

І. В. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, заст. нач. наук.-метод. лабораторії, ДП «Укрметртестстандарт», Київ

МЕТОДОЛОГІЯ СКРИНІНГУ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ЕКОТОКСИКАНТІВ В СИРОВИНІ, ОЛІЯХ ТА ЖИРАХ

В статті представлено дослідження зразків олійної сировини, олій та жиру на вміст екотоксикантів (пестицидів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів, поліхлорованих біфенілів) з використанням газового хроматографа з мас-селективним детектором. Підтверджено, що для кількісного аналізу летких сполук доцільно використання газорідинної хроматографії з селективними детекторами. Доведено, що для аналізу нелетких сполук доцільно застосування високоефективної рідинної хроматографії. Показано, що здійснення моніторингу методом скринінгу дає можливість виявлення стійких забруднювачів навколишнього середовища (екотоксикантів), які можуть потрапляти в харчові продукти.

Ключові слова: скринінг, екотоксиканти, пестициди, поліциклічні ароматичні вуглеводні, критичні точки, олійна сировина, олії, жири

Вступ. Збільшення вмісту забруднюючих речовин, що поступають в навколишнє середовище, пред'являє все більш жорсткі вимоги до еколого - аналітичного контролю їх залишкових кількостей. Це пов'язано як з постійним розширенням числа токсикантів, так і з поглибленням уявлень про токсичну дію забруднюючих речовин. Як наслідок, посилюються гігієнічні нормативи присутності екотоксикантів у воді, ґрунті і продуктах харчування. Використання гербіцидів широкого спектру дії та препаратів, які містять в собі декілька активних речовин, забезпечує безперервний і ефективний захист рослин від широкого спектру бур'янів та хвороб.

Проблемою, що виникає при дослідженні пестицидів, є необхідність проведення аналізу олійної сировини, олій, жирів та продуктів на їх основі на залишкову кількість пестицидів. Як правило, для цих цілей використовуються сучасні інструментальні методи аналізу на основі газорідинної хроматографії та високоефективної рідинної хроматографії. Відповідно до регламентуючих документів, щодо залишкового вмісту пестицидів у олійній сировині (насіння, зерно олійних культур, побічні продукти) та в оліях більшість пестицидів не допускається.

Зазначене вище актуалізує необхідність розробки нових методик та пошук нових рішень щодо підготовки зразків до досліджень та застосування хроматографічних методів, які є одними з найпоширеніших аналітичних методів, що застосовуються для визначення більшості груп пестицидів.

Матеріали та методи. В дослідженнях використано олійну сировину, олію нерафіновану, жир риб'ячий.

Для досліджень летких сполук пестицидів (хлор, фосфор органічних пестицидів, синтетичних піретроїдів та сим-триазинів) використовували газохроматографічну систему з двома детекторами по захопленню електронів із застосуванням колонок НР-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина

фази 0,25 мкм) і HP-50 + (для достовірності результату). Наявність індивідуальних інжекторів із електронним керуванням газами дозволила здійснювати регулювання швидкостей потоку газу-носія окремо для обох колонок. Кількісне визначення пестицидів здійснювали з використанням газового хроматографу Agilent 6890 N та газового хроматографу фірми Varian CP 3800 із пульсуючим полуменево-фотометричним детектором (ППФД), колонка HP-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм); для визначення сим-триазинів використовували термоіонний детектор (ТІД), колонку CP SIL 8 /MS (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм) [1].

Для підготовки проб нами використано уніфіковану методику, яка забезпечує повне екстрагування досліджуваних пестицидів при їх сумісній присутності в зразку. При цьому вона відрізняється від існуючих методик доступністю використаних реактивів, хімічного посуду й апаратури, універсальністю та дозволяє проводити комплексне дослідження пестицидів різних хімічних груп для визначення методом скринінгу їхньої наявності або відсутності з використанням газового хроматомас-спектрометра Agilent 7890/5975C та бібліотеки пестицидів (понад 900 компонентів).

Результати досліджень. Для дослідження зразків олійної сировини, олій та жирів використовували мас-селективний детектор газового хроматографа, який дає можливість визначати мас-спектри компонентів у сумішах полютантів. Для ідентифікації отримані спектри порівнювали із позиціями в бібліотеках даних. Використовували дві аналітичні електронні бібліотеки даних NIST і AMDIS [2, 3]. Використання мас-спектрометрії для підтвердження та ідентифікації речовин має високу результативність і приймається у сучасних аналітичних дослідженнях як основний метод.

Компонентний склад екстракту олії соняшникової нерафінованої представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Склад екстракту соняшникової олії нерафінованої

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS, % ідентичності	Бібліотека NIST, % ідентичності	Коефіцієнт співпадання даних бібліотек
1	Нафталін	96	93	1
2	Диметилфталат	93	92	1
3	Диетилфталат	89	79	1
4	Трибутилфосфат	93	82	1
5	Антрацен	91	88	1
6	Хризен	95	90	1
7	Піриміфос-метил	96	93	1
8	Диізобутилфталат	60	85	2
9	Ди-n-бутилфталат	73	88	3
10	Флуарантрен	75	68	1
11	Бенз(а)пірен	85	82	1
12	Біс(2-етилгексил)фталат	83	72	8

З високою імовірністю за двома бібліотеками даних у складі екстракту олії нерафінованої було ідентифіковано 12 хімічних сполук (табл. 1), з них фосфорорганічний пестицид (ФОП) під № 7 – піриміфос-метил. За допомогою спеціального програмного забезпечення ідентифіковано пік ФОП та отримано дані мас-спектрів, що підтверджують вміст пестициду в дослідженому зразку олії соняшникової (табл.1).

Результати дослідження свідчать про наявність конкретних пестицидів у зразку олії соняшникової. Зокрема:

– піриміфос-метил (О,О-диметил-О-(2-діетиламіно-6-метил-4-піримідил)-тіофосфат), який є компонентом препарату «Актелік» та відноситься до групи фосфорорганічних пестицидів (ФОП).

Речовини №№ 2, 3, 8, 9, 12 – фталати та їх похідні, які використовуються в якості пластифікаторів (пом'якшувачів) у процесі синтезу полівінілхлориду (ПВХ) і інших пластмас. Молекули фталатів хімічно не зв'язані з полімерними ланцюгами ПВХ і тому в процесі хімічного виробництва легко виділяються в оточуюче середовище. Саме тому велика кількість фталатів виявлена нами в зразку олії нерафінованої. Фталати характеризуються високою токсичністю для репродуктивної системи людини. Решта ідентифікованих речовин – нафталін, антрацен, флуарантрен та бен(а)пірен є представниками поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). При подальших розвідуваннях встановлено, що наявність фталатів в олії вагомий внесок дає їхня міграція з матеріалу упаковки (тари) та внутрішньо лабораторна забрудненість екстракту зразка олії, про що свідчить скринінг «холостого зразку» на наявність забруднювачів (лабораторна забрудненість), дані представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Компонентний склад «холостої проби»

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS, % ідентичності	Бібліотека NIST, % ідентичності	Коефіцієнт співпадання даних бібліотек
2	Диметилфталат	93	92	1
3	Диетилфталат	89	79	1
4	Трибутилфосфат	93	82	1
8	Диізобутилфталат	60	85	2
9	Ди-п-бутилфталат	73	88	3

На сьогоднішній день нами для визначення бенз[а]пірену та інших ПАВ використовується високоефективний рідинний аналізатор Agilent 1200. Принцип визначення ПАВ в сировині, оліях та олієжировмісних продуктах за допомогою on-line донорно-акцепторної комплексної хроматографії і ВЕРХ з флюоресцентним детектуванням на аналізаторі Agilent 1200 полягає в елююванні зразка олії через колонку з модифікованою стаціонарною фазою, яка виступає акцептором електронів, та, за рахунок утворення міцних зв'язків, ця колонка утримує ПАВ. Після відмивання від елюювання олії, ПАВ переносяться в аналітичну колонку з оберненою фазою. Індивідуальні ПАВ визначаються на різних довжинах хвиль. Ідентифікація здійснюється за часом утримування. Кількісний аналіз здійснюється методом зовнішнього градування. Мінімальна

межа кількісного визначення методу складає 0,1 мкг/кг [4,5].

Для підтвердження наявності та кількісного вмісту в зразку олії соняшникової нерафінованої ПАВ нами проведено дослідження методом ВЕРХ за допомогою рідинного хроматографу Agilent 1200 з флуоресцентним детектором за ISO 22959 «Животные и растительные жиры и масла – определение полициклических ароматических углеводородов методом донорно-акцепторной комплексной хроматографии с флуорисцетным детектированием» [6-9]. На рис.1 показано наявність ПАВ при

дослідженні олії соняшникової нерафінованої методом ВЕРХ. Відповідно виявлено ПАВ у кількості: антрацен 12,3 мкг/кг; хризен 10,4 мкг/кг; флуарантрен 9,44 мкг/кг; бенз(а)пірен 9,74 мкг/кг. Сума ПАВ склала 41,88 мкг/кг.

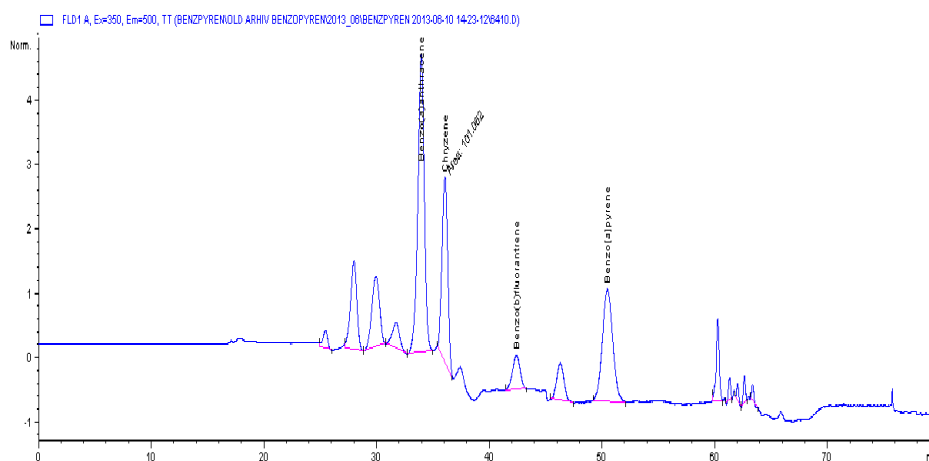


Рис.1 – Хроматограма олії нерафінованої з вмістом ПАВ

Вище представлений метод дозволяє звільнитись від складної підготовки зразків до досліджень та уникнути втрати ПАВ в порівнянні з іншими хроматографічними методами, які потребують застосування специфічних реагентів, тривалої підготовки проби, дотримування певних умов при проведенні досліджень.

Проведено аналіз даних щодо ідентифікації і визначення екотоксикантів в оліях з урахуванням критичних точок за показниками безпеки. Так при вирощуванні соняшника широко використовують пестициди в якості протруйників, тому дослідження насіння соняшника (сировина) на залишковій їхній вміст є актуальним. Пестициди, як правило, мають властивості як гідрофобні так і гідрофільні. Останні можуть при зберіганні рослинної олії нерафінованої накопичуватись у фузі (осаді), тому є проблема відбору зразків для дослідження олій на вміст пестицидів при подальшому їх кількісному визначенні. А саме на результат дослідження. При сринінгу соняшникової олії нами виявлено пестицид із групи феніламідів - металаксил (табл. 3).

Підтвердження результатів досліджень та кількісне визначення металаксилу здійснено з використанням ГРХ (газорідинна хроматографія) з використанням селективного до металаксилу термоіонного детектору, причому визначенню металаксилу не заважають фосфорорганічні пестициди та гербіциди групи сим-триазинів, що дуже важливо при сумісному їх визначенні (рис. 2) [10].

Олії та ліпидовмісні продукти широко використовуються у технологіях дієтичних, лікувально-профілактичних, парфумерно-косметичних та олієжировмісних харчових продуктів. Тому все більше уваги приділяється контролю, зокрема, олій, олійної сировини і ліпидовмісних продуктів, на вміст

органічних екоотоксикантів: пестицидів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), поліхлорованих біфенілів (ПХБ).

Таблиця 3 – Компонентний склад екстракту соняшникової олії нерафінованої з вмістом металаксилу

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS, % ідентичності	Бібліотека NIST, % ідентичності	Коефіцієнт співпадання даних бібліотек
1	Нафталін	96	93	1
2	Диметилфталат	93	92	1
3	Диетилфталат	89	79	1
4	Трибутилфосфат	93	82	1
5	Антрацен	91	88	1
6	Хризен	95	90	1
7	Диізобутилфталат	60	85	2
8	Металаксил	80	88	1
9	Ди-п-бутилфталат	73	88	3
10	Флуарантрен	75	68	1
11	Бенз(а)пірен	85	82	1
12	Біс(2-етилгексил)фталат	83	72	8

Так як хлорорганічні пестициди ПХБ відносяться до класу хлорорганічних сполук та мають ряд специфічних властивостей, а саме біокумуляції за рахунок того, що ПХБ мають високу розчинність в жирах так само як ПАВ та хлорорганічні пестициди.

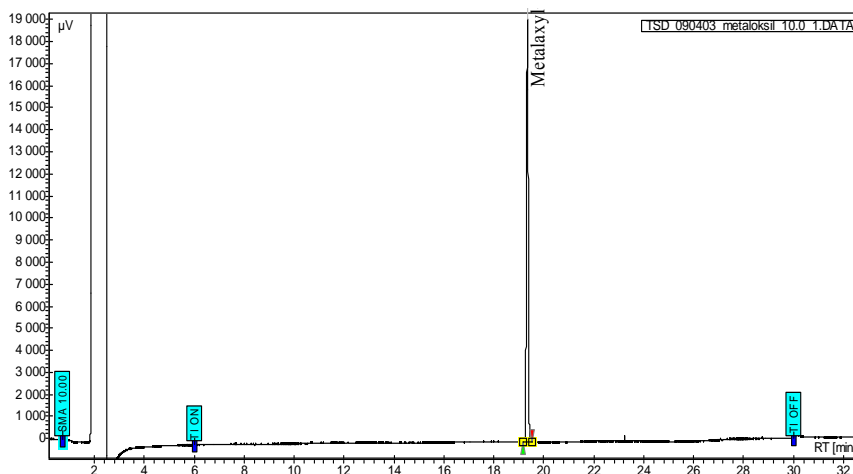


Рис.2 – Хроматограма екстракту олії соняшникової з металаксилу

Визначення ПХБ здійснюється, як правило, методами газорідної хроматографії з електронно захоплюючим детектором (ГРХ/ЕЗД) і газорідної хроматографії з мас-селективним детектором (ГРХ/МС). Метод ГРХ/МС дозволяє здійснювати ідентифікацію на основі структурної інформації по молекулярним мас-спектрам. При визначенні індивідуальних конгенерів необхідно конгенер-специфічне визначення ПХБ (табл. 4).

В результаті досліджень методом скринінгу в рибу'ячому жирі виявлено №4 ДДД – представник групи хлорорганічних пестицидів, №9 – ПХБ 153, № 1, 5, 6, 11, 12 – ПАВ та № 2, 3, 4, 8, 10, 13 – фталати. Отримані дані компонентного складу рибу'ячого жиру спонукають до подальшого проведення підтверджуючих та кількісних досліджень вище зазначених компонентів.

Таблиця 4 – Компонентний склад риб'ячого жиру

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS, % ідентичності	Бібліотека NIST, % ідентичності	Коефіцієнт співпадання даних бібліотек
1	Нафталін	96	93	1
2	Диметилфталат	93	92	1
3	Диетилфталат	89	79	1
4	Трибутилфосфат	93	82	1
5	Антрацен	91	88	1
6	Хризен	95	90	1
7	ДД	96	93	1
8	Диізобутилфталат	60	85	2
9	РСВ	80	88	1
10	Ди-п-бутилфталат	73	88	3
11	Флуарантрен	75	68	1
12	Бенз(а)пірен	85	82	1
13	Біс(2-етилгексил)фталат	83	72	8

На теперішній час нами проводиться оптимізація умов твердофазної екстракції та фракціювання екстракту, очистки проб на колонці з комбінованим сорбентом для подальшого сумісного визначення пестицидів різних хімічних груп, ПАВ, ПХБ, фталатів.

Висновки. Здійснення моніторингу методом скринінгу надає можливість виявлення стійких забруднювачів навколишнього середовища (екотоксикантів), які безпосередньо можуть потрапляти в харчові продукти, здійснювати технологічні заходи щодо регулювання ризиків та виявлення критичних точок.

В результаті досліджень доведено, що для аналізу нелетких сполук доцільним є застосування високоефективної рідинної хроматографії. Для подальшого кількісного визначення ПАВ та підтвердження пестицидів доцільно використовувати високоефективний рідинний хроматограф, що дає можливість виявлення ряду нелетких пестицидів та їх похідних.

Запропонована методологія може бути використана при здійсненні скринінгу залишкових кількостей екотоксикантів методами ГРХ/МС та ВЕРХ при здійсненні технохімічного контролю за безпечністю олієжировмісних харчових продуктів.

Список літератури: 1. Левчук, І. В. Технологія процесу швидкого аналізу при визначенні хлорорганічних пестицидів методом ГРХ-ЕЗД з використанням двох колонок / І. В. Левчук, В. А. Кищенко, П. Ф. Петик // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – №.3. – С.71. 2. Regional Screening Levels (Formerly PRGs) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: /www/URL: <http://www.epa.gov/region09/superfund/prg/>. – 01.12.2013 р. – Загол. з екрану. 3. The NIST 11 Mass Spectral Library (NIST11/2011/EPA/NIH) and NIST 08 (NIST08/2008) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: /www/URL: <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>. – 01.12.2013 р. – Загол. з екрану. 4. Draft Commission Regulation (EU). amending Regulation (EC) №1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards polycyclic aromatic hydrocarbons. 5. Левчук, І. В. Удосконалення методів контролю показників безпеки у технології олієжирових виробництв. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук // Харків: НТУ «ХПІ». – 2011. – С.8. 6. Левчук, І. В. Масла и маслосодержащие продукты. Определение бенз[а]пирена методами ВЭЖХ и ГЖХ-МС / И. В. Левчук, В. А. Кищенко // Вісник

Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – №43. – С.51. **7. Wilcke, W.** Polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) in soils of the Moscow Region - concentrations, temporal trends, and small-scale distribution / *W. Wilcke, M. Krauss, G.Safronov* [et al.] // *Journal of Environmental Quality*. – 2005. – Vol. 34. – P. 1581 – 1590. **8. Clayton, C. A.** Distributions, associations, and partial aggregate exposure of pesticides and polynuclear aromatic hydrocarbons in the Minnesota Children's Pesticide Exposure Study (MNCPEs) / *C. A. Clayton* // *J. Expo.Anal.Environ Epidemiol*. – 2003. – Vol. 13, N 2. – P. 100 – 111. **9. Lambert, T. W.** Lead, arsenic, and polycyclic aromatic hydrocarbons in soil and house dust in the communities surrounding the Sydney, Nova Scotia, tar ponds / *T. W. Lambert, S. Lane* // *Environ Health Perspect*. – 2004. – Vol. 112, N 1. – P. 35 – 41. **10. Левчук, І. В.** Визначення залишкового вмісту металаксилу в олійній сировині / *І. В. Левчук, В. А. Кищенко, М. І. Осейко, О. А. Литвиненко* // *Стандартизація. Сертифікація. Якість*. – 2013. – № 2. – С.52.

Bibliography (transliterated): **1. Levchuk, I. V., Kishchenko, V. A., Petik, P. F.** (2008). Tekhnologiya protsesu shvydkoho analizu pry vyznachenni khlororganichnykh pestytsydiv metodom HRKH-EZD z vykorystanniam dvokh kolonok. *Visnik Natsionalnogo tehnicnogo universitetu «KhPI»*, Kharkov: NTU «KhPI», № 3, 71 – 78. **2. Regional Screening Levels (Formerly PRGs)** (2013). \www/ URL: <http://www.epa.gov/region09/superfund/prg/>. **3. The NIST 11 Mass Spectral Library (NIST11/2011/EPA/NIH)** and **NIST 08 (NIST08/2008)** (2013). /www/ URL: <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>. **4. Draft Commission Regulation (EU).** amending Regulation (EC) №1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards polycyclic aromatic hydrocarbons. **5. Levchuk, I. V.** (2011). Udoskonalennia metodiv kontroliu ppokaznykiv bezpeky u tekhnologii oliiezhovykh vyrobnytstv. Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovooho stupenia kandydata tekhnichnykh nauk. Kharkov: NTU «KhPI», 20. **6. Levchuk, I. V., Kyshchenko, V. A.** (2008). Masla y maslosoderzhashchye produkty. Opredelenye benz[a]pirena metodamy VEXhKh y HZhKh-MS. *Visnik Natsionalnogo tehnicnogo universitetu «KhPI»*, Kharkov: NTU «KhPI», 43, 51 – 57. **7. Wilcke, W., Krauss, M., Safronov, G.** (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) in soils of the Moscow Region - concentrations, temporal trends, and small-scale distribution. *Journal of Environmental Quality*, V. 34, 1581 – 1590. **8. Clayton, C. A.** (2003). Distributions, associations, and partial aggregate exposure of pesticides and polynuclear aromatic hydrocarbons in the Minnesota Children's Pesticide Exposure Study (MNCPEs). *J. Expo.Anal.Environ Epidemiol*, V. 13, N 2, 100 – 111. **9. Lambert, T. W., Lane, S.** (2004). Lead, arsenic, and polycyclic aromatic hydrocarbons in soil and house dust in the communities surrounding the Sydney, Nova Scotia, tar ponds. *Environ Health Perspect*, V. 112, N 1, 35 – 41. **10. Levchuk, I. V., Kyshchenko, V.A., Oseiko, M. I., Lytvynenko, O. A.** (2013). Vyznachennia zalyshkovoho vmistu metalakсылu v oliinii syrovyni. *Standartyzatsiia. Sertyfikatsiia. Yakist*, 2, 53 – 57.

Поступила (received) 12.03.2014

УДК 664:665.1/7:539:542/543

Методологія скринінгу залишкових кількостей екотоксикантів в сировині, оліях та жирах / І. В. Левчук // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 17 (1060). – С.116-123 . – Бібліогр.: 10 назв. ISSN 2079-5459

В статті представлено дослідження зразків олійної сировини, олій та жиру на вміст екотоксикантів (пестицидів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів, поліхлорованих біфенілів) з використанням газового хроматографа з мас-селективним детектором. Підтверджено, що для кількісного аналізу летких сполук доцільно використання газорідинної хроматографії з селективними детекторами. Доведено, що для аналізу нелетких сполук доцільно застосування високоефективної рідинної хроматографії. Показано, що здійснення моніторингу методом скринінгу дає можливість виявлення стійких забруднювачів навколишнього середовища (екотоксикантів), які можуть потрапляти в харчові продукти.

Ключові слова: скринінг, екотоксиканти, пестициди, поліциклічні ароматичні вуглеводні, критичні точки, олійна сировина, олії, жири

В статье представлены исследования образцов масличного сырья, масел и жиров на содержание экотоксикантов (пестицидов, полициклических ароматических углеводородов,

полихлорированных бифенилов) с использованием газового хроматографа с масс-селективным детектором. Доказано, что для анализа нелетучих соединений целесообразно использование высокоэффективной жидкостной хроматографии. Показано, что осуществление мониторинга методом скрининга даёт возможность выявлять стойкие загрязнители окружающей среды (экоотоксикантов), которые могут попадать в пищевые продукты.

Ключевые слова: скрининг, экоотоксиканты, пестициды, полициклические ароматические углеводороды, критичные точки, масличное сырьё, масла, жиры.

The methodology of screening of residual quantities of ecotoxicants in raw materials, oils and fats/ I. V. Levchuk //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.116-123. Bibliogr.: 10. ISSN 2079-5459

In the article the results of studies of samples of oils fats, and raw materials for their production, for presents of ecotoxicants such as pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls with using of gas chromatograph with mass-selective detector are presented. It is confirmed that the using of gas chromatography with selective detector for quanification of volatle compounds is reasonable. It is proven that the using of high-efficiency liquid chromatography for analysis of non-volatile compounds is preferable.

It is shown that monitoring by mean of screening of makes it possible to detect sable pollutants of environment (ecotoxicants) that can gat into a food products.

Keywords: screening, ecotocsicants, pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, critical points, oils, fats, raw materials.

УДК [637.28:66-916.1]:66.022.3.097.8

Н. О. МОГИЛЯНСЬКА, канд. техн. наук, доц., ОНАХТ, Одеса

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИОКСИДАНТІВ НА ГАЛЬМУВАННЯ ОКИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В СПРЕДАХ

Проведені дослідження впливу антиоксидантів фенольної природи, отриманих з екстрактів чаю та кави, на гальмування окислювальних процесів при зберіганні спредів.

Ключові слова: спред, гальмування окислювальних процесів, екстракти чаю та кави, поліфенольні сполуки, зберігання.

Вступ. На фоні нестачі сировини в Україні та зниженні цін на сухе молоко виробництво вершкового масла втратило свою рентабельність, це стало не вигідним для виробника [1], тому на українському ринку у продажі з'явився новий продукт – комбіноване масло. При виробництві спредів використовуються замітники молочного жиру на рослинній основі, з їх допомогою регулюється жирнокислотний склад вершкового масла. Але в процесі зберігання спредів можуть відбуватись процеси, які призводять до псування продукту і появи небажаних присмаків: картонного, металевого, олійного, сального, рибного та інших, які поєднують загальним терміном «окислений» присмак.

При зберіганні жирів, особливо в несприятливих умовах, відбуваються зміни внаслідок яких утворюється ряд хімічних сполук з неприємним смаком і запахом. Псування жиру може протікати як під впливом ферментів, так і під дією кисню повітря. Дію ферментів прискорюють підвищення вологості і температури, світло, солі металів міді, заліза, свинцю, цинку. Розрізняють гідролітичне і окислювальне

© Н. О. МОГИЛЯНСЬКА, 2014