

УДК 632.95.028:504.455

**В.М. Семененко,
В.Г. Бардов,
О.М. Коршун,
А.О. Ліпавська,
М.М. Коршун**

ОПТИМІЗАЦІЯ АНАЛІТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ДІЮЧИХ РЕЧОВИН СУЧАСНИХ ПЕСТИЦИДІВ У ВОДІ ВОДОЙМ

*Інститут гігієни та екології
Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця
кафедра гігієни та екології
пр. Перемоги, 34, Київ, 01601, Україна
Hygiene and ecology institute
O.O. Bogomolets National Medical University
department of hygiene and ecology
Peremogy Avenue, 34, Kiev, 01601, Ukraine
e-mail: viestas@ukr.net*

Ключові слова: *пестициди, високоефективна рідинна хроматографія, вода водойм*
Key words: *pesticides, high-performance liquid chromatography, water of reservoirs*

Реферат. Оптимізація аналітичного контролю остаточних кількостей діючих речовин сучасних пестицидів в воді водойм. Семененко В.М., Бардов В.Г., Коршун О.М., Ліпавська А.А., Коршун М.М. Розроблено високочутливий і селективний метод визначення піраклостробіна, боскаліда, тебуфенпірада і прогексадіон-кальція при спільному присутстві в одній пробі води з використанням високопродуктивної рідинної хроматографії. Пестициди на основі зазначених діючих речовин (комбінований фунгіцид Белліс, інсекто-акарицид Масай і регулятор росту рослин Регаліс) можуть застосовуватися в один вегетаційний сезон для захисту плодових насаджень. Метод спільного визначення досліджуваних речовин оснований на підготовці проб води для екстракції, вилученні піраклостробіна, боскаліда, тебуфенпірада і прогексадіон-кальція, концентруванні екстракту суміші речовин і хроматографічному визначенні з ультрафіолетовим детектуванням. Особливістю методу є змінюваність співвідношення компонентів мобільної фази (смісь ацетонітрилу – 0,1 % водний розчин ортофосфорної кислоти) в процесі хроматографічного аналізу, що дозволило чітко візуалізувати досліджувані речовини при їх спільному присутстві в одній пробі. Впровадження розробленого і запатентованого методу в практику оптимізує контроль за застосуванням вивчених хімічних засобів захисту рослин в сільському господарстві і їх моніторинг в воді водойм за рахунок суттєвого прискорення аналізу і зменшення витрат на його проведення.

Abstract. Optimization of analytical control over residues of active ingredients of modern pesticides in reservoirs water. Semenenko V.M., Bardov V.G., Korshun O.M., Lipavska A.O., Korshun M.M. A highly sensitive and selective method of pyraclostrobin, boscalid, tebufenpyrad and prohexadione-calcium determination under their combined presence in water sample, using high-performance liquid chromatography was developed. On the base of mentioned active ingredients (combined fungicide Bellis, insecto-acaricide Masai and plant growth regulator Regalis) pesticides may be used in one vegetation season for fruit trees protection. Method of co-determination of these substances is based on the preparation of water samples for extraction, extraction of pyraclostrobin, boscalid, tebufenpyrad and prohexadione-calcium, concentrating of extract of substances mixtures and chromatographic determination with ultraviolet detection. A distinctive feature of this method is changing of ratio of components of mobile phase (mixture of acetonitrile and 0,1 % aqueous solution of phosphoric acid) in the process of chromatographic analysis, which allowed to clearly visualize test substances in case of their joint presence in one sample. Implementation of developed and patented method into practice optimizes control over application of pesticides in agriculture and their monitoring in reservoirs water by significant acceleration of analysis and reduction of expenses in its carrying out.

На сьогодні в сільськогосподарській практиці все більше використовують комбіновані пестициди, які в своєму складі містять дві та більше діючих речовин (д.р.). Так, абсолютна кількість комбінованих фунгіцидів, що дозволені до використання в Україні, за період з 2001 по 2012 рік збільшилась з 15 до 102 препаратів, що становить 25,4 % та 36,3 % відповідно серед загальної

кількості фунгіцидів (2001 рік – 59 фунгіцидних препаратів, 2012 рік – 281 препарат) [7, 8].

Для ефективного захисту сільськогосподарських культур від шкідливих комах, хвороб та бур'янів використовують спеціально розроблені схеми хімічного захисту, які включають в себе пестициди з різних за призначенням груп. Зокрема, щодо захисту плодових культур,

провідна роль у таких схемах належить інсектицидам, інсекто-акарицидам та фунгіцидам. Крім того, для кращого росту та розвитку плодкових насаджень і, в подальшому, для покращення товарних якостей вирощеної продукції поряд з пестицидами все частіше використовують регулятори росту рослин. Так, за даними [13], спільне застосування останніх із сучасними пестицидними препаратами дозволяє зменшити норму використання пестицидів на 20–25% без зниження захисного ефекту.

Для захисту яблуневих садів у нашій країні рекомендовані такі сучасні препарати: комбінований фунгіцид Белліс (д.р. – піраклостробін та боскалід), інсекто-акарицид Масай (д.р. – тебуфенпірад) та регулятор росту рослин Регаліс (д.р. – прогексадіон-кальцій). Відомо, що д.р. піраклостробін і боскалід (інша назва – нікобіфен) достатньо часто поєднують в одному фунгіцидному препараті (наприклад, Сігнум та Іншур Профі). Щодо тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію, то ці речовини є відносно новими для України та, згідно з [8], на їх основі для захисту яблуневих садів зареєстровано по одному препарату (Масай та Регаліс відповідно).

З еколого-гігієнічних позицій потенційна небезпека застосування пестицидів та агрохімікатів тісно пов'язана з особливостями їх поведінки в довкіллі, зокрема зі стійкістю у воді. Оскільки, згідно з гігієнічною класифікацією пестицидів

[9], боскалід та тебуфенпірад за стабільністю у воді належать до I класу небезпечності (високотійкі), а піраклостробін та прогексадіон-кальцій – до II класу небезпечності (стійкі), то дуже важливим є контроль за їх вмістом у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення.

Враховуючи можливість одночасного використання досліджуваних препаратів Белліс, Масай та Регаліс у системі хімічного захисту яблунь, актуальним стає завдання щодо розробки методу визначення у воді їх д.р. при сумісній присутності. Це дозволило б значно прискорити швидкість визначення цих д.р. та зменшити витрати на його проведення. Такий метод має не лише економічне, а й біоетичне значення.

Раніше фахівцями Інституту екогігієни і токсикології імені Л.І. Медведя був розроблений аналітичний метод сумісного визначення піраклостробіну та боскаліду (нікобіфену) в одній пробі води [3]; фахівцями Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця – методи визначення тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію у воді (табл. 1) [4, 5]. Методики з визначення піраклостробіну, боскаліду та прогексадіон-кальцію ґрунтувались на високоефективній рідинній хроматографії (ВЕРХ), методика з визначення тебуфенпіраду – на газорідинній хроматографії (ГРХ).

Таблиця 1

Гігієнічні нормативи та межі кількісного визначення піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію у воді

Діюча речовина	Гігієнічний норматив	Межа кількісного визначення	Номер методичних вказівок
Піраклостробін	ГДК – 0,02 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³	№ 452-2003 (сумісне визначення)
Боскалід	ГДК – 0,03 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³	
Тебуфенпірад	ГДК – 0,004 мг/дм ³	0,003 мг/дм ³	№ 1078-2011
Прогексадіон-кальцій	ГДК – 0,03 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³	№ 976-2010

Зазначене зумовило мету нашого дослідження, яка полягала в розробці хроматографічного методу аналітичного визначення піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію при сумісній присутності в одній пробі води.

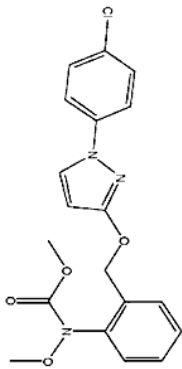
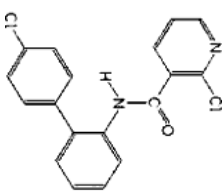
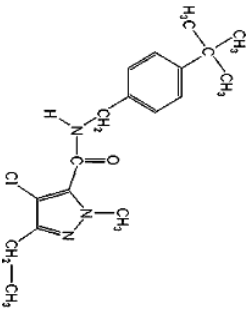
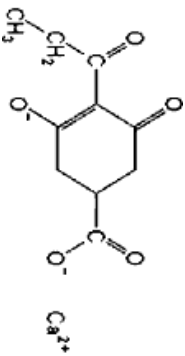
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення мети було необхідно обрати хроматографічний метод, розробити умови якісної ідентифікації та кількісного визначення піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та про-

гексадіон-кальцію при сумісній присутності, визначити екстрагенти та способи концентрування екстрактів проб води.

При розробці аналітичного методу визначення досліджуваних сполук використовували аналітичні стандарти піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію з вмістом д.р. 99,9 %; 100,0 %; 99,7 % та 94,8 % відповідно. Хімічні назви, структурні формули та фізико-хімічні властивості досліджуваних сполук наведені у таблиці 2.

