

УДК 543.544

ПОЛЮЖИН І.П.¹, ГЕРЦЮК М.М.²**РОЗВИТОК ХРОМАТОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ЛЬВІВЩИНІ**

Наукові дослідження в галузі хроматографії інтенсивно розвивались і продовжують розвиватись у вищих учбових закладах Львова, науково-дослідних інститутах, що зумовлено широким використанням хроматографічних методів аналізу в науковій сфері, на підприємствах Львівщини, в практиці контролюючих лабораторій. Серед наукових здобутків вчених Львівщини слід відзначити дослідження в галузі використання цеолітів та інших сорбентів в хроматографії, дослідження хімічних реакцій, розробку і застосування методик для аналізу в галузі медицини, біології, ветеринарії, промислової продукції і об'єктів довкілля. Вищі учбові заклади Львова забезпечують підготовку кваліфікованих фахівців-хроматографістів. Налагоджена співпраця наукових лабораторій і лабораторій в промисловості, що сприяє розвитку і впровадженню нових методів хроматографічного аналізу в практику.

Ключові слова: хроматографія, методи хроматографічного аналізу.

Научные исследования в области хроматографии интенсивно развивались и продолжают развиваться в высших учебных заведениях Львова, научно-исследовательских институтах, что обусловлено широким использованием хроматографических методов анализа в научной сфере, на предприятиях Львовщины, в практике контролируемых лабораторий. Среди научных достижений ученых Львовщины следует отметить исследования в области использования цеолитов и других сорбентов в хроматографии, исследования химических реакций, разработку и применение методик для анализа в области медицины, биологии, ветеринарии, промышленной продукции и объектов окружающей среды. Высшие учебные заведения Львова обеспечивают подготовку квалифицированных специалистов - хроматографистов. Налажено сотрудничество научных лабораторий и лабораторий в промышленности, что способствует развитию и внедрению новых методов хроматографического анализа в практику.

Ключевые слова: хроматография, методы хроматографического анализа.

Scientific research in the field of chromatography has been intensively developed and continues to develop in higher educational institutions of Lviv, research institutes, which is due to the widespread use of chromatographic methods of analysis in the scientific field, at enterprises of Lviv region, in the practice of controlling laboratories. Among the scientific achievements of scientists of Lviv region should be noted research in the field of the use of zeolites and other sorbents in chromatography, the study of chemical reactions, the development and application of methods for analysis in the field of medicine, biology, veterinary, medicine, industrial products and environmental objects. Higher educational institutions of Lviv provide training of qualified chromatography specialists. Established cooperation of scientific laboratories and laboratories in industry, which contributes to the development and implementation of new methods of chromatographic analysis in practice.

Keywords: chromatography, methods of chromatographic analysis.

Розвиток та застосування хроматографії на Львівщині можна розглядати з двох основних сторін: 1) хроматографічні дослідження, які відображені в наукових публікаціях; 2) застосування хроматографії на підприємствах та в лабораторіях.

Львівська цеолітно-хроматографічна група

Згідно робіт [1,2] в 1976 році було створено львівську цеолітно-хроматографічну групу на базі лабораторії кафедри загальної гігієни Львівського медичного інституту. Одним з науковців львівської цеолітно-хроматографічної групи був О.С. Банах, який мав досвід систематичних досліджень синтетичного цеоліту типу Y, модифікованого катіонами лужних металів і срібла з різними ступенями заміщень в період 1971-1975 рр. у хроматографічній лабораторії в м. Луцьку з використанням газового хроматографа "Цвет-4". Хроматографічна лабораторія у Львівському медичному інституті використовувала хроматографи ХЛ-69 та ЛХМ-8-МД. Перед створенням львівської цеолітно-хроматографічної групи у 1972 році для цеолітових стаціонарних фаз були виявлені "ефект низьких заміщень" (ЕМЗ) в цеолітах катіонів натрію на катіони інших лужних металів, а також явище інверсії хроматографічного утримування, тобто зміни послідовності виходу компонентів сумішей з прямої на обернену. Зокрема для етану, метану і кисню при низькому ступені заміщення (9,8%) катіонів Na^+ на K^+ в цеолітах раптово стрімко зростало утримування, що також спостерігалось у випадках заміщення 6% Na^+ на Rb^+ та 5% Na^+ на Cs^+ [1, 3, 4]. Для явища хроматографічної інверсії були виявлені [1, 5, 6] два види: 1) інверсія під впливом вмісту одного з компонентів у досліджуваній пробі газу; 2) інверсія в залежності від ступеня заміщення катіонів у цеоліті. Крім цього влітку 1973 року при дослідженнях хроматографічних властивостей цеолітів у Луцьку було виявлено специфічну селективність срібловмісних цеолітів типу Y щодо чадного газу [1]. Співробітники львівської цеолітно-хроматографічної групи розширили дослідження хроматографічних властивостей цеоліту зокрема стосовно ЕМЗ [1] і були захищені дисертаційні роботи, які зокрема стосувалися: 1) модифікації синтетичного цеоліту типу Y іонами лужноземельних металів, а також міді і кадмію та вивчення умов хроматографічного розділення інертних і низькокиплячих газів за понижених температур від 0° до -60°C [7]; 2) виявлення [8] ЕМЗ для газів CO та C_2H_4 на цеоліті типу Y, що містив біля 10% Cu^{2+} ; 3) зниження ЕМЗ під впливом вологи у катіонних модифікаціях [9]; 4) дослідження ЕМЗ на закарпатському природному кліноптилоліті [10] при ступені заміщень 0,85% його катіонів на Cu^{2+} ; 5) модифікації синтетичних цеолітів типу Y катіонами лужноземельних металів і міді в сухому та у зволоженому стані та встановлення ЕМЗ для ступеню заміщення катіонів Na^+ на Cu^{2+} в діапазоні від 8 до 14% [11]; 6) вивчення ЕМЗ на гранульованих промислових цеолітах типів X, Y і морденіті зі зв'язувальною глиною [12], що були модифіковані міддю при ступенях заміщення 3,8% іонів Na^+ на Cu^{2+} у цеоліті типу X, а також 5,5% для цеоліту типу Y і від 2,6 до 5,1% для морденіту. В роботі [13], яка стосувалася хроматографічних властивостей модифікованих цеолітів для аналізу таких забрудників атмосферного повітря, як оксиди вуглецю, азоту та сірки і вуглеводневих газів $\text{C}_1\text{-C}_4$, узагальнено вплив ступеня заміщення катіонів натрію в синтетичних цеолітах типу Y на катіони лужних, лужноземельних металів, срібла та міді на утримування вказаних газів, а також дано рекомендації щодо оптимізації для приготування цеолітових стаціонарних фаз для газо-адсорбційної (твердофазової) хроматографії, а також застосування цеолітів з метою вилучення, концентрування, десорбції з метою кількісного хроматографічного визначення вказаних забрудників повітря. Співробітники львівської цеолітно-хроматографічної групи також запропонували метод для кількісної оцінки ЕМЗ при різних температурах [14] і описали зміну термодинамічних функцій адсорбованих газів на модифікованих цеолітах, як наприклад у роботах [15,16]. За результатами роботи львівської цеолітно-хроматографічної групи були опубліковані дві монографії [17, 18]. Відзначимо, що в період 1997-2003 рр. львівська цеолітно-хроматографічна група в рамках роботи Хроматографічного товариства України і Львівської організації Хроматографічного товариства організувала три симпозиуми

з адсорбції та хроматографії [19-21], основні підсумкові характеристики яких за даними роботи [1] приведено на рис.1.

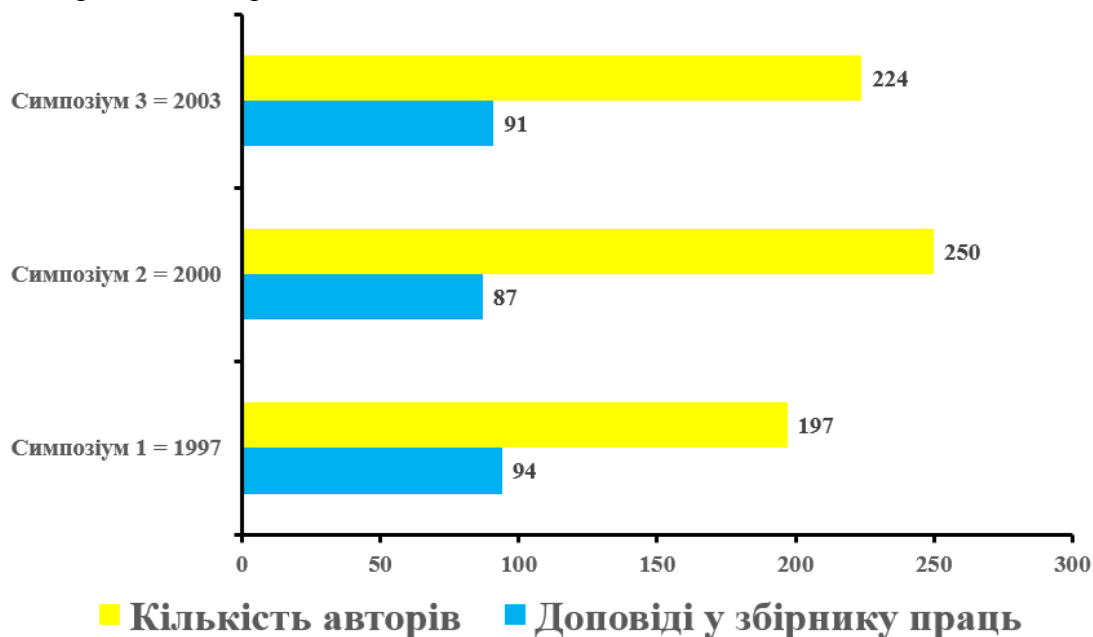


Рис.1. Підсумкові характеристики трьох Західноукраїнських симпозіумів з адсорбції та хроматографії за даними роботи [1].

