002. E-mail: tatyana.arutunyan@gmail.com.

Арутюнян Татьяна Владимировна, канд. техн. наук, ст. преп., кафедра технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Адрес: ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002. E-mail: tatyana.arutunyan@gmail.com.

Arutyunyan Tatjana, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Technology of Fats and Fermentation Products, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute». Address: Frunze str., 21, Kharkov, Ukraine, 61002. E-mail: tatyana.arutunyan@gmail.com.

Рекомендовано до публікації в-ром техн. наук, проф. І.М. Демидовим, в-ром техн. наук, проф. Ф.Ф. Гладким, в-ром техн. наук, проф. В.В. Євлаш.

Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.