Фізико-хімічні властивості досліджуваних сполук [2, 10, 12, 15, 16]

Ознаки	Сполуки			
	піраклостробін	боскалід	тебуфенпірад	прогексадіон-кальцій
Назва за ІЮПАК	метил N-{2-[1-(4-хлорофеніл)-1Н-піразол-3-ілоксиметил]феніл}(N-метокси)карбамат	2-хлоро-N-(4'-хлоробіфеніл-2-іл)нікотинамід	N-(4-трет-бутилбензил)-4-хлор-3-етил-1-метилпіразол-5-карбоксамід	кальцію 3-оксидо-5-оксо-4-пропіоніл-3-циклогексанкарбоксилат
Хімічна формула				
Емпірична формула	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	C ₁₈ H ₂₄ ClN ₃ O	C ₁₀ H ₁₂ O ₅ Ca
Молекулярна маса, г/моль	387,8	343,2	333,9	250,3
Температура плавлення, °C	63,7–65,2	142,8–143,8	64–66	>360
Тиск насиченої пари, мПа	2,6×10 ⁻⁵ (20 °C)	7,2×10 ⁻⁴ (20 °C)	<1×10 ⁻² (25 °C)	1,33×10 ⁻² (25 °C)
Коефіцієнт розподілу K _{ow} , logP _{ow}	3,99 (22 °C)	2,96 (20 °C)	4,93 (25 °C)	-2,9 (20 °C)
Розчинність у воді, мг/л	1,9 (20 °C)	4,6 (20 °C)	2,8 (25 °C)	786 (25 °C)
Розчинність в органічних розчинниках (20 °C), мг/л	ацетон – >5,0×10 ⁵ метанол – 1,0×10 ⁵ октанол – 2,4×10 ⁴ гептан – 3,7×10 ³	ацетон – (1,6–2,0)×10 ⁵ метанол – (4,0–5,0)×10 ⁵ гептан – <1,0×10 ⁴	ацетон – 8,2×10 ⁵ метанол – 8,2×10 ⁵ дихлорметан – 10,44×10 ⁵ гексан – 2,6×10 ⁵	ацетон – 3,8×10 ⁻² метанол – 1,1 етилацетат – 1,0×10 ⁻² гексан – 3,0×10 ⁻³

Вихідний стандартний розчин кожної з досліджуваних речовин містив 100 мкг сполуки в 1 мл розчинника. Змішуванням та послідовним розведенням цих вихідних розчинів сумішшю ацетонітрил–0,1 % водний розчин ортофосфорної кислоти (50+50, за об'ємом) готували 5 робочих градувальних розчинів суміші досліджуваних речовин з масовою концентрацією кожної сполуки 0,5; 1; 2; 5 та 10 мкг/мл та контрольний розчин суміші з масовою концентрацією кожної сполуки 6 мкг/мл.

Хроматографічний аналіз розчинів суміші досліджуваних сполук проводили на рідинному хроматографі фірми «Шімадзу» (Японія) з ультрафіолетовим (УФ) детектуванням. Спочатку проводили хроматографічний аналіз розчину

кожної речовини для подальшої ідентифікації піка конкретної сполуки на хроматограмі суміші. Після вибору оптимальних умов розділення піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію, хроматографування кожного градувального розчину суміші проводили тричі для побудови графіків залежності площі хроматографічного піка кожної сполуки від концентрації.

Ідентифікацію піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію в екстрактах проб води проводили за часом утримання кожної з чотирьох сполук у градувальних розчинах суміші, кількісне визначення – за відповідною залежністю площі хроматографічного піка речовини від концентрації в градувальному

розчині, яку встановлювали на підставі кореляційного та регресійного аналізів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

З урахуванням фізико-хімічних властивостей досліджуваних сполук (див. табл. 2): краща розчинність у полярних (метанол, ацетон), ніж у неполярних (гексан, гептан) розчинниках, молекулярна маса на рівні <3000 г/моль та достатньо низька леткість піраклостробіну й боскаліду, серед усіх хроматографічних методів ми обрали метод обернено-фазової ВЕРХ. Крім того, відомий метод визначення боскаліду та піраклостробіну у воді з використанням ВЕРХ [3] був обраний як прототип.

Хроматографічне розділення та детектування досліджуваних сполук є важливим етапом методики виконання вимірювань. Для отримання адекватних результатів визначення досліджуваних речовин при сумісній присутності необхідно було встановити оптимальні умови хроматографування суміші піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію: найбільш чутливий та селективний детектор, придатні нерухомо та рухомо фази, швидкість потоку рухомої фази, мінімальну кількість речовин, що детектують, та лінійний діапазон детектування.

При обернено-фазовій хроматографії нерухома фаза неполярна, рухома – дуже полярна (наприклад, водні розчини ацетонітрилу чи метанолу). Найпоширенішою нерухомою фазою є фаза C₁₈, яку використовують для розділення як неполярних, так і полярних водорозчинних та малополярних сполук. Тому як нерухома фаза ми використали Нуклеосил 100-5 C₁₈, яким була заповнена сталева колонка довжиною 25 см, внутрішнім діаметром 4,6 мм.

Вибір елюенту істотно впливає на ефективність розділення речовин. При підборі рухомої фази для хроматографічного розділення досліджуваних сполук ми випробовували суміші ацетонітрил–вода, метанол–вода, ацетонітрил–водні розчини ортофосфорної або оцтової кислот у різних за об'ємом співвідношеннях. Встановлено, що оптимальною для елюювання досліджуваних сполук є суміш ацетонітрил–0,1 % водний розчин ортофосфорної кислоти з об'ємною витратою 0,8 мл/хв. Впродовж періоду хроматографічного аналізу співвідношення компонентів обраної рухомої фази ми змінювали залежно від часу хроматографування (табл. 3). Такий спосіб дозволив нам найбільш чітко візуалізувати досліджувані речовини при їх сумісній присутності в одній пробі води.

Таблиця 3

Зміна співвідношення компонентів рухомої фази під час хроматографічного аналізу

Час хроматографічного аналізу, хв.	Співвідношення компонентів рухомої фази, %	
	ацетонітрил	0,1 % водний розчин ортофосфорної кислоти
0–4,5	50	50
4,5–7,0	↑ до 80	↓ до 20
7,0–15,0	80	20
15,0–20,0	↓ до 50	↑ до 50

Спектри більшості пестицидів характеризуються поглинанням в УФ зоні, а розчинники, що зазвичай використовують в обернено-фазовій ВЕРХ (ацетонітрил, метанол, вода), прозорі для УФ випромінювання [1, 14]. Тому для визначення досліджуваних сполук ми використали УФ детектор з дейтерієвою лампою. Хроматографічний аналіз проводили при довжині хвилі 250 нм, яка, за результатами проведених нами досліджень залежності розміру піка на хроматограмі від довжини хвилі УФ променів, була визнана найбільш вдалою для одночасного детектування всіх досліджуваних речовин (рис. 1).

Для встановлення оптимальної чутливості, мінімальної кількості кожної сполуки, що детектує, та лінійного діапазону детектування в інжектор хроматографа з петлею 20 мкл вводили робочі градувальні розчини суміші піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та прогексадіон-кальцію з різними концентраціями, починаючи з максимальної. Аналіз проводили при температурі колонки 30 °С. Статистична обробка результатів здійснена за програмою «Линейная регрессия ISO 84866-1» (версія 1.0, 2000 р.) на персональному комп'ютері.

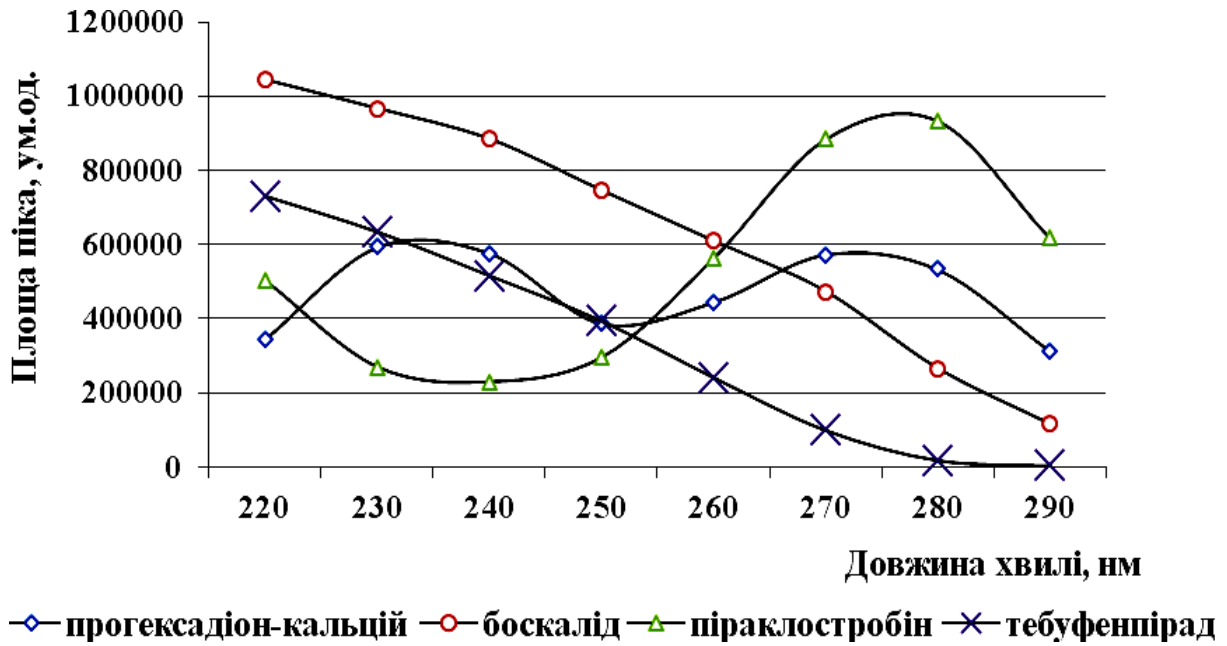


Рис. 1. Залежність площі піків (умовні одиниці/ум.од.) досліджуваних сполук від довжини хвилі (нм) УФ детектування

Встановлено, що мінімальна кількість детектування кожної сполуки становить 10 нг, лінійний діапазон детектування – (10–200) нг. Час утримування прогексацион-кальцію, боскаліду, пі-

раклостробіну та тебуфенпіраду за цих умов хроматографування становить $3,8 \pm 0,1$; $9,5 \pm 0,1$; $11,1 \pm 0,1$ та $12,8 \pm 0,1$ хвилини відповідно. Типова хроматограма суміші наведена на рис. 2.

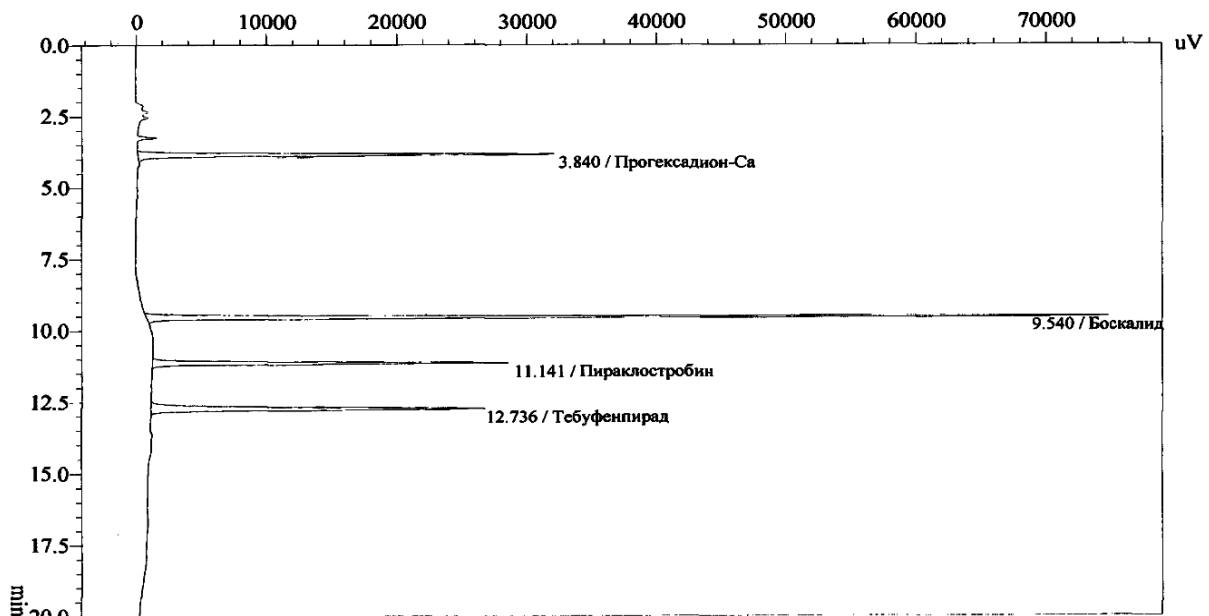


Рис. 2. Хроматограма градувального розчину суміші прогексацион-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду з масовою концентрацією 5 мкг/мл кожної сполуки

Градувальні графіки залежності площі хроматографічного піка сполуки (ум.од.) від

концентрації у градувальному розчині (мкг/мл) наведені на рис. 3.

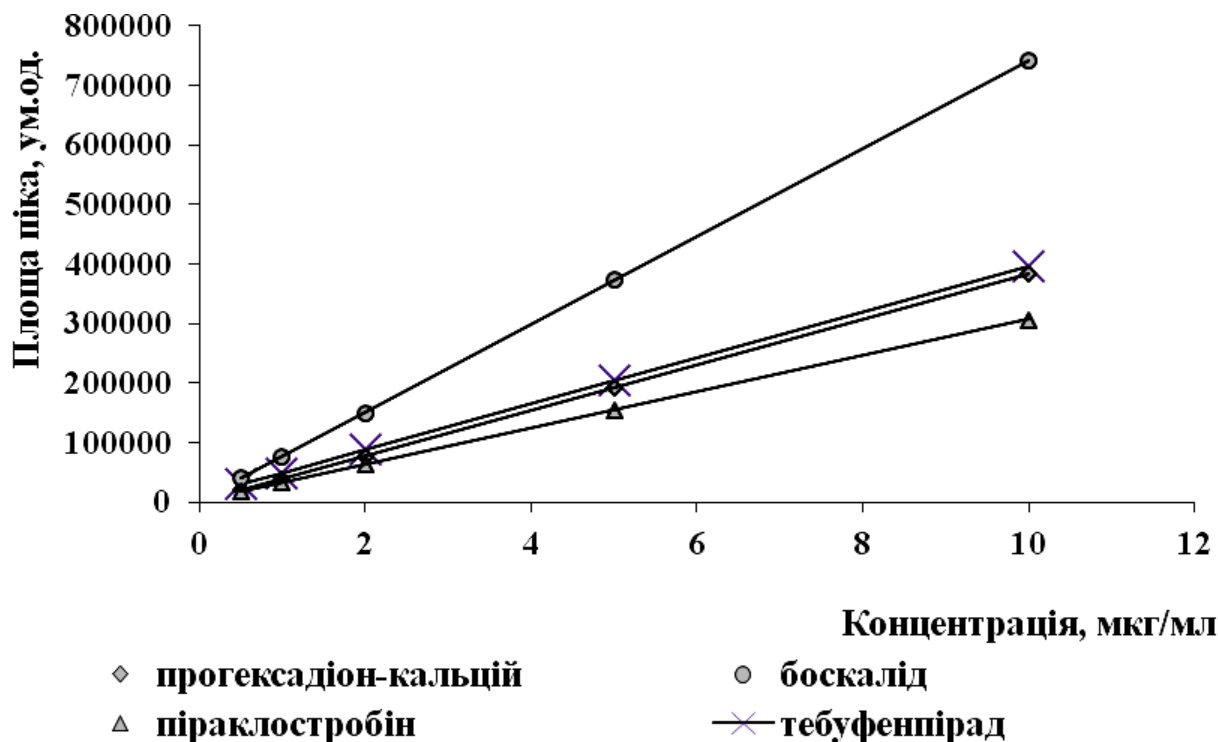


Рис. 3. Градувальні залежності площі хроматографічного піка прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду (ум.од.) від концентрації у градувальному розчині (мкг/мл)

Градувальна залежність для кожної сполуки визнана задовільною, оскільки значення коефіцієнта кореляції знаходилось у межах від 0,8 до 1,0 (на рівні 0,9).

Градувальні залежності площі хроматографічного піка прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду від концентрації у градувальному розчині описані рівняннями лінійної регресії:

$$h_{pr} = 26,9 + 38419,0 \times \rho, \quad (1)$$

$$h_b = 3255,1 + 73793,6 \times \rho, \quad (2)$$

$$h_p = 2078,9 + 30497,2 \times \rho, \quad (3)$$

$$h_t = 1078,3 + 38487,8 \times \rho, \quad (4)$$

де: h_{pr} , h_b , h_p , h_t – площа піка прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду, ум.од.;

ρ – масова концентрація прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду в градувальному розчині, мкг/мл.

Одержання достовірних результатів якісного та кількісного визначення пестициду у воді залежить від попередніх стадій пробопідготовки. Тому наступним етапом нашого дослідження була розробка способу підготовки проб води до подальшого хроматографічного визначення в них досліджуваних сполук. Розроблений нами спосіб ґрунтується на підготовці проби води до екстракції, вилученні прогексадіон-кальцію, бос-

каліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду з проби, підсушуванні та концентруванні екстракту.

Підготовка проби води до екстракції полягала в додаванні 50 мл ацетону до 500 мл води та підкисленні концентрованою хлороводновою кислотою до рН 3 (контроль рН проводили за індикаторним папером). Для вилучення прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну і тебуфенпіраду з проби води була використана рідинна екстракція, яка завдяки своїм характеристикам (універсальність, нетривалість операцій, експресність та відсутність руйнації досліджуваних компонентів) залишається одним з найпоширеніших методів вилучення пестицидів з різних матриць [1, 11]. Вилучення досліджуваних речовин проводили сумішшю гексан–дихлорметан (1+1, за об'ємом) шляхом триразового струшування в ділильній лійці. Після розділення шарів збирали органічний (верхній) шар. Об'єднаний екстракт підсушували безводним сульфатом натрію. Екстракт переносили у грушоподібну колбу для відгону розчинників та концентрували на ротаційному випарнику. Сухий залишок розчиняли в 2 мл суміші ацетонітрил–0,1 % водний розчин ортофосфорної кислоти (50+50, за об'ємом), аліквоту проби (20 мкл) піддавали хроматографічному аналізу.

Масову концентрацію прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду обчислювали, використовуючи відповідну градувальну залежність.

Розроблені нами оптимальні умови екстракції, очищення та хроматографічного визначення прогексадіон-кальцію, боскаліду, піраклостробіну та тебуфенпіраду при сумісній присутності в пробі води були покладені в основу патенту на рисну модель [6].

ВИСНОВКИ

1. Розроблено умови сумісного визначення піраклостробіну, боскаліду, тебуфенпіраду та про-

гексадіон-кальцію методом вискоэффективної рідинної хроматографії у воді, що дозволяє значно прискорити аналіз та зменшити витрати на його проведення.

2. Впровадження розробленого та запатентованого методу в практику роботи установ Державної санітарно-епідеміологічної служби та Міністерства екології та природних ресурсів України сприятиме контролю за застосуванням у сільському господарстві препаратів на їх основі, удосконаленню моніторингу пестицидів у воді водойм та проведенню заходів з мінімізації їх шкідливої дії на здоров'я населення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналітична хімія залишкових кількостей пестицидів: (навч. посібник) / М.А. Клісенко, Л.Г. Александрова, В.Ф. Демченко, Т.Л. Макаруч. – К.: ЕКО-ГІНТОКС, 1999. – 238 с.

2. Боскалід: Каталог пестицидів: PPDB. – Режим доступу: <http://rupest.ru/ppdb/boscalid.html>.

3. Методичні вказівки з визначення нікобіфену та піраклостробіну у воді методом вискоэффективної рідинної хроматографії: МВ № 452-2003 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. – К., 2007 рік. – Збірка № 45. – С. 104–116.

4. Методичні вказівки з визначення прогексадіон-кальцію у воді методом вискоэффективної рідинної хроматографії: МВ № 976-2010 // Погоджено МОЗ 26.02.2010; Постанова № 7, затверджено Міністерством охорони навколишнього природного середовища 11.06.2010, Наказ № 239.

5. Методичні вказівки з визначення тебуфенпіраду у воді методом газорідинної хроматографії: МВ № 1078-2011: Погоджено МОЗ 01.03.2011; Постанова № 6, затверджено Міністерством екології та природних ресурсів України 25.03.2011, Наказ № 95.

6. Пат. 76331 UA, МПК G01N 33/00 (2012.01). Спосіб визначення трьох пестицидів та регулятора росту рослин в одній пробі води / Бардов В.Г., Семененко В.М., Коршун М.М., Гиренко Д.Б., Коршун О.М., Липавська А.О.; власник нац. мед. ун-т ім. О.О. Богомольця. – № u201209218; заявл. 27.07.12; опубл. 25.12.12, Бюл. № 24.

7. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівест Маркетинг, 2001. – 272 с.

8. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівест Медіа, 2012. – 832 с.

9. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності: ДСанПін 8.8.1.002-98 – (Затв. 28.08.98) // 36. важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – К., 2000. – Т. 9, ч. 1. – С. 249-266.

10. Піраклостробін: Каталог пестицидів: PPDB. – Режим доступу: <http://rupest.ru/ppdb/pyraclostrobin.html>.

11. Применение жидкостной экстракции в анализе водорастворимых витаминов / Н.Я. Мокшина, О.В. Ерина, Г.В. Шаталов, Д.В. Быковский // Аналитика и аналитики: другий міжнар. форум, 22–26 вересня 2008 р.: реферати докл. – Воронеж, 2008. – Т. 2. – С. 481.

12. Прогексадіон-кальціум: Каталог пестицидів: PPDB. – Режим доступу: <http://rupest.ru/ppdb/prohexadione-calcium.html>.

13. Регулятори росту рослин. – Режим доступу: <http://www.agrobiotech.com.ua/ua/about/>.

14. Садек П. Растворители для ВЭЖХ / Пол Садек. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 704 с.

15. Тебуфенпірад: Каталог пестицидів: PPDB. – Режим доступу: <http://rupest.ru/ppdb/tebufenpyrad.html>.

16. The e-Pesticide Manual: A World Compendium The e-Pesticide Manual / Version 3.2 2005–06. – Thirteenth Edition: CD-вид-во CDS Tomlin, 2005. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP. – Назва з титул. екрану.

REFERENCES

1. Klisenko MA, Aleksandrova LG, Demchenko VF, Makarchuk TL. Analytical chemistry of pesticide residues: (navch. posibnik). EKOINTOKS. 1999;238.

2. <http://rupest.ru/ppdb/boscalid.html>

3. MG N 452-2003. Methodological guidelines for the determination of nikobifen and pyraclostrobin in water by high performance liquid chromatography. Methodological guidelines for the determination of trace

amounts of pesticides in food, feed and the environment. 2007;45:104-16.

4. MG N 976-2010. Methodological guidelines for the determination of prohexadione-calcium in water by high performance liquid chromatography. Ministry of Health approved 26.02.2010, Decree number 7, approved by the Ministry of Environmental Protection of 11.06.2010, Order number 239.

5. MG N 1078-2011. Methodological guidelines for the determination of tebufenpyrad in water by gas-liquid chromatography. Ministry of Health approved 01.03.2011, Decree number 6, approved by the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine 25.03.2011, Order number 95.

6. Bardov VG, Semenenko VM, Korshun MM, Girenko DB, Korshun OM, Lipavs'ka AO. Pat. 76331 UA, МПК G01N 33/00 (2012.01). Method of determination of three pesticides and plant growth regulator in a water sample. Owner is O.O. Bogomolets National Medical University. Nu201209218; appl. 27.07.12, publ. 12.25.12, Bull. number 24.

7. The list of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine. Univest Marketing. 2001;272.

8. The list of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine. Univest Marketing. 2012;832.

9. SSanRN 8.8.1.002-98. Pesticides. Classification according to the degree of hazard. Collection of important

official materials of sanitary and epidemiological issues. 2000;9(1):249-66.

10. <http://rupest.ru/ppdb/pyraclostrobin.html>

11. Mokshina NYa, Erina OV, Shatalov GV, Bykovskiy DV. Application liquid extraction in the analysis of water soluble vitamins. Analytics and analysts: the second International Forum, 22-26 September 2008: abstracts of reports. 2008;2:481.

12. <http://rupest.ru/ppdb/prohexadione-calcium.html>

13. <http://www.agrobiotech.com.ua/ua/about/>

14. Sadek P. Solvents for HPLC. BINOM. Knowledge laboratory. 2006:704.

15. <http://rupest.ru/ppdb/tebufenpyrad.html>

16. The e-Pesticide Manual: A World Compendium The e-Pesticide Manual. Version 3.2 2005–06. Thirteenth Edition: CD-vid-vo CDS Tomlin, 2005. 1 electron. wholesale. CD (CD-R); 12 sm. System. Requirements: Pentium; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 95/98/2000/NT/XP.



УДК 613.86:37.03-053.66/67

**І.В. Сергета,
О.П. Мостова**

ПСИХОГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСОБИСТОСТІ УЧНІВ 14-17 РОКІВ У ДИНАМІЦІ НАВЧАННЯ В СУЧАСНІЙ ШКОЛІ

*Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова
кафедра загальної гігієни та екології
(зав. – д.мед.н., проф. І.В. Сергета)
вул. Пирогова, 56, Вінниця, 21018, Україна
Vinnytsya National Medical University named after Pirogov
Department of General Hygiene and Ecology
Pirogov Str., 56, Vinnitsa, 21018, Ukraine
e-mail: serheta@mail.ru*

Ключові слова: школа, учні 14-17 років, властивості характеру, психогігієнічна оцінка
Key words: school, pupils 14-17 years old, properties of character, psychohygienic estimation

Реферат. Психогигиеническая оценка особенностей процессов формирования характерологических свойств личности учащихся 14-17 лет в динамике обучения в современной школе. Сергета И.В., Мостовая О.П. Целью научной работы являлась психогигиеническая оценка особенностей процессов формирования характерологических свойств личности учащихся 14-17 лет в динамике обучения в современной школе. Исследования проводились на базе средних общеобразовательных школ г. Винницы. Оценка процессов формирования свойств характера осуществлялась с использованием личностного опросника Mini-mult. Установлено, что в структуре личностного профиля свойств характера у девушек 14-17 лет регистрируется преобладание характерологических черт в соответствии со шкалами шизоидности (Se) и психастении (Pt) (1 блок характерологических свойств), ипохондрии (Hs) и депрессии (D) (2 блок характерологических свойств), гипомании (Ma) и истерии (Hy) (3 блок характерологических свойств), в структуре личностного профиля свойств характера у юношей 14-17 лет – преобладание характерологических черт в соответствии со