Хроматографія в Національному університеті «Львівська політехніка»

В період 1970-2006 років крім досліджень львівської цеолітно-хроматографічної групи в галузі хроматографії газів з цеолітовими стаціонарними фазами, хроматографія в різних її варіантах (газова, колонкова рідинна та ТШХ) використовувалася й іншими дослідницькими групами у Львові та Львівській області. В контексті широкого використання апаратурної газової та рідинної хроматографії необхідно згадати науково-дослідні підприємства, які на сьогоднішній день припинили свою діяльність, а саме Бориславський науково-дослідний інститут "Синтез" з дослідним заводом; Львівський лакофарбовий завод, Дрогобицький дослідний завод ВНВО «МАСМА» (з 1993 р. ВАТ «Галол»); Львівський завод «Реактив».

Газову та рідинну хроматографію використовували у Національному університеті «Львівська політехніка» з 1970-тих років для дослідження кінетики реакцій на кафедрах технології основного органічного та нафтохімічного синтезу (тепер кафедра органічних продуктів), хімічної технології переробки нафти та газу, на кафедрі аналітичної хімії (тепер об'єднана кафедра фізичної, аналітичної та загальної хімії), органічної хімії. На кафедрі аналітичної хімії перші газові хроматографи (моделі ЛХМ-72, Цвет-100) з'явилися в 1978 році, коли завідувачем кафедри став д.т.н. Шевчук Василь Устинович, який був заступником директора з наукової роботи Бориславського науково-дослідного інституту "Синтез", звідки ці прилади були передані в тимчасове користування для виконання спільних науково-дослідних робіт та навчального процесу. Відзначимо, що на лабораторному практикумі з газової хроматографії ще використовується модель ЛХМ-72 для визначення кількісного складу газових сумішей методом абсолютного калібрування. В технологічних статтях тільки вказувалося, що використовували хроматографічні методи аналізу, але детальний опис умов хроматографування часто був відсутній, як наприклад в роботі [22]. Однак деякі статті технологічного спрямування містять повний опис умов хроматографії, як наприклад [23], де описано оригінальну експериментальну установку, до складу якої входили каталітичний газофазовий реактор імпульсного типу та хроматографічна система, що забезпечувала повний аналіз реакційної газової суміші з використанням трьох типів насадкових

хроматографічних колонок та двох детекторів: за теплопровідністю (TCD) та за іонізацією у водневому полум'ї (FID). Перша колонка довжиною 4 м з стаціонарною фазою 20% триетиленглікольдибутирату на носії «Chromaton-N» забезпечувала аналіз вуглекислого газу та вуглеводнів, друга колонка довжиною 2 м з цеолітом NaX була призначена для визначення кисню, азоту та монооксиду вуглецю, третя колонка довжиною 3 м з стаціонарною фазою 15% поліетиленгліколю на «Chromaton-N-DMCS» при температурі 90 °C була призначена для аналізу вуглеводнів, метакролеїну та метакрилонітрилу.

Починаючи з 1980 років з'являються роботи присвячені хроматографічному аналізу та його застосуванню для технологічних досліджень. В 1987 році кафедра аналітичної хімії отримала газові хроматографи «ЛХМ-80» та «СНРОМ-5», а також мікроколонковий хроматограф «Миличром-01» для ВЕРХ. За господарчими доворами досліджували кінетику алкілування фенолу методом ГРХ [24], а також використовували метод обернено фазової високоефективної хроматографії (ОФ ВЕРХ) для кількісного аналізу октилсаліцилової кислоти, як продукту карбоксилювання орто-октилфенолу вуглекислим газом за реакцією Кольбе, і суміші оксibenзойних кислот з метою застосування цих результатів для дослідження алкілсаліцилатних присадок на основі олігомерів етилену и пропілену [25, 26]. Розробки хроматографічних методик кафедри аналітичної хімії були представлені в 1993 році на першій конференції хроматографістів України [27, 30]. Хроматографічні роботи методами ГРХ та ОФ ВЕРХ періоду 1994-2006 років стосувалися вирішення практичних задач, які вирішувалися у співпраці з ВАТ «Галол» [31,32], ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок для лікарських препаратів, що містять естери ретинолу [33], ВАТ «Галичфарм» для аналізу цис- та транс- ізомерів дихлордіаміноплатини [34, 35]. Крім того, в цей період було розроблено ГРХ методику для 2,2-дизопропоксид-2-фенілацетофенону, що використовується як фотоініціатор [36], а також запропоновано використовувати пакет MathCAD для комп'ютерного моделювання хроматограм [37].

В 1998 році розпочато співпрацю з д.х.н. Макітрою Романом Григоровичем (https://esu.com.ua/search_articles.php?id=60754) стосовно узагальнення коефіцієнтів ємності в ОФ ВЕРХ [38-40] та ГРХ [41] за допомогою лінійних багатопараметрових рівнянь згідно принципу лінійності вільних енергій (LFER – Linear Free Energy Relationship). В процесі цієї співпраці у період 2002-2005 рр. були написані спільні роботи [42-45] Львівської цеолітно-хроматографічної групи та кафедри аналітичної хімії Національного університету «Львівська політехніка», що стосувалися узагальнення утримування та теплот адсорбції газів на модифікованих цеолітах за методом LFER, де як властивості газів використовували такі параметри Абрахама (Abraham M.H. - <https://iris.ucl.ac.uk/iris/browse/profile?upi=MHABR04>), як надлишкову молярну рефракцію, біполярність та здатність до поляризації, ефективну основність відносно утворення водневих зв'язків та характеристичний об'єм Мак Говета (McGowen).

В 1999-2000 році розпочато співпрацю з лабораторією рідинної хроматографії, яку на той час очолював Ткаченко Володимир Іванович, (прилад фірми «Knauer») Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок, стосовно, зокрема, використання програми "CromDream" для прогнозування затримування аналітів в умовах ОФ ВЕРХ [46-49]. В цей ж період на ВАТ «Галичфарм» також було організовано лабораторією рідинної хроматографії (прилад фірми «Waters») і результати консультаційної співпраці опубліковані в Працях 2-го Західноукраїнського симпозиуму з адсорбції та хроматографії [50].

В 2000-2015 рр. було виконано ряд робіт, що стосувалися ОФ ВЕРХ похідних 1,4-нафтохінону та алкілових S-естерів тиосульфокислот [51-53]. Крім рідинної хроматографії проводилися також роботи з розробки методик за допомогою насадкової ГРХ [54-58] для реакційних сумішей реакції циклоприєднання, визначення залишкових кількостей мономерів в акрилатних дисперсіях, методу добавок стосовно процесу димеризації α -етилакролеїну, аналітичний контроль процесів одержання алкілциклогексенкарбоксилатів, а також

одержання з глинистих матеріалів гранульованого цеолітокерамічного адсорбенту типу 13X та його використання в газовій хроматографії.

В період після 2015 року необхідно відзначити участь співробітників кафедри в Українсько-Польському Симпозіумі з теоретичних та експериментальних досліджень поверхневих явищ та їх технологічного застосування [59], співпрацю в галузі RP-HPLC ESI-MS з Гданським технологічним університетом (Польща, Gdansk University of Technology) [60], роботи з НФ ТШХ [61], а також продовження співпраці з Державним науково-дослідним контрольним інститутом ветеринарних препаратів та кормових добавок [62].

Хроматографія на кафедрі токсикологічної і аналітичної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького

Хроматографічні дослідження на кафедрі токсикологічної і аналітичної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького стосувалися визначення токсинів та залишкових кількостей субстанцій лікарських препаратів та їх метаболітів в біологічних пробах і проводилися методами ТШХ та ГРХ. Зокрема проблемами аналізу токсинів від отруйних грибів займається к.фарм.н., доц. Бідниченко Юрій Іванович [63]. Визначення грибних токсинів здійснювали з допомогою ТШХ [64], диск-електрофорезу [65], капілярного-електрофорезу [66], гель-хроматографії [67], а також ВЕРХ [68]. Серед експрес-методик ідентифікації силденафілу в судово-хімічній практиці пропонуються метод ТШХ [69]. Для додаткової очистки антикоагулянта непрямої дії феніліну, виділеного із біологічних рідин, запропоновано метод ексклюзійної хроматографії [70] і показано, що найкращі результати отримано для геля сефадексу G-25, який дає можливість отримати очищений фенілін у вузькому інтервалі фракцій та згідно цієї методики із сечі виділяється приблизно 68 % феніліну. У співпраці з Тернопільським державним медичним університетом імені І.Я. Горбачевського застосування методу ТШХ для ідентифікації тіанептину [71]. Починаючи з 2010 р. співробітники токсикологічної і аналітичної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького публікують низку праць, де використовують сучасне обладнання для ВЕРХ з УФ- та мас- спектрометричним детектуванням [72-76] визначення в біологічних пробах мелоксикаму та піроксикаму, бупропіону, рисперидону, варденафілу, зіпразидону та його метаболітів. Деякі з робіт опубліковані у співавторстві з ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок (м.Львів) [76] та Каунаським медичним університетом (Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Faculty of Pharmacy) [73]. Крім рідинної хроматографії були розроблені методики капілярної ГРХ-МС для визначення сертіндолу в біологічному матеріалі [77] та агомелатину в сечі за присутності його метаболітів [78].

Хроматографія в Державному науково-дослідному контрольному інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок

Лабораторія вискоефективної рідинної хроматографії ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок (м.Львів) (<http://www.scivp.lviv.ua/uk/struktura-dndki/laboratorija-vysokoefektyvnoji-ridynnoji-hromatografiji.html>) була створена після здобуття Україною незалежності, оскільки виникла потреба подальшої інтеграції вітчизняної системи контролю ветеринарних препаратів у європейську та світову системи, для чого необхідно було проводити роботу, зокрема, по гармонізації існуючих методів контролю, які використовувались вітчизняними виробниками ветпрепаратів та державними контрольними органами, із методами контролю, прийнятими в ЄС та інших розвинених країнах. У зв'язку з існуючою на той час у світовій аналітичній практиці тенденцією до зростання сфери застосування ВЕРХ, а також для організації роботи щодо визначення залишкових кількостей токсичних речовин у тканинах тварин і сільськогосподарських продуктах тваринного походження, у 1995 році, в лабораторії інструментальних методів контролю було створено

сектор хроматографічних методів аналізу, на базі якого у 2000 році була організована лабораторія високоефективної рідинної хроматографії, яку очолив к.б.н. В.І.Ткаченко Основними напрямками цієї лабораторії стали:

відтворення рідинно-хроматографічних методів якісного і кількісного аналізу, закладених у технічну і нормативну документацію, в ході проведення державної реєстрації та вибіркового контролю ветеринарних препаратів, преміксів та кормових добавок у ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок;

розробка, адаптація і впровадження у практику рідинно-хроматографічних методів контролю, з використанням сучасного ВЕРХ-обладнання, нових ветеринарних препаратів, преміксів та кормових добавок, що містять у своєму складі одну, або декілька діючих речовин;

гармонізація існуючих методів контролю, які використовувались вітчизняними виробниками ветпрепаратів, із методами контролю, прийнятими в ЄС, що передбачає, зокрема, значно ширше використання ВЕРХ;

проведення аналізів ветеринарних препаратів, преміксів та кормових добавок на договірних засадах.

Дана лабораторія ВЕРХ має хроматографи виробництва фірми «Waters» (США) - «Alliance 2690», обладнаний детектором із діодною матрицею PAD 996 і фірми Knauer (Німеччина) із набором найбільш поширених детекторів, а також обладнання для підготовки проб.

Поряд з лабораторією ВЕРХ в ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок працює лабораторія інструментальних методів контролю (завідувач Янович Д.В.), де для досліджень широко використовують хроматографічні методи, <http://www.scivp.lviv.ua/uk/struktura-dndki/laboratorija-instrumentalnyh-metodiv-kontrolju.html>).

В цій лабораторії проводяться наукові дослідження в галузі біохімії сільськогосподарських тварин та ветеринарної токсикології; виконуються окремі етапи наукових програм інституту, що потребують застосування складних аналітичних методів досліджень: спектрометричних: флуориметрія, інфрачервона, ультрафіолетова, атомно-абсорбційна та мас-спектрометрія; радіологічних; радіоімунних; імуноферментних; потенціометричних; хроматографічних (ТШХ, ВЕТШХ, ГХ/ДЕЗ, ГХ/МС, ВЕРХ/УФ/ФЛ, ВЕРХ/МС/МС). Лабораторія інструментальних методів контролю входить до складу референс-лабораторії з контролю залишкових кількостей ветеринарних препаратів та кормових добавок (Reference Control Laboratory of Veterinary Drug Residues in product of animal origin and food additives), здійснює науково методичне забезпечення всіх напрямків в галузі контролю за вмістом у продуктах тваринного походження (молоко, м'ясо, яйця, мед, аквакультура, тощо) залишкових кількостей фармакологічних субстанцій ветеринарних препаратів, заборонених до використання фармакологічних препаратів та їх метаболітів, а також забруднювачів і заборонених препаратів (гормони та антибіотики-стимулятори росту) у кормових добавках, преміксах та кормах.

Співробітники лабораторії ВЕРХ та лабораторії інструментальних методів контролю в основному публікують результати своїх досліджень у фаховому виданні «Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин» (<http://www.scivp.lviv.ua/uk/pro-pas/vydavnycha-dijalnist/2015-04-08-18-39-27.html>). Зокрема слід відзначити створення методичних вказівок визначенню каротиноїдів кантаксантину і апоестеру у зразках яєць та м'яса птиці методом ВЕРХ [79], методику якості флуореніиду і флуореніид-натрію [80], серію робіт [81-83], що присвячені аналізу проб меду на залишкові кількості метаболітів нітрофуранів, метронідазолу та антимікробних препаратів, розробку методик для визначення залишків препаратів: ВЕРХ-МС для енраміцину у зразках м'яса птиці [84] та ОФ ВЕРХ-УФ для кетопрофену у сироватці крові тварин [85]. Крім дослідження залишкових кількостей препаратів в біологічних пробах оптимізовано методику розділення амінокислот із передколунковою дериватизацією 1-флуор-2,4-динітробенzenом [86], проведено валідацію

методики кількісного визначення фіпронілу в субстанції [87], а також розроблено та валідовано ГРХ методику кількісного визначення пропіленгліколю в кормових добавках на основі оксиду кремнію [88].

Хроматографія у Львівському національному університеті імені Івана Франка

Хроматографічні дослідження на кафедрі аналітичної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка стосувалися визначення хлорорганічних сполук, зокрема хлороформу у воді методом газорідинної хроматографії з використанням електронно-захоплювального детектора (ГРХ-ДЕЗ) після попереднього концентрування з допомогою цеолітних сорбентів. Проблемами концентрування з допомогою цеолітних сорбентів займається к.х.н., с.н.с. Василечко Володимир Орестович (https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=L8p4qRYAAAAAJ&view_op=list_works&sort_by=pubdate). Зокрема в співпраці з Лебединець Л.О та польськими науковцями з Університету ім. Марії Кюрі-Склодовської (Люблін) в період 1998 була опублікована праця [89]. Показано, що ефективність сорбції хлороформу з водних розчинів знаходиться в межах від 97 до 99%, що свідчить про великий потенціал кліноптилоліту як ефективного сорбенту в концентруванні хлороформу з води і властивості кліноптилоліту роблять його застосовним не тільки до аналітичних процедур, а також для очищення води від хлорорганічних сполук. В процесі дослідження було визначено сорбуючу здатність закарпатського клінофілоліту (Україна) при застосуванні для виділення хлороформу з водних розчинів. В роботі [89] досліджено аналіз води з концентрацією хлороформу від 10 до 1000 мг/м³ з попередньою твердофазовою екстракцією на кліноптилоліті (1грам на 50-100 мл води) та подальшою десорбцією хлороформу з цеоліту 1 мл диетилового етеру або гексану. Визначення хлороформу в екстракті проводили методом насадкової ГРХ з колонкою довжиною 1 м з рідкою силіконовою стаціонарною фазою OV-17, що була нанесена в кількості 5% на Chromaton-N-Super, при витраті азоту як газу носія 24 мл/хв та дозування 0,4 мкл. Температури: колонка – 85 °С; випарник – 110 °С; ДЕЗ – 250 °С.

Необхідно відзначити також роботи призначені для комп'ютерної модернізації процесів реєстрації та обробки хроматограм для старих приладів [90], які проводить доцент Пацай Ігор Орестович (<https://chem.lnu.edu.ua/employee/patsaj-igor-orestovych>) на кафедрі аналітичної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка у напрямку аналітичного та дослідницького приладобудування в рамках проекту «MTech Lab» (<https://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm>), основним завданням якого є розробка обладнання та програмного забезпечення для вирішення дослідницьких та аналітичних задач. Прикладом роботи, де використовували реєстратор «MTech ADC-350», може бути робота [62], в якій досліджуно визначення карвакролу у кормовій добавці з використанням насадкової ГРХ на хроматографі «CHROM-5».

При кафедрі мікробіології біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка функціонує Міжфакультетська навчальна лабораторія інструментальних методів дослідження, де використовують рідинний хроматограф (Varian-210-218 Solvent Delivery System Pump HPLC, 380-ELSD Evaporative Light Scattering Detector (ELSD), 335 analytical PDA, 190 to 950 nm, Galaxie™ Chromatography Software, колонка - Intersil ODS-3 C-18). Є публікації лабораторії, в яких застосовувався метод капілярної ГРХ для дослідження жирнокислотного складу клітин *Desulfuromonas acetoxidans* IMB B-7384 за впливу різних чинників [91, 92].

Хроматографія на підприємствах та в лабораторіях Львівщини

Не тільки, як історію щодо широкого використання хроматографії, треба згадати вже колишній Бориславський науково-дослідний інститут "Синтез", але як установу, де були цікаві розробки специфічно в галузі хроматографії, як наприклад роботи [93, 93]. Зазначимо,

що хроматографічні методи аналізу з інструментальним застосуванням використовують у виробничій практиці підприємств та лабораторій Львівщини, що підсумовані в таблиці.

Таблиця

№	Назва підприємства чи лабораторії	Метод та сфера використання хроматографії
1	Львівська регіональна державна лабораторія Держпродспоживслужби Львівська регіональна державна лабораторія ветеринарної медицини (Львів, вул. Промислова, 7, http://labdpss.com.ua/?page_id=317)	Капілярна ГРХ та ВЕРХ (хіміко-токсикологічні дослідження)
2	Лабораторія випробувань харчових продуктів, легкої промисловості, будівельних матеріалів (м.Львів, вул.Заводська, 26, https://www.lvivstandard.com.ua/dijalnist/viprovovuvannja.html)	Капілярна ГРХ для аналізу спиртових напоїв
3	АТ «Галичфарм» (м. Львів, вул. Опришківська 6/8, https://www.galychpharm.com/)	Капілярна ГРХ та ВЕРХ для забезпечення аналітичних потреб власного виробництва ліків
4	Дочірнє Підприємство "ФАРМАТРЕЙД" (м.Дрогобич, вул.Самбірська, 85 (http://pharmatrade.com.ua/%D0%B0bout.html))	ВЕРХ для забезпечення аналітичних потреб власного виробництва ліків
5	Підприємство «Ніка Друк» (компанія «Флексорес»,) (Львівська обл., Пустомитівський р-н, с. Чишки, вул. Лесі Українки, 53, http://www.flexores.com/index.php?page=1&l=ukr)	Капілярна ГРХ для аналізу розчинників
6	ТОВ "Інтер-Синтез" (м. Борислав, вул.Трускавецька, 125 https://insynte.com.ua/)	Насадкова ГРХ для аналізу розчинників
7	Львівський регіональний центр «Облдержродючість» (Львівська обл., Пустомитівський р-н., с. Оброшино, вул. Шевченка, 6, http://www.iogu.gov.ua/)	Насадкова ГРХ для аналізу хлороорганічних пестицидів, визначення жирнокислотного складу олій
8	Інститут сільського господарства Карпатського регіону Національної Академії Аграрних Наук України (Пустомитівський р-н, с. Оброшине, вул. Грушевського, 5 https://isgkr.com.ua/)	Насадкова ГРХ для визначення жирнокислотного складу олій
9	ТзОВ "Науково-дослідне виробниче підприємство (м.Львів, вул. Антоновича, 128 "Екологія" https://www.ecology.lviv.ua/ua/laboratory)	Насадкова ГРХ для визначення парів розчинників у повітрі робочої зони
10	Львівський ВП ДУ "Лабораторний центр на залізничному транспорті МОЗУ" (м.Львів, вул. Городоцька, 186 http://www.dorses.lviv.ua/?fbclid=IwAR3vo0RkksWLa6amnlPwBy2fNpzsEpTz3Oh1R7UdSZH4sC-Xj2_sfu22M2g)	Насадкова ГРХ та ВЕРХ для токсикологічних досліджень
11	ПрАТ "Львівський жировий комбінат" (м.Львів, вул.Городоцька,132, https://lgk.com.ua/)	Капілярна ГРХ для визначення жирнокислотного складу олій та жирів
12	Науково-дослідна лабораторія пожежної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (м. Львів, вул. Клепарівська, 35, https://ldubgd.edu.ua/ndlpb)	Насадкова ГРХ визначення складу продуктів горіння

Висновки

Хроматографічні методи аналізу на Львівщині широко використовуються в сфері науки, на промислових підприємствах, в практиці контролюючих лабораторій. В зв'язку з цим проводиться наукові дослідження в хроматографії, створюються нові методики аналізу. Розвивається співпраця наукових установ, вищих учбових закладів з підприємствами і практичними лабораторіями по розробці і впровадженню в практику методів хроматографічного аналізу, публікуються сумісні статті. Підготовку фахівців з хроматографії забезпечують вищі учбові заклади Львова, в яких працюють авторитетні вчені, що мають вагомні наукові здобутки в галузі хроматографії.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Банах О.С.** Львівська цеолітно-хроматографічна група. *Ж. хроматограф. т-ва.* 2008. Т. 8, № 3–4. С. 39–49.
2. **Банах О.С.** Нас єднала ідея наукового пошуку (До історії Львівської цеолітно-хроматографічної групи). Львів, 2014. 212 с.
3. **Банах О.С.** Исследование хроматографических свойств цеолитов типа Y, содержащих катионы щелочных металлов и серебра: Автореф. дис... канд. хим. н. Тбилиси, 1977. 26 с.
4. **Банах О.С.** Эффект малых замещений катионов Na^+ на K^+ у цеолитах типа Y. *Ж. хроматограф. т-ва.* 2009. Т. 9, № 3–4. С. 18–34
5. **Банах О.С.** Инверсия последовательности элюирования компонентов из хроматографической колонки. *Журнал физической химии.* 1986. Т. 60, № 11. С. 2883–2884.
6. **Банах О.С.** Фізико-хімічні основи модифікації цеолітів для хроматографічного визначення забруднень повітря. Автореф. дис... д-ра хім. н. Львів, 1992. 32 с.
7. **Стрільчук Л.В.** Влияние катионной модификации цеолитов типа Y на характер хроматографического разделения смеси инертных газов. Автореф. дис... канд. хим. н. Тбилиси, 1984. 24 с.
8. **Баранский Р.И.** Разработка цеолитных адсорбентов для хроматографического определения загрязнений воздуха. Автореф. дис... канд. хим. н. Львов, 1984. 23 с.
9. **Голос И.Я.** Влияние влаги на хроматографическое удерживание некоторых газов-загрязнителей воздуха цеолитами типа Y, модифицированными катионами щелочных металлов. Автореф. дис... канд. хим. н. Львов, 1989. 18 с.
10. **Фартушок Н.В.** Модификация и хроматографические свойства закарпатского клиноптилолита. Автореф. дис... канд. хим. н. Львов, 1990. 18 с.
11. **Роговик В.Й.** Взаємодії газів-забрудників повітря з катіонами лужноземельних металів і міді у зволжених цеолітах типу Y. Автореф. дис... канд. хім. н. Львів, 1994. 17 с.
12. **Жибак І.М.** Фізико-хімічна взаємодія оксидів карбону та вуглеводнів із катіонами Ag^+ і Cu^{2+} у цеолітах M, X та Y. Автореф. дис... канд. хім. н. Львів, 2003. 19 с.
13. **Andronikashvili, T. G., Vanakh, O. S., Rogovik, V. I.** Chromatographic properties of zeolites modified for analysis of atmospheric pollutants. *Pure and Applied Chemistry*, 1989. 61(11), 2061-2064. doi:10.1351/pac198961112061
14. **Vanakh, O., Baranskyi, R., Rogovyk, V., Zybak, I.** Modified Zeolites in Gas Chromatography for the Analysis of Air Pollutants. *Adsorption Science & Technology* 1996. 14(4), p. 209-216. doi:10.1177/026361749601400401
15. **Банах О.С., Жибак І.М., Роговик В.Й.** Зміна термодинамічних функцій адсорбованих газів на формованих цеолітах CuNaM у хроматографічних колонках *Вісник Львівського ун-ту. Сер. хім.* 2002. №41. С. 279-284.
16. **Банах О.С., Жибак І.М.** Вплив катіонів Ag^+ на зміну термодинамічних параметрів адсорбції газів у модифікаціях морденіту *Укр. хім. журн.* 2003. Т. 69, № 1-2. С. 84-87.
17. **Даценко И.И., Банах О.С., Баранский Р.И.** Химическая промышленность и охрана окружающей среды. Київ: Вища школа, 1986. 176 с.
18. **Банах О.С., Жибак І.М.** Гранульовані цеоліти X, Y та M і хроматографія газів-забрудників повітря. Монографія. Київ, 2006. 142 с.
19. Праці 1-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії. Під ред. О.С.Банаха. Львів, 1997. 216 с.
20. Праці 2-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії Під ред. О.С.Банаха. Львів, 2000. 319 с.
21. Праці 3-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії. Під ред. О.С. Банаха. Львів, 2003. 240 с.
22. **Babyak L., Matsyak O., Shevchuk V., Bao T.P., Duc T.T.** C2-C4 alkenes conversion over ZVM+2% Zn high-silica zeolite catalyst at high volumetric flow rates. *Chemistry and Chemical Technology*. 2009. Vol. 3, № 4. P. 305-307.

23. *Gumenetskiy V., Maikova S., Zhyznevskiy V.* 1,3-butadiene and methacrylonitrile obtaining using oxidative conversion of C4 olefins over Fe-Te-Mo-Ox catalyst promoted with BaCl₂. *Chemistry and Chemical Technology*. 2007. Vol. 1, № 1. P. 31-34.
24. *Ятчишин И.И., Гарун Я.Е., Полюжин И.П., Кушнiryюк В.И., Ковальский Я.П., Дзих Б.П.* Количественное определение продуктов алкилирования фенола октенем-1 методом ГЖХ. Львовский политехнический институт. Львов, 1988. 15 с. Деп. в УкрНИИТИ 88, 24.10.88 № 2701-Ук88.
25. *Ятчишин И.И., Полюжин И.П., Кушнiryюк В.И., Мокривский А.Г.* Метод ВЭЖХ в анализе алкилсалицилатных присадок на основе олигомеров этилена и пропилена. Тезисы докладов II Всесоюзного семинара по адсорбции и жидкостной хроматографии эластомеров. Омск, 1988. С.78-79.
26. *Ятчишин И.И., Рахман Мустафизур, Кушнiryюк В.И., Полюжин И.П.* Анализ смеси оксibenзойных кислот методом ВЭЖХ. Тезисы докладов VI Всесоюзной конференции по аналитической химии органических веществ. Москва, 1991. С.96.
27. *Ларук М.М., Цюкo Ф.І., Полюжин І.П., Ятчишин Й.Й.* Аналіз промислової суміші поліетиленгліколів марки ПЕГ-4 методом газорідинної хроматографії. Тезиси докладов I съезда хроматографистов Украины. Киев, 17-20 мая. 1993 г. С.10.
28. *Цюкo Ф.І., Полюжин І.П., Ятчишин Й.Й.* Розробка та впровадження методики хроматографічного визначення оксиду вуглецю (II) в повітрі. Тезиси докладов I съезда хроматографистов Украины. Киев, 17-20 мая 1993 г. С.30.
29. *Ятчишин Й.Й., Кушнiryюк В.І., Полюжин І.П., Мустафизур Рахман* Основні параметри розділення суміші алкілфенол-алкілсалицилова кислота методом високоефективної рідинної хроматографії. - Тезиси докладов I съезда хроматографистов Украины. Киев, 17-20 мая 1993 г. С.56.
30. *Знак З.О., Полюжин І.П.* Високоефективна рідинна хроматографія в дослідженні системи гідрохінон-хінон-сульфіт натрію. - Тезиси докладов I съезда хроматографистов Украины. Киев, 17-20 мая 1993 г. С.57.
31. *Гончарова Л.М., Ятчишин Й.Й., Полюжин І.П.* Аналіз промислового алкілфенолу С16-С18 методом мікроколонкової високоефективної рідинної хроматографії. Шоста наукова конференція "Львівські хімічні читання-97". 29-30 травня 1997 р. Збірник наукових праць. Львів. 1997. С.75.
32. *Гончарова Л.М., Полюжин І.П., Ятчишин Й.Й.* Аналітичний контроль синтезу промислових алкілсалицилових кислот С16-С18 методом мікроколонкової високоефективної рідинної хроматографії. *Вісник Державного університету "Львівська політехніка" Хімія, технологія речовин та їх застосування*. (до 125-річчя хіміко-технологічного факультету). 1997. № 332. С.49-52.
33. *Гончарова Л.М., Полюжин І.П., Ткаченко В.І., Санагурський Д.І.* Особливості підготовки до HPLC-аналізу синтетичних сумішей та лікарських препаратів, що містять естери ретинолу. Праці I Західноукраїнського симпозиуму з адсорбції та хроматографії. Львів, 1997. С.150-152.
34. *Гончарова Л.М., Полюжин І.П., Ятчишин Й.Й.* Високоефективна рідинна хроматографія для аналізу цис- та транс- ізомерів дихлордіаміноплатини (II). *Вісник Державного університету "Львівська політехніка" Хімія, технологія речовин та їх застосування*. До 125-річчя хіміко-технологічного факультету. 1997. № 332 С. 46-49.
35. *Срїбна А.В., Цюкo Ф.І., Полюжин І.П., Ларук М.М.* Розробка ВЕРХ методики аналізу онкопрепарату цисплатину. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2006. № 553. С.15 - 21.
36. *Гончарова Л.М., Полюжин І.П.* Хроматографічні параметри утримування та розділення 1,2-дифенілетану та 2,2-диізопропокси-2-фенілацетофенону. *Вісник Державного університету "Львівська політехніка" Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 1996. № 298. С.69-70.

37. **Гончарова Л.М., Полюжін І.П.** Моделювання хроматограм з допомогою програмного пакету MathCAD. *Вісник Державного університету "Львівська політехніка" Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 1997. № 316. С. 23-24 .
38. **Гончарова Л.М., Полюжін І.П., Пиріг Я.М., Макітра Р.Г.** Узагальнення коефіцієнтів ємності в обернено-фазовій рідинній хроматографії за допомогою лінійних багатопараметрових рівнянь. Тези доповідей Всеукраїнської конференції з аналітичної хімії, присвяченої 90-річчю від дня народження члена-кореспондента НАН України В.А.Назаренка. 15-17 вересня 1998. Ужгород: 1998. С. 67.
39. **Полюжін І.П., Гончарова Л.М., Макітра Р.Г., Ятчишин Й.Й.** Використання принципу лінійності вільних енергій для прогнозування утримування сполук в умовах високоефективної рідинної хроматографії *Доповіді АН України Серія Б.* 2000. № 5. С. 155-159. <http://www.dopovidi.nas.gov.ua>.
40. **Гончарова Л.М., Полюжін І.П., Ятчишин Й.Й.** Оцінка прогнозування часів утримування деяких ароматичних кислот для високоефективної рідинної хроматографії за принципом лінійності вільних енергій. *Вісник Державного університету "Львівська політехніка" Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 1998. № 339. С.21-23.
41. **Роговик В.И., Макітра Р.Г., Полюжін І.П., Пальчикова Е.А.** Обобщение данных по хроматографическим объемам удерживания органических соединений на сложноэфирных фазах посредством линейных многопараметровых уравнений. *Журнал аналитической химии.* 2006. № 12, Том 61, С. 1187-1193.
42. **Rohovyk V.J., Banakh O.S., Polyuzhyn I.P., Makitra R.G.** Comparison of LFER Method for Generalization Data of Gases Retention in GC with CuNaY- and AgNaY Zeolites. Advance in Separation Sciences on the Day before the 100 Years Anniversary of Chromatography Discover. The abstract book of 8-th International Symposium on Separation Sciences. The Editor: Boguslaw Buszewski. ISSS '2002. Torun (Poland): 8-12 September, 2002. P. 317-318.
43. **Rohovyk V.J., Banakh O.S., Zhybak I.M., Barans'kiy R.I., Polyuzhyn I.P., Makitra R.G.** LFER for Generalization Data and Prediction of Gases Separation by GC on CuNaY-Zeolites XVII-th International Symposium on Physico-Chemical Methods of the Mixtures Separation Ars Separatoria Borowno, Bydgoszcz: June 17-20, 2002. Poland. Poster P-41.
44. **Роговик В.Й., Банак О.С., Полюжін І.П., Макітра Р.Г.** Узагальнення на основі принципу лінійності вільних енергій теплот адсорбції газів на цеолітах типу Y, модифікованих катіонами лужних металів. Праці 3-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії. 25-28 травня 2003 року. Львів: "Сполом": 2003. С. 74-76.
45. **Rohovyk V.Y., Tymkevych O.Z., Banakh O.S., Polyuzhyn I.P., Makitra R.G.** Retention of Some Gases in GC Conditions with Zeolite Modified by Alkali Earth Metal Ions. Program and Proceedings of the IX Polish-Ukrainian Symposium and Polish-Ukrainian-Russian Workshop "Theoretical and Experimental Studies of Interfacial Phenomena and Their Technological Applications". Sandomierz-Wolka Milanowska, Poland, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Sklodowskiej: September 5-9, 2005. P. 234. ISBN 83-227-2426-8. <http://press.umcs.lublin.pl>
46. **Смірнова О.Я., Полюжін І.П., Ятчишин Й.Й., Ткаченко В.І.** Використання програми "CromDream" для прогнозування затримування деяких похідних 1,4-нафтохінону в обернено-фазовій високоефективній рідинній хроматографії. Праці 2-го Західноукраїнського симпозіуму з адсорбції та хроматографії. року. Львів: 5-7 червня 2000.С. 214-216.
47. **Гончарова Л.М., Полюжін І.П., Ятчишин Й.Й.** Оцінка прогнозування за сольвофобною теорією часів утримування деяких похідних 2-амінотіазолу в умовах високоефективної рідинної хроматографії. *Вісник Державного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 1999. № 361. С. 40-43.
48. **Polyuzhyn I., Smirnova O., Yatchyshyn Y., Makitra R., Tkachenko V.** Assessment of Molecular Interaction for Some Derivaties of 1,4-Naphtoquinone in RP-HPLC. First Russian-

Ukrainian-Polish Conference on Molecular Interactions. School of Physical Organic Chemistry. Book of Abstracts. Gdansk: June 10-16, 2001. P. 200-201.

49. **Polyuzhyn I.P., Smirnova O.Ya., Jatchyshyn J.J., Musyanovich R.Ya., Novikov V.P., Tkachenko V.I.** RP-HPLC Separation of Amino Derivatives of 3-Chloro-1,4-Naphtoquinone. XVII-th International Symposium on Physico-Chemical Methods of the Mixtures Separation "Ars Separatoria 2002". . Borowno Bydgoszcz, Poland: June 17-20, 2002. Poster P-37.
50. **Сеньківська І.П., Полюжин І.П.** Адаптація умов методики високоефективної рідинної хроматографії для визначення вітаміну В-12. Праці 2-го Західноукраїнського симпозиуму з адсорбції та хроматографії. Львів: 5-7 червня 2000 року. С. 216-220.
51. **Смірнова О.Я., Полюжин І.П., Ятчишин Й.Й., Мусянович Р.Я.** - Узагальнення впливу складу елюента на утримування похідних 1,4-нафтохінону в умовах обернено-фазової високоефективної рідинної хроматографії. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 2005. № 529. С. 19-25.
52. **Рожков С.В., Василюк С.В., Лубенець В.І., Полюжин І.П.** Прогнозування біологічної активності ряду алкілових S-естерів тіосульфокислот на основі утримування в умовах ВЕРХ. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 2005. № 529. С. 25-29.
53. **Рожков С.В., Полюжин І.П., Ткаченко В.І.** Розробка оптимальних умов розділення S-естерів тіосульфокислот методом ОФ ВЕРХ. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 2005. № 536. С. 17-22.
54. **Karpyak N.M., Polyuzhyn I.P., Marshalok G.O., Yatchyshyn Y.Y.** Gas Chromatography analysis of Separation of Reaction Mixtures from Cycloaddition Reaction of α -Ethylacroleine and Ethyl Ester Ethylacrylic Acid. *Polish Journal of Chemistry.* 2008. Vol. 82, No 1-2. P. 397-402.
55. **Marshalok O.I., Voloshinets V.A., Polyuzhyn I.P.** Determination of residual monomers in α -Alkylacrylates Dispersions with Packing GLC. *Polish Journal of Chemistry.* 2008. Vol. 82. P. 425-430.
56. **Карняк Н.М., Полюжин І.П., Маршалок Г.О., Ятчишин Й.Й.** Метод добавок для газохроматографічного аналізу процесу димеризації α -етилакролеїну. *Вопросы химии и химической технологии.* 2008. № 3. С. 66-69.
57. **Костів І.С., Маршалок Г.О., Ятчишин Й.Й., Полюжин І.П.** Аналітичний контроль процесів одержання алкілциклогексенкарбоксилатів методом газорідинної хроматографії *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 2014. № 787. С. 23-30.
58. **Чверенчук А.І., Солоха І.В., Пона М.Г., Полюжин І.П., Чернуха А.М.** Одержання з глинистих матеріалів гранульованого цеолітокерамічного адсорбенту типу 13X та його використання в газовій хроматографії. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування.* 2015. № 812. С. 83-94.
59. **Polyuzhyn I.P., Marshalok O.I., Vytrykush N.M., Marshalok G.O.** Generalization of gas-chromatographic retention times for cyclization products of acrylates with aldehydes and 2,3-dimethylbuta-1,3-diene. Proceedings of the 15th Ukrainian-Polish Symposium on Theoretical and Experimental Studies of Interfacial Phenomena and their Technological Application simultaneously with 2-nd NANOBIO-MAT Conference: Nanostructured, Biocompatible, Bioactive Materials. Lviv: September 12-15 2016. P. 125.
60. **Ivashkiv Ostap, Kubica Pavel, Polyugyn Igor, Namiesnik Jacek, Shyshchak Olena, Bratychak Michael.** RP-HPLC with detection by means of ESI-MS and UV for identification of chromatographic peaks of some hydroxyl derivatives of epoxy resin. *Chemistry and Chemical Technology.* 2016. Vol. 10. № 2. P. 141-149.
61. **Смірнова О.Я., Полюжин І.П., Ятчишин Й.Й.** Залежності між структурою амінокислотних похідних 3-хлор-1,4-нафтохінону та їх утримуванням в умовах

- прямофазової тонкошарової хроматографії. *Вопросы химии и химической технологии*. 2018. № 4 С. 59–68.
62. **Процик Я.М., Полюжин І.П., Авдосьева І.К.** Визначення карвакролу у кормовій добавці Acid Platan Liquid методом насадкової газо-рідинної хроматографії. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2018. випуск 19, № 1. С. 311-320.
63. **Бідниченко Ю.І.** Сучасні методи судово-хімічного дослідження отруень блідою поганкою. Збірник наукових праць. Випуск дев'ятий. Присвячується 95-річчю від Дня народження професора В.П. Крамаренко. 2011. С. 48-57.
64. **Бідниченко Ю.І.** Дослідження грибних токсинів за допомогою хроматографії в тонкому шарі сорбенту. *Український судово-медичний вісник*. 1998. №1. С. 26-28.
65. **Бідниченко Ю.І.** Визначення грибних токсинів за допомогою диск-електрофорезу. *Фармацевтичний журнал*. 1999. № 4. С. 67-68.
66. **Bidnychenko Yu.** Detecting Mushroom Peptide Toxins in Body Fluids by Capillary Electrophoresis. *LGC*. 2001. Vol. 19. No 9. P. 1000-1002.
67. **Бідниченко Ю.І.** Застосування гель-хроматографії для розділення токсинів-пептидів грибів роду мухомор. *Фармацевтичний журнал*. 2000. № 6. С. 63-65.
68. **Bidnychenko Yu.** HPLC determination of mushroom peptide toxins in forensic-chemical examination. *American Laboratory*. 2000. No. 4. P. 14.
69. **Осипчук Л.І., Галькевич І.Й., Кузьмицька А.Є.** Експрес-методики ідентифікації силденафілу в судово-хімічній практиці Збірник наукових праць. Випуск дев'ятий. Присвячується 95-річчю від Дня народження професора В.П. Крамаренко. 2011. С. 188-192.
70. **Федущак Н.К., Огорілко М.В., Крамаренко С.Ю.** Використання методу ексклюзійної хроматографії для додаткової очистки антикоагулянта непрямой дії феноліну, виділеного із біологічних рідин. Збірник наукових праць. Випуск дев'ятий. Присвячується 95-річчю від Дня народження професора В.П. Крамаренко. 2011. С.240-245.
71. **Гончар Н.В., Галькевич І.Й., Поляк О.Б.** Застосування методу хроматографії в тонкому шарі сорбенту для ідентифікації тіанептину. *Фармацевтичний часопис*. 2007. No 3. С. 37-38.
72. **Крамаренко С.Ю., Галькевич І.Й.** Ідентифікація та кількісне визначення мелоксикаму та піроксикаму методом високоефективної рідинної хроматографії. *Актуал. питання фармацевт. і мед. науки та практики*. 2011. № 1. С. 93-95.
73. **Halkevych, I., Ivanauskas, L., Bidnychenko, Y., Barsteigiene, Z.** High Performance Liquid Chromatographic Determination of Bupropion Using H-Clinoptilolite as a Sorbent for Plasma and Urine Purification. *Chemistry & Chemical Technology*. 2016, September 12-15. 9(2). P. 245-249. doi:10.23939/chcht09.02.245x
74. **Труш Г.С., Галькевич І.Й.** Визначення рисперидону в біологічному матеріалі методом ультраефективної рідинної хроматографії. *Фармацевтичний часопис*. 2016. No 3. С. 22-25. <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2016.3.6828>
75. **Osyphuk Liudmila, Halkevych Iryna, Davydovych Sophia, Bidnychenko Yuriy.** Validation of an HPLC-MS method for the determination of vardenafil in rat urine. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2019. 9(8), P. 79-85. doi:10.7324/japs.2019.90811
76. **Davydovych Sophia, Halkevych Iryna, Korobova Olha, Humenyuk Svitlana.** Solid-phase extraction for RP-HPLC/UV determination of ziprasidone at presence its main metabolite in urine. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2017. 7(5). P. 1-6. doi:10.7324/japs.2017.70501
77. **Davydovych, S., Halkevych, I., Tarnavska, J.** Determination of sertindole in biological material by gas chromatography-mass spectrometry. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. №2 (6). P. 26-32. doi:10.15587/2519-4852.2017.99971

78. **Darmograi, N., Galkevych, I.** Determination of agomelatine in urine in the presence of metabolites by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. 2 (6). P. 14-21. doi:10.15587/2519-4852.2017.97922
79. Методичні вказівки по кількісному визначенню каротиноїдів кантаксантину і апоестеру у зразках яєць та м'яса птиці методом ВЕРХ. ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок. Львів. 2011.
80. **Петрух Л.І., Ткаченко В.І., Коваленко М.М., Гуменюк С.Л.** Спектроскопічний та рідинно-хроматографічний контроль якості флуренізиду і флуренізид-натрію. Збірник наукових праць. Випуск дев'ятий. Присвячується 95-річчю від Дня народження професора В.П. Крамаренко. 2011. С. 200-204.
81. **Янович Д.В., Засадна З.С., Ридчук М.В., Федякова О.І., Кіслова С.М.** Застосування методу ВЕРХ-МС/МС для одночасного кількісного визначення метаболітів нітрофуранів у зразках меду. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2017. Вип. 18, № 1. С. 291-300.
82. **Янович Д. В., Федякова О. І., Ридчук М. В., Засадна З. С., Кіслова С. М., Плотиця С. І.** Порівняльний аналіз застосування методів скринінгу та підтвердження для визначення метронідазолу у зразках меду. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2018. Вип. 19. № 1. С. 326-333.
83. **Ридчук М.В., Плотиця С.І., Янович Д.В., Засадна З.С., Заярнюк А.М., Паздерська О.М.** Застосування нового УЕРХ-МС/МС мультиметоду визначення залишкових кількостей антимікробних препаратів для контролю безпеки меду. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2019. Вип. 20. № 2. С. 375-389.
84. **Янович Д.В., Засадна З.С., Ридчук М.В., Плотиця С.І., Заярнюк А.М.** Розробка методу визначення залишків енраміцину у зразках м'яса птиці з використанням ультраефективної рідинної хроматографії з тандем-мас-спектрометричним детектуванням / *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2019. Вип. 20. № 1. С. 191-200.
85. **Федякова О.І., Біронт Н.В., Курило М.Р.** Розробка методики визначення залишкових кількостей кетопрофену у сироватці крові тварин. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2019. Вип. 20. № 1. С. 185-190.
86. **Останів Р.Д., Ткаченко В.І.** Оптимізація умов рідинно-хроматографічного розділення амінокислот із дериватизацією перед колонкою 1-флуор-2,4-динітробенzenом. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2018. Вип. 19, № 2. С. 298-304.
87. **Біронт Н.В., Мелікян С.М., Мисько Г.Л., Шимко М.В., Паздерська О.М., Янович Д.В.** Валідація методики кількісного визначення фіпронілу в субстанції. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2018. Вип. 19, № 1. С. 302-310.
88. **Довжаниця Т.Ю., Коробова О.В., Березюк М.І.** Розробка та валідація методики кількісного визначення пропіленгліколю в кормових добавках на основі оксиду кремнію методом газової хроматографії. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2017. Вип. 18, № 2. С. 462-471.

89. *Vasylechko, V.O., Lebedynets, L.O., Gryshchouk, G.V., Leboda, R., Skubiszewska-Zięba, J.* Badania nad przydatnością zakarpaciego klinoptylolitu do adsorbencji chloroformu z roztworów wodnych. *Ochrona Środowiska*. 1998. No 3. P. 27-30.
90. *Пацай І., Дубович Л.* Електронний самописець на основі мікросхеми AD7714 для реєстрації хроматограм. *Вісник Львівського університету. Серія хімічна*. 2014. Випуск 54. С. 260–265.
91. *Масловська О.Д., Гнатуш С.О., Галушка А.А.* Зміни жирнокислотного складу клітин *Desulfuromonas acetoxidans* IMB В-7384 за впливу ферум цитрату. *Біологічні студії*. 2014. Т. 8. № 3-4. С. 87-98.
92. *Segin T., Hnatush S., Maslovska O., Vasylyv O.* Changes of Fatty Acid Composition of *Chlorobium limicola* IMV K-8 Cells under the Influence of Copper (II) Sulfate. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т. 80. № 3. С. 40-52.
93. *Сенюта Т.Б., Старчевський М.К., Паздерський Ю.А., Попова В.І.* Газохроматографічне визначення мурашиної кислоти *Фарм. журнал*. 1985. №4. С. 12-15.
94. *Сапрыкин Ю.А., Головка Б.М., Паздерський Ю.А., Зорин А.Д.* Хроматографическое определение углерода в хлоридах кремния с использованием высокочастотного эмиссионного детектора. *Журн. аналит. химии*. 1986. Т. 41. No 12. С. 2210–2214.

REFERENCES

1. *Banakh O.S.* Zeolite chromatographic group in Lviv. *Zurnal Hromatograficnogo tovaristva*. 2008. 8(3-4), S. 39-49 .
2. *Banakh O.S.* Nas yednala ideia naukovocho poshuku. Do istorii Lvivskoi tseolitno-khromatografichnoi hrupy. Lviv. 2014. 212 p.
3. *Banakh O.S.* Issledovanye khromatograficheskikh svoystv tseolytov tipa Y, sodержashchikh kationy shchelochnykh metallov i serebra: Avtoref. dis...kand. khim. Tbilisi: 1977. 26 s.
4. *Banakh O. S.* The effect of small substitutions of cations Na⁺ by K⁺ in Y-type zeolites. *Zurnal Hromatograficnogo tovaristva*. 2009. 9(3-4), S. 18-34.
5. *Banakh O.S.* Inversiya posledovatelnosti elyuirovaniya komponentov iz khromatograficheskoi kolonki. *Zhurnal fizicheskoi khimii*. 1986. 60(11), S. 2883-2884.
6. *Banakh O.S.* Fyzyko-khimichni osnovy modifikatsii tseolitiv dlia khromatografichnoho vyznachennia zabrudnen povitria. Avtoref. dys... d-ra khim. Lviv. 1992. 32 s.
7. *Strilchuk L.V.* Vliyanie kationnoi modifikatsii tseolitov tipa Y na kharakter khromatograficheskoho rozdeleniya smesi inertnykh gazov Avtoref. dis... kand. khim. Tbilisi. 1984. 24 s.
8. *Baranskyi R.I.* Razrabotka tseolitnykh adsorbentov dlya khromatograficheskoho opredeleniya zahryazneniy vozdukha. Avtoref. dis... kand. khim. Lvov. 1984. 23 s.
9. *Holos I.Ya.* Vliyanie vlahi na khromatograficheskoe uderzhivanie nekotorykh gazov-zahriazniteley vozdukha tseolitami tipa Y, modifitsirovannymi kationami shchelochnykh metallov. Avtoref. dis... kand. khim. Lvov. 1989. 18 s.
10. *Fartushok N.V.* Modifikatsiya i khromatograficheskkiye svoystva zakarpatskoho klinoptilolita. Avtoref. dis... kand. khim. Lvov. 1990. 18 s.
11. *Rohovyk V.I.* Vzaiemodii haziv-zabrudnykiv povitria z kationamy luzhnozemelnykh metaliv i midi u zvolozhenykh tseolitakh typu Y. Avtoref. dys... kand. khim. Lviv. 1994. 17 s.
12. *Zhybak I.M.* Fyzyko-khimichna vzaiemodiia oksydiv karbonu ta vuhlevodniv iz kationamy Ag⁺ i Cu²⁺ u tseolitakh M, X ta Y. Avtoref. dys... kand. khim. Lviv. 2003. 19 s.
13. *Andronikashvili. T. G., Banakh, O. S., Rogovik, V. I.* Chromatographic properties of zeolites modified for analysis of atmospheric pollutants. *Pure and Applied Chemistry*. 1989. 61(11). P. 2061-2064. doi:10.1351/pac198961112061
14. *Banakh, O., Baranskyi, R., Rogovyk, V., Zybak, I.* Modified Zeolites in Gas Chromatography for the Analysis of Air Pollutants. *Adsorption Science & Technology*. 1996. 14(4). P. 209-216. doi:10.1177/026361749601400401

15. **Banakh, O. S., Zhybak, I. M., Rohovyk, V. Y.** (). Zmina termodinamichnykh funktsii adsorbovaniykh haziv na formovanykh tseolitakh CuNaM u khromatohrafichnykh kolonkakh. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seri. khim.* 2002 . 41. S. 279-284 .
16. **Banakh O.S., Zhybak I.M.** Vplyv kationiv Ag na zminu termodinamichnykh parametriv adsorbtsii haziv u modyfikatsiakh mordenitu. *Ukrainskyi khimichnyi zhurnal.* 2003. 69(1-2). S. 84-87 .
17. **Datsenko Y.Y., Banakh O.S., Baranskyi R.Y.** Khimicheskaya promyshlennost i okhrana okruzhayushchey sredy. Kyiv: Vyshcha shkola. 1986. 176 s.
18. **Banakh O.S., Zhybak I.M.** Hranulovani tseolity X, Y ta M i khromatohrafiia haziv-zabrudnykiv povitria : monohrafiya. Kyiv. 2006. 142 s.
19. Proceedings of the First West Ukrainian Symposium on Adsorption and Chromatography. Editor O.S. Banakh. Lviv. 1997. 216 p.
20. Proceedings of the Second West Ukrainian Symposium on Adsorption and Chromatography. Editor O.S. Banakh. Lviv. 2000. 319 p.
21. Proceedings of the 3d West Ukrainian Symposium on Adsorption and Chromatography. Editor O.S. Banakh. Lviv: Publishing house "SPOLOM". 2003. 240 p.
22. **Babyak, L., Matsyak, O., Shevchuk, V., Phan, B. T., Truong, D. T.** C2–C4 Alkenes Conversion over ZVM 2 % Zn High-Silica Zeolite Catalyst at High Volumetric Flow Rates. *Chemistry & Chemical Technology.* 2009. 3(4). P. 305-307. doi:10.23939/chcht03.04.305
23. **Gumenetskiy V., Maikova S., Zhyznevskiy V.** 1,3-butadiene and methacrylonitrile obtaining using oxidative conversion of C4 olefins over Fe-Te-Mo-Ox catalyst promoted with BaCl₂. *Chemistry & Chemical Technology.* 2007. 1(1). P. 31-34. doi:10.23939/chcht01.01.031
24. **Yatchyshyn, Y.Y., Harun, Ya.E., Poliuzhyn, I.P., Kushnyriuk, V.I., Koval'skyi, Ya.P.** Kolichestvennoe opredelenie produktov alkilirovaniya fenola oktenom-1 metodom HZhKh. Dep. v UkrNIINTI 88. 24.10.88 N 2701-Uk88. 1988. S. 1-15.
25. **Yatchishin, Y.Y., Poliuzhyn, I.P., Kushnyriuk, V. I., Mokrivskyi, A.H.** Metod VEZhKh v analize alkilsalitsylatnykh prisadok na osnove olihomerov etiliena i propiliena. *Tezisy dokladov II Vsesoiuznogo seminara po adsorbtsii i zhidkostnoi khromatohrafiu elastomerov.* Omsk: 1988. P. 78-79.
26. **Yatchishin, Y.Y., Mustafizur, R., Kushnyriuk, V.I., Poliuzhyn, I.P.** Analiz smesi oksibenzoinykh kislot metodom VEZhKh. Tezisy dokladov VI Vsesoiuznoi konferentsii po analiticheskoi khimii orhanicheskikh veshchestv. 1991. Moskva. P. 96.
27. **Laruk, M.M., Tsiupko, F.I., Poliuzhyn, I.P., Yatchyshyn, Y.Y.** Analiz promyslovoi sumishi polietylenhlikoliv marky PEH-4 metodom hazoridynnoi khromatohrafiu. Tezisy dokladov I s'ezda khromatohrafistov Ukrainy. Kiev: 17-20 maia 1993. P. 10.
28. **Tsiupko F.I., Poliuzhyn I.P., Yatchyshyn Y.Y.** (1993). Rozrobka ta vprovadzhennia metodyky khromatohrafichnogo vyznachennia oksydu vuhletsiu (II) v povitri. Tezisy dokladov I s'ezda khromatohrafistov Ukrainy. Kiev, 17-20 maia 1993. P. 30.
29. **Yatchyshyn Y.I., Kushniriuk V.I., Poliuzhyn I.P., Mustafizur Rakhman.** Osnovni parametry rozdilennia sumishi alkilfenol-alkilsalitsylova kyslota metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafiu. Tezisy dokladov I s'ezda khromatohrafistov Ukrainy. Kiev, 17-20 maia 1993. P. 56.
30. **Znak Z.O., Poliuzhyn I.P.** Vysokoefektyvna ridynna khromatohrafiia v doslidzhenni systemy hidrokhinon-khinon-sulfit natriiu. Tezisy dokladov I s'ezda khromatohrafistov Ukrainy. Kiev, 17-20 maia 1993. P. 57.
31. **Honcharova L.M., Yatchyshyn Y.I., Poliuzhyn I.P.** Analiz promyslovoho alkilfenolu S16-S18 metodom mikrokolonkovoivo vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafiu. *Shosta naukova konferentsiia "Lvivski khimichni chytannia-97". Zbirnyk naukovykh prats.* 29-30 travnia 1997 r. Lviv. 1997. S. 75 .
32. **Honcharova, L.M., Poliuzhyn, I.P., Yatchyshyn, Y.I.** Analitychnyi kontrol syntezy promyslovykh alkilsalitsylovykh kyslot C16-C18 metodom mikrokolonkovoivo vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafiu. *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika" Khimiia,*

tekhnohiiia rehovyn ta yikh zastosuvannia (do 125-richchia khimiko-tekhnohichnoho fakultetu). 1997. 332. S. 49-52 .

33. **Honcharova L.M., Poliuzhyn I.P., Tkachenko V.I., Sanahurskyi D.I.** Osoblyvosti pidhotovky do HPLC-analizu syntetychnykh sumishei ta likarskykh preparativ, shcho mistiat estery retynolu. Pratsi I Zakhidnoukrainskoho sympoziumu z adsorbtsii ta khromatohrafi. Lviv: 1997. S. 150-152 .
34. **Honcharova, L.M., Poliuzhyn, I.P., Yatchyshyn, Y.I.** Vysokoeffektyvna ridynna khromatohrafiia dlia analizu tsys- ta trans- izomeriv dykhlordiyaminoplatyny (II). *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika" Khimiia, tekhnolohiiia rehovyn ta yikh zastosuvannia. (do 125-richchia khimiko-tekhnohichnoho fakultetu).* 1997. 332. S. 46-49.
35. **Sribna A.V., Tsiupko F.I., Poliuzhyn I.P., Laruk M.M.** Rozrobka VERKh metodyky analizu onkopreparatu tsysplatynu. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika" Khimiia, tekhnolohiiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2006. 553. S. 15-21 .
36. **Honcharova, L.M., Poliuzhyn, I.P.** Khromatohrafichni parametry utrymuvannia ta rozdilennia 1,2-dyfeniletanu ta 2,2-dyizopropoksy-2-fenilatsetofenonu. *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika" Khemiia, tekhnolohiiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 1996. 298. S. 69-70 .
37. **Honcharova, L.M., Poliuzhyn, I.P.** Modeliuvannia khromatohram z dopomohoiu prohrannoho paketu MathCAD. *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika" Khemiia, tekhnolohiiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 1997. 316. S. 23-24 .
38. **Honcharova L.M., Poliuzhyn I.P., Pyrih Ya.M., Makitra R.H.** Uzahalnennia koefitsientiv yemnosti v oberneno-fazovii ridynni khromatohrafi za dopomohoiu liