

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЕКСПЕРТИЗИ ХАРЧОВИХ ОЛІЙ

T.V. Kryuk, Cand. Sc. (Chem.),
Assoc. Prof.,
R.S. Trankovskaya, Cand. Sc. (Chem.)

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine, e-mail: kttl@telenet.dn.ua

MODERN METHODS OF FOOD VEGETABLE OIL EXAMINATION

Мета. Метою статті є висвітлення сучасних фізико-хімічних методів встановлення аутентичності й контролю якості харчових олій.

Методика. У процесі дослідження використано теоретичні методи – узагальнення і порівняння та експериментальні методи – ІЧ-спектроскопію і рефрактометрію.

Результати. Наведено огляд основних фізико-хімічних методів, що використовуються для вирішення завдань ідентифікації та виявлення фальсифікації харчових рослинних олій; показано, що найбільше поширення для ідентифікації олій отримали методи хроматографії та спектроскопії; наведено приклади використання розглянутих методів для встановлення відповідності олій їхнім заявленим найменуванням.

Наукова новизна. Поглиблено уявлення про можливості методів хроматографії та спектроскопії для ідентифікації та контролю якості харчових рослинних олій.

Практична значущість. Методи, які пропонуються для експертизи олій, забезпечують високу ефективність контролю якості та точність ідентифікації харчових продуктів.

Ключові слова: олії, фальсифікація, ідентифікація, експертиза

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Олії є важливими харчовими продуктами: вони поставляють в організм людини енергію і незамінні ненасичені жирні кислоти, а їхні функціональні властивості багато в чому визначаються складом наявних жирних кислот, ступенем їхньої ненасиченості і співвідношенням цис- і трансізомерів. Тому олії належать до функціонально значимих компонентів збалансованого харчування.

Україна є частиною світового ринку в галузі виробництва і торгівлі рослинними оліями (в першу чергу, соняшниковою). Рік у рік посівні площі і відповідно обсяги виробництва олій збільшуються і розширюється їхній асортимент. При цьому наша країна постійно поповнює внутрішні ресурси масложирової сировини за рахунок імпорту, незалежно від рівня врожаю олійних культур. Оскільки Україна не виробляє деякі види рослинних масел, наприклад, оливкових, потреба в них задовольняється за рахунок імпорту.

Для сучасного ринку харчових продуктів характерним є масове поширення фальсифікату і товарів низької якості, і олії не є винятком. Це викликає необхідність розробки селективних і експресних методів встановлення аутентичності продукції та її експертизи. Таким чином, узагальнення існуючих на сьогодні-

нішній день методів оцінки якості й ідентифікації харчових олій, що забезпечують достатню точність, максимальну порівнянність і відтворюваність результатів, є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій періодиці хіміко-аналітичного профілю та виданнях, присвячених хімії харчових продуктів, кількість публікацій з дослідження якості харчових продуктів з кожним роком неухильно збільшується; причому значна частина робіт виконана авторами з країн, для яких виробництво і переробка сільськогосподарської сировини, харчова індустрія є важливими галузями економіки – Іспанії, Італії, Франції, Греції, Росії.

Як видно з таблиці 1, незаперечна пальма першості серед харчових продуктів, які перевіряються на справжність, належить рослинним оліям.

Таблиця 1 – Число джерел у системі SCOPUS, що мали в назвах, рефератах і ключових словах назву харчового продукту і термін «authenticity» [1]

Продукт	Всього джерел	Рік										
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Рослинні олії	188	7	7	22	11	8	15	17	17	23	19	16
Фрукти	141	6	9	6	7	9	11	11	10	11	14	6
Вино	94	4	4	4	2	6	6	11	10	15	9	3
Маслини	70	3	2	9	3	3	3	4	10	9	5	7
Мед	63	2	4	3	3	5	2	9	5	9	5	4
Молоко	66	1	3	3	6	7	8	4	6	5	8	5
М'ясо	63	2	2	3	5	6	3	3	2	6	8	7
Риба	54	1	3	5	2	2	6	4	5	7	6	3
Сир твердий	44	0	1	3	6	5	5	4	3	3	7	3

Основні періодичні видання, що публікують роботи з ідентифікації та експертизи якості харчових продуктів і сировини – «Analytica Chimica Acta», «Journal of Chromatography A», «Journal of Near Infrared Spectroscopy», «Journal of Chemometrics», «Journal of Agricultural and Food Chemistry», «Analytical and Bioanalytical Chemistry», «Food Chemistry» та інші.

Незважаючи на численні факти фальсифікації харчових продуктів в Україні, робіт з вивчення якості і перевірки аутентичності продуктів вітчизняних вчених досить мало [2-4]. Тобто є доречним огляд сучасних фізико-хімічних методів, які застосовуються для експертизи рослинних масел.

Метою статті є висвітлення сучасних фізико-хімічних методів встановлення аутентичності й контролю якості харчових олій.

Виклад основного матеріалу дослідження. До класичних методів експертизи жирів можна віднести: титриметричний, рефрактометричний і ареометричний. В основі ідентифікації лежить визначення значень йодного числа, числа омилення, показника заломлення і відносної щільності досліджуваної олії і зіставлення отриманих даних з відомими значеннями зазначених параметрів

для певного виду жиру. Класичні методи є експресними і дешевими, але їхня точність не висока.

Як видно з таблиці 2, для всіх масел фізичні константи являють собою інтервал значень, який для деяких олій збігається або перекривається між собою, що не дозволяє за фізичними константами достовірно встановити, наприклад, факт фальсифікації дешевого масла як цінного.

Таблиця 2 – Фізичні та хімічні показники олій [5]

Олія	Йодне число, г I ₂ / 100 г	Число омилення, мг КОН / г	Показник заломлення за 20 °С	Густина за 15 °С, кг/м ³
Кукурудзяна	111 – 113	187 – 193	1,471 – 1,474	924 – 926
Соняшникова	125 – 145	186 – 194	1,474 – 1,475	920 – 926
Соева	120 – 140	186 – 195	1,474 – 1,478	922 – 934
Бавовняна	101 – 116	189 – 199	1,472 – 1,476	918 – 932
Арахісова	82 – 92,5	185 – 197	1,468 – 1,472	911 – 929
Гірчична	92 – 130	107 – 184	1,470 – 1,474	913 – 923
Оливкова	72 – 89	185 – 200	1,466 – 1,471	914 – 919
Рапсова	94 – 118	165 – 200	1,472 – 1,476	911 – 918
Какао	32 – 42	192 – 203	1,453 – 1,458 ¹	945 – 976
Кокосова	до 12	254 – 267	1,448 – 1,450 ¹	901 – 905
Пальмова	48 – 58	196 – 210	1,453 – 1,459 ¹	921 – 925
Пальмоядрова	12 – 20	240 – 257	1,449 – 1,452 ¹	925 – 935

Примітка 1. Показник заломлення за температури 40 °С

Найбільш точним способом визначення виду олій є встановлення їхнього хімічного складу. Компонентами, за якими можливо найбільш достовірно визначити натуральні олії, є жирні кислоти (ЖК) – зв'язані в гліцерида або вільні. До складу природних жирів входить більше 200 різних жирних кислот. Переважними жирними кислотами є ЖК з парним числом атомів карбону від 8 до 24 (таблиця 3).

Відносний вміст жирних кислот у натуральних оліях, тобто їхній жирно-кислотний склад, є досить стабільним показником не тільки для їхньої ідентифікації, а також для оцінки якості.

В Україні діють стандарти такі, що регламентують методи встановлення жирнокислотного складу жирів та олій:

- ДСТУ ISO 5508-2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот»;
- ГОСТ 30418-96 «Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава»;
- ГОСТ 30623-98 «Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации»;
- ГОСТ 25219-87 «Кислоты жирные синтетические. Методы определения фракционного состава газовой хроматографией».

Таблиця 3 – Масова частка жирних кислот у рафінованих оліях [5]

Жирні кислоти	Олії					
	кукурудзяна	соняшникова	соєва	оливкова	рапсова	кокосова
Насичені, в тому числі:	13,3	11,3	13,8	16,3	3,10	84,6
каприлова (C _{8:0})	0	0	0	0	0	7,3
капринова (C _{10:0})	0	0	0	0	0	6,3
лауринова (C _{12:0})	0	0	0	0	0	44,7
міристинова (C _{14:0})	0	0	н.к.	0	0	16,2
пальмітинова (C _{16:0})	11,1	6,2	10,3	12,9	2,3	8,0
стеаринова (C _{18:0})	2,2	4,1	3,5	2,5	0,8	1,9
арахінова (C _{20:0})	0	0,3	0	0,9	0	0
бегенова (C _{22:0})	0	0,7	н.к.	0	0	0
Мононенасичені, в тому числі:	24,0	23,8	19,8	67	70	7,8
пальмітоолеїнова (C _{16:1})	0	н.к.	0	1,5	н.к.	0
олеїнова (C _{18:1})	24,0	23,7	19,8	65	28,1	7,8
гадоленова (C _{20:1})	0	н.к.	0	0,5	8,9	0
ерукова (C _{22:1})	0	0	0	0	33	0
Поліненасичені, в тому числі:	57,6	59,8	61,2	12	22,4	1,7
лінолева (C _{18:2})	57,6	59,8	50,9	33,3	13,9	1,7
ліноленова (C _{18:3})	0	0	10,3	н.к.	8,5	0
ейкозадієнова (C _{20:2})	0	0	0	0	0	0
докозадієнова (C _{22:2})	0	0	0	0	0,5	0
Загальна сума ЖК	94,9	94,9	94,9	94,7	95,4	94,1

Примітка: н.к. – незначна кількість

Згідно з чинним стандартами, жирнокислотний склад олій визначається методом газової хроматографії. Цим методом досліджуються різноманітні жирні кислоти – із вмістом атомів карбону від 1 до 30 і вище, насичені, розгалужені, ненасичені, цис- і трансізомери, оксикислоти. Самі по собі ЖК, особливо вищі, не мають достатньої летючості для проведення газохроматографічного аналізу, тому необхідно попередньо перевести їх у летку форму. Пробопідготовка заснована на лужному гідролізі тригліцеридів до вільних ЖК з подальшим отриманням за допомогою реакції етерифікації метилових ефірів жирних кислот. Отримані метилові ефіри хроматографують і визначають їхній склад за часом утримування піків на хроматограмі.

На рисунку 1 наведено хроматограми метилових ефірів жирних кислот оливкової, соняшникової та фальсифікованої оливкової олій [5]. У цьому випадку аутентичність встановлювали за наявністю олеїнової кислоти (C_{18:1}) – ідентифікаційної ознаки оливкової олії, лінолевої кислоти (C_{18:2}) – ідентифікаційної ознаки соняшникової олії та ліноленової кислоти (C_{18:3}) – ідентифікаційної ознаки рапсової та соєвої олій.

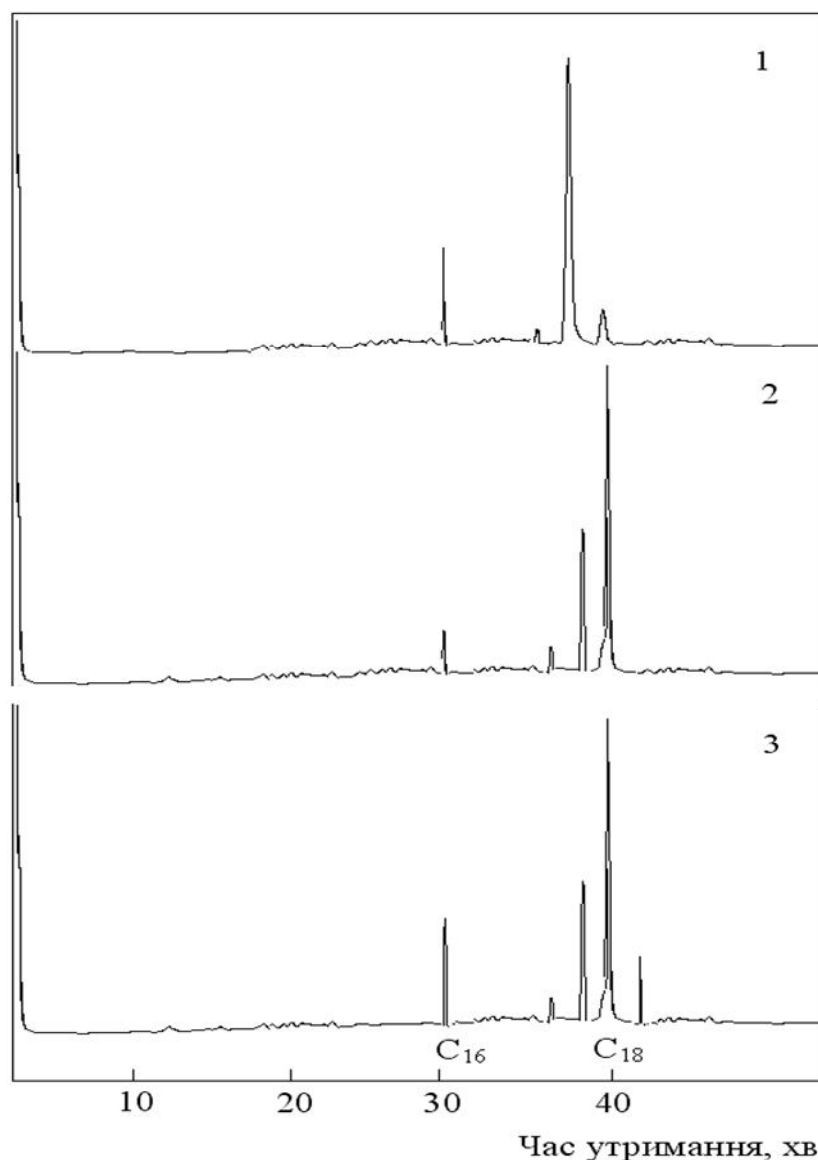


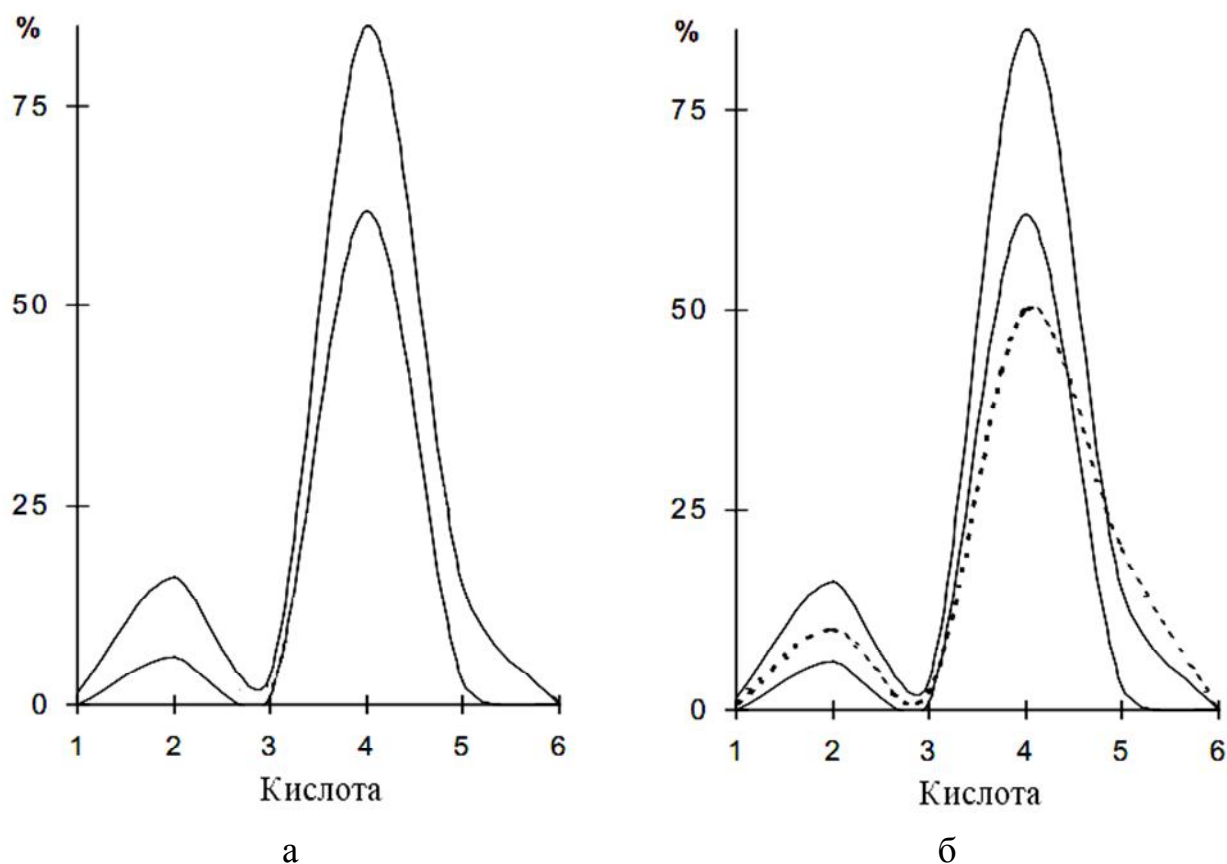
Рисунок 1 – Порівняння хроматограм метилових ефірів жирних кислот оливкової олії (1), соняшникової олії (2) та фальсифікованої оливкової олії (3)

Для рутинних методик якісної ідентифікації проводити повний аналіз жирнокислотного складу недоцільно. На первинному експресному етапі контролю оптимальним рішенням є визначення вмісту декількох основних жирних кислот, інформація про які статистично достовірна.

Наприклад, для ідентифікації оливкової олії досить проконтролювати вміст олеїнової кислоти, вміст якої в цій олії максимальний в порівнянні з іншими.

Як видно з рисунка 2, додавання до оливкової олії іншого жиру (наприклад, соняшникової олії) помітно знижує концентрацію контрольованої ЖК, що однозначно свідчить про фальсифікацію продукту [6].

Усе частіше в науковій літературі з'являються публікації з вивчення якісного і кількісного тригліцеридного складу рослинних масел із застосуванням високоефективної рідинної хроматографії [7-10].



1 – міристинова кислота; 2 – пальмітинова кислота; 3 – стеаринова кислота; 4 – олеїнова кислота; 5 – ліолева кислота; 6 – ліноленова кислота

Рисунок 2 – Лінії мінімального і максимального вмісту жирних кислот в оливковій олії (а) і в оливковій олії з добавкою 24 % соняшникової олії (б)

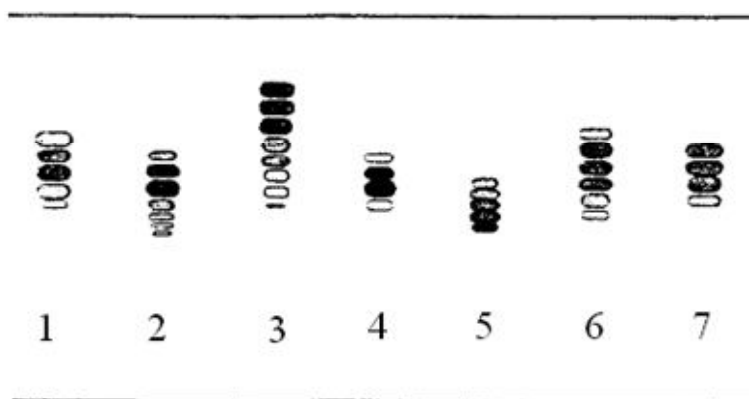
Європейська фармакопія [11] пропонує простий, доступний і експресний спосіб ідентифікації олій методом тонкошарової хроматографії, який дозволяє однозначно визначити вид олії за кількістю хроматографічних зон з визначеними значеннями коефіцієнтів розподілу.

Типовий вид хроматограми олій, отриманий методом тонкошарової хроматографії, подано на рисунку 3 [12].

Отже, хроматографія є високоефективним методом експертизи олій, при цьому слід наголосити на складній додатковій пробопідготовці та необхідності стандартних зразків. Використання ж методів спектроскопії дозволяє усунути ці стадії аналізу, тому останнім часом під час експертизи + олій інтенсивно використовуються різні спектроскопічні методи, серед яких найбільшу увагу дослідники приділяють інфрачервоній (ІЧ) спектроскопії та спектроскопії ядерного магнітного резонансу (ЯМР).

Сучасна ІЧ-спектроскопія являє собою експрес-метод встановлення структурних особливостей органічних сполук, тому що саме в діапазоні з довжинами хвиль від 0,5 до 1000 мкм проявляються з високою інтенсивністю переходи між коливальними і обертальними рівнями енергії молекул. Це дозволяє визначати

у структурі складних речовин ненасичені фрагменти, ароматичні та гетероароматичні ядра, функціональні групи, а також різні типи зв'язків.



1 – кукурудзяна; 2 – арахісова; 3 – бавовняна; 4 – оливкова; 5 – рапсова;
6 – соєва; 7 – соняшникова

Рисунок 3 – Типовий вид хроматограми суміші олій

В ІЧ-спектрах олій спостерігаються характерні для цих сполук смуги поглинання:

- смуга за 1373 см^{-1} характеризує деформаційні коливання зв'язку $-\text{CH}$ центрального атома гліцеринового фрагмента в оліях;
- смуга за 1165 см^{-1} викликана валентними коливаннями зв'язку $-\text{CO}-$, що є характерним для ефірів вищих карбонових кислот;
- сильна смуга за 1724 см^{-1} характерна для валентних коливань карбонільної групи зв'язку $-\text{C}=\text{O}$;
- смуга за 2350 см^{-1} характерна для сполучених зв'язків $-\text{HC}=\text{C}=\text{CH}-$, що відповідає лінолевій і ліноленовій кислотам;
- смуги за $2954, 2922, 2852, 1465\text{ см}^{-1}$ демонструють наявність групи $-\text{CH}_2$, що підтверджує наявність у зразках фрагментів вищих аліфатичних кислот;
- смуги за $720\text{--}725\text{ см}^{-1}$ відповідають коливанням декількох зв'язаних між собою груп $-\text{CH}_2$, до них же належить і смуга за 1165 см^{-1} в спектрах всіх олій.

На рисунку 4 наведено ІЧ-спектр поглинання оливкової олії, де видно прояви всіх зазначених коливань.

Тобто для олій більшість смуг поглинання проявляється за однакових хвильових чисел, що, в більшості випадків, не дозволяє встановити факти фальсифікації таких продуктів за ІЧ-спектрами (таблиця 4).

Таке ствердження демонструють показані на рисунку 5 отримані нами спектри поглинання в ІЧ-області для чистої оливкової олії і її сумішей з масла з соняшниковою олією. Отримані залежності збігаються за всіма піками, що не дозволяє відрізнити чисту олію від суміші.

Подібно ІЧ-спектроскопії, отримати інформацію про молекулярну будову хімічних речовин можна за допомогою методу ЯМР-спектроскопії, що дозволяє бачити (в ідеальному випадку) окремо кожну групу атомів в молекулі в якісному і кількісному аспектах.

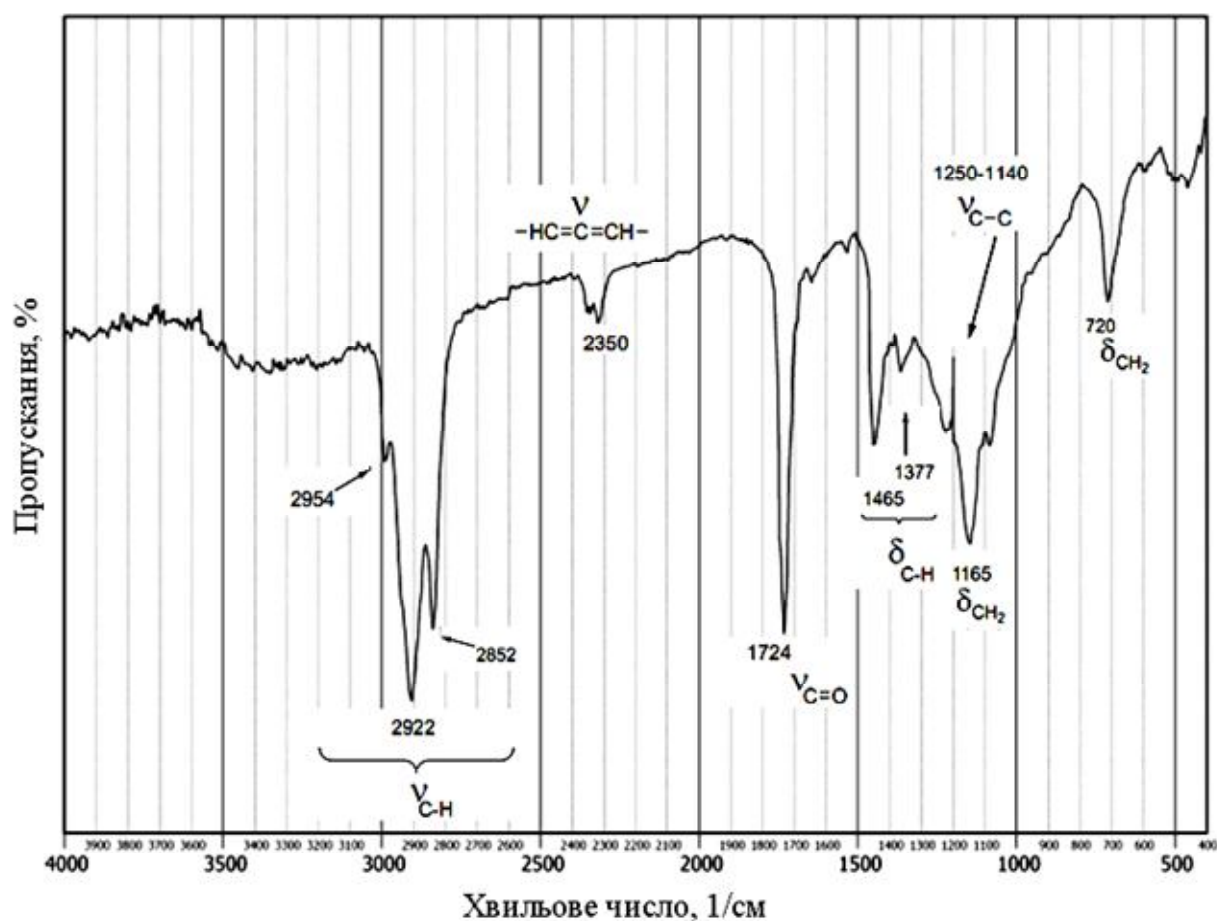
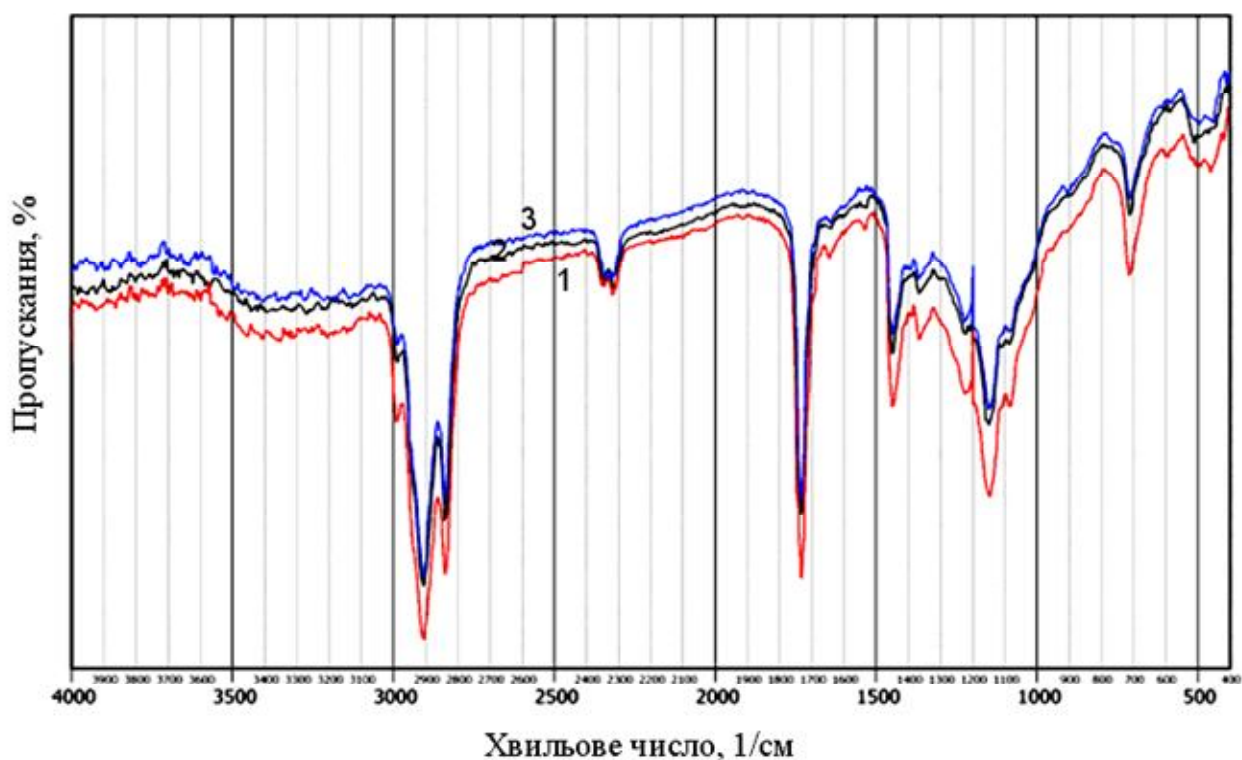


Рисунок 4 – ІЧ-спектр поглинання оливкової олії

Таблиця 4 – Характерні смуги поглинання в ІЧ-спектрах олій, cm^{-1} [13]

Олії				
оливкова	кукурудзяна	соєва	бавовняна	соняшникова
—	—	—	3620	3620
3471	3471	3480	3460	3471
3000	3008	3009	3000	3008
2923	2923	2923	2923	2923
2854	2854	—	2855	2854
—	—	—	2650	2677
—	—	—	2300	2300
1743	1743	1743	1740	1740
1651	1650	1650	1650	1650
1437	1457	1437	1462	1452
1373	1373	1373	1377	1373
1234	1234	1234	1200	1238
1164	1164	1164	1165	1165
1103	1103	1103	1083	1103
910	910	910	—	872
725	728	725	721	660
384	593	384	553	—



- 1 – оливкова олія;
- 2 – співвідношення оливкової та соняшникової олій 80 : 20 %;
- 3 – співвідношення оливкової та соняшникової олій 60 : 40 %

Рисунок 5 – ІЧ-спектри поглинання оливкової олії, сумішей оливкової та соняшникової олій

В останні роки в науковій літературі появляються публікації, присвячені застосуванню методу ЯМР-спектроскопії для виявлення фальсифікації рослинних масел та встановлення їхньої автентичності [14-16].

Це добре видно на рисунку 6, на якому представлені піки резонансу етиленової області в ^{13}C ЯМР-спектрі зразка натуральної оливкової олії і її суміші із соняшниковою олією: інтенсивність піків, відповідних лінолевої кислоті на кривій 2 (L_{10} та L_{12}), що відповідає суміші олій, вище вже за незначного (10%) вмісту іншого масла.

Таким чином, метод ЯМР може бути аналітичним інструментом для виявлення різних форм фальсифікації олій. До того ж ЯМР-спектроскопія має низку переваг: не вимагає використання стандартів, тривалих процедур пробопідготовки, не руйнує досліджуваний зразок. Оскільки ізотопний склад олій залежить від місця походження сировини внаслідок різного фракціонування ізотопів у воді і мінералах у різних точках Землі, то ЯМР-спектроскопія дозволяє також виявити сировинну, географічну і технологічну передісторію об'єкта. Крім того, у спектрі ЯМР-олій відображаються всі компоненти досліджуваної системи, в тому числі компоненти, що не можуть бути ідентифіковані методом хроматографії, наприклад, токсиканти та органічні речовини, які потрапляють до продукту за рахунок адсорбції, утворюються під час гідролітичної та термоокиснювальної деструкції тощо.



Рисунок 6 – Піки резонансу етиленової області в ^{13}C ЯМР-спектрах оливкової олії (1), суміші оливкової з соняшниковою олією в співвідношенні 90 : 10 % [16]

Висновки

Для експертизи олій сьогодні успішно застосовуються різні види хроматографії та спектроскопії, за допомогою яких можна проводити ідентифікацію та визначати показники якості харчових олій.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є практичне використання сучасних фізико-хімічних методів для встановлення аутентичності під час експертизи якості олій, які реалізуються на споживчому ринку України.

Список літератури / References:

1. Краснянчин Я.Н. Хемометрические методы в контроле подлинности продуктов питания и пищевого сырья / Я.Н. Краснянчин, А.В. Пантелеймонов, Ю.В. Холлин // Методы и объекты химического анализа. – 2010. – Т. 5, № 3. – С. 118-147.
Krasnianchin, Ya.N., Panteleymonov, A.V. and Kholin, Yu.V. (2010), “Chemometric methods to control the authenticity of food products and food raw materials”, *Metody i obyekty khimicheskogo analiza*, Vol. 5, no. 3, pp. 118-147.
2. Yashin Ya.I. Analysis of food products and beverages using high-performance liquid chromatography and ion chromatography with electrochemical detectors / Ya.I. Yashin, A.Ya. Yashin // J. of Anal. Chem. – 2004. – № 12 (59). – P. 1121-1127.
Yashin, Ya.I. and Yashin, A.Ya. (2004), “Analysis of food products and beverages using high-performance liquid chromatography and ion chromatography with electrochemical detectors”, *J. of Anal. Chem.*, no. 12 (59), pp. 1121-1127.
3. Rudakov O.B. Qualitative identification of milk fat from chromatographic data / O.B. Rudakov, K.K. Polianskiy, M.P. Aleksiuk // J. of Anal. Chem. – 2002. – № 12 (57). – P. 1081-1088.
Rudakov, O.B., Polianskiy, K.K. and Aleksiuk, M.P. (2002), “Qualitative identification of milk fat from chromatographic data”, *J. of Anal. Chem.*, no. 12 (57), pp. 1081-1088.
4. Kuchmenko T.A. Test method for detecting adulterated apple juice using piezoelectric resonators / T.A. Kuchmenko, R.P. Lisitskaya, O.S. Bobrova // J. of Anal. Chem. – 2008. – № 6 (63). – P. 596-602.
Kuchmenko, T.A., Lisitskaya, R.P. and Bobrova, O.S. (2008), “Test method for detecting adulterated apple juice using piezoelectric resonators”, *J. of Anal. Chem.*, no. 6 (63), pp. 596-602.

5. Додонкин Ю.В. Таможенная экспертиза товаров: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.В. Додонкин, И.А. Жебелева, В.И. Криштафович. – М.: Академия, 2003. – 272 с.
Dodonkin, Yu.V., Zhebeleva, I.A. and Krishtafovich, V.I. (2003), *Tamozhennaya ekspertiza tovarov* [Customs examination of goods], Izdatelskiy tsentr “Akademiiya”, Moscow, Russia, 272 p.
6. Рудаков О.Б. Развитие метода интерпретации хроматограмм при идентификации растительных масел / О.Б. Рудаков // Химия растительного сырья. – 2001. – № 4. – С. 77-82.
Rudakov O.B. (2001), “Development of a method of interpretation of chromatograms for identification of vegetable oils”, *Khimiya rastitel'nogo syrya*, no. 4, pp. 77-82.
7. Рудаков О.Б. Развитие метода интерпретации хроматограмм животных жиров / О.Б. Рудаков, К.К. Полянский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 10. – С. 40-42.
Rudakov, O.B. and Polyanskiy, K.K. (2001), “Development of a method of interpretation of chromatograms of animal fats”, *Khraneniye i pererabotka selkhozsyrya*, no.10, pp. 40-42.
8. Беляев Д.С. Экспресс-анализ триглицеридов и биологически активных компонентов растительных масел методом микроколоночной ВЭЖХ с УФ-детектором / Д.С. Беляев, Фан Винь Тхинь, Е.А. Хорохордина [и др.] // Фармобразование – 2007: III Всерос. науч.-метод. конф.: тезисы докл. – Воронеж, 2007. – С. 66-68.
Beliayev, D.S., Thin, Fan Vin and Khorokhordina, Ye.A. and other (2007), “Express analysis of triglycerides and biologically active components of vegetable oils by microcolumn HPLC with UV detection”, Proc. 3-d All-Russian Sci.-method. Conf. “Pharmacologic ducation – 2007”, Voronezh, 2007, pp. 66-68.
9. Дейнека В.И. Использование высокоэффективной жидкостной хроматографии для идентификации и обнаружения фальсификации масел / В.И. Дейнека, О.Б. Рудаков // Масла и жиры: отраслевые ведомости. – 2005. – № 9. – С. 4-5.
Deyneka, V.I. and Rudakov, O.B. (2005), “Using high performance liquid chromatography for identification and detection of falsification oils”, *Masla i zhiry: otraslevyye vedomosti*, no. 9, pp. 4-5.
10. Денисов В.И. Анализ растительных масел методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии / В.И. Денисов, Л.А. Дейнека // Журн. аналит. химии. – 2004. – Т. 59. – № 9. – С. 993-997.
Denisov, V.I. and Deyneka, L.A. (2004), “Analysis oils by microcolumn high-performance liquid chromatography”, *Zhurn. analit. khimii*, Vol. 59, no. 9, pp. 993-997.
11. European Pharmacopoeia. – 2 ed. – Strastbourg: Council of Europe, 1997. – 49 p.
European Pharmacopoeia (1997), 2 ed., Council of Europe, Strastbourg, France.
12. Чечета О.В. Идентификация растительных масел и масляных экстрактов методом ТСХ / О.В. Чечета, Е.Ф. Сафонова, А.И. Сливкин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2008. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 646-653.

- Checheta, O.V., Safonova, Ye.F. and Slivkin, A.I. (2008), "Identification oils and oil extracts TLC", *Sorbtsionnyye i khromatograficheskiye protsessy*, Vol. 8, no. 4, pp. 646-653.
13. Юсупов Ш.Т. Теплофизические и термодинамические свойства растительных масел и некоторых их растворов в широком интервале температур и давлений: автореф. дисс. ... д-ра хим. наук: спец. 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» / Ш.Т. Юсупов. – Казань, 2011. – 39 с.
Yusupov, Sh.T. (2011), "Thermal and physical and thermodynamic properties of vegetable oils and some of their solutions over a wide range of temperatures and pressures", Abstract of Ph.D. dissertation, Thermophysics and theoretical heating engineering, Kazan, Russia, 39 p.
14. Лисовая Е.В. Разработка способов оценки качества и идентификации оливковых масел на основе метода ядерно-магнитной релаксации: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.15 «Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания» / Е.В. Лисовая. – Краснодар, 2009. – 36 с.
Lisovaya Ye.V. (2009), "Development of methods for assessing the quality of olive oils and identification method based on nuclear magnetic relaxation", *Razrabotka sposobov otsenki kachestva i identifikatsii olivkovyih masel na osnove metoda yaderno-magnitnoy relaksatsii*, Abstract of Ph.D. dissertation, Food commodity and technology products catering, Krasnodar, Russia, 36 p.
15. Применение спектроскопии ЯМР для анализа растительных масел / Е.Д. Скаковский, Л.Ю. Тычинская, С.А. Ламоткин [и др.] // Структура и динамика молекулярных систем: сб. статей. – Яльчик, 2006. – С. 228-231.
Skakovskiy, Ye.D., Tychinskaya, L.Yu., Lamotkin, S.A., Shpak, S.I. and Kulakova, A.N. (2006), "Application of NMR spectroscopy for the analysis of oils", *Struktura i dinamika molekuliarnykh sistem*, collected articles, Yalchik, 2006, pp. 228-231.
16. ЯМР: основы и применение спектроскопии ядерного магнитного резонанса в медицине, фармацевтической химии, биохимии, химии пищевых продуктов и напитков / Т. Мавромустакос, Г. Бонас, М. Зерву, Е. Теодоропулу, Д. Панайотопулос, А. Хэлмис. – Афины: Янис, 2006. – 623 с.
Mavromustakos, T., Bonas, G., Zervu, M., Teodoropulu, E., Panayotopulos, D. and Helmis A. *YaMR: osnovy i primenenye spektroskopii yadernogo magnitnogo rezonansa v meditsine, farmatsevticheskoy khimii, biokhimii, khimii pishchevykh produktov i napitkov* [NMR: Fundamentals and application of nuclear magnetic resonance in medicine, pharmaceutical chemistry, biochemistry, chemistry, food and beverage] (2006), *Meditinskoye izd-vo "Yanis"*, Athens, Greece, 623 p.

Цель. Цель статьи заключается в освещении современных физико-химических методов контроля качества и подлинности пищевых растительных масел.

Методы. В процессе исследования использованы теоретические методы обобщения и сравнения и экспериментальные методы – ИК-спектроскопию и рефрактометрию.

Результаты. Представлен обзор основных физико-химических методов, которые используются для решения заданий идентификации и выявления фальсификации пищевых растительных масел; показано, что наибольшее распространение для идентификации растительных масел получили методы хроматографии и спектроскопии; приведены примеры ис-

пользования рассмотренных методов для установления соответствия растительных масел их заявленным наименованиям.

Научная новизна. Углублено представление о возможностях методов хроматографии и спектроскопии при идентификации и контроле качества пищевых растительных масел.

Практическая значимость. Методы, которые предлагаются для экспертизы растительных масел, обеспечивают высокую эффективность при контроле качества и точность при идентификации пищевых продуктов.

Ключевые слова: растительные масла, фальсификация, идентификация, экспертиза.

Objective. The goal of the article is to analyse modern physical chemical methods of quality control and authenticity of food vegetable oils.

Methods. During our investigations theoretical methods, such as generalization and comparison, as well as experimental methods – IR-spectroscopy and refractometry have been used.

Results. Review of the main physical-chemical methods, which are used for the identification and revealing of food vegetable oil falsification is presented; it was shown that chromatography and spectrometry methods are mainly used for identifications of vegetable oils; examples of usage of methods considered above to ascertain the accordance of declared titles are given.

Scientific novelty. Extending of our knowledge about possibilities of chromatography and spectrometry methods for the identification and quality control of food vegetable oils.

Practical value. Methods proposed for vegetable oils examination provide high efficiency for quality control and exactness of food products identification.

Key words: vegetable oils, falsification, identification, examination.

Рекомендовано до публікації д-ром біол. наук,
проф. Рябченком Миколою Олександровичем.
Дата надходження рукопису 05.06.2013 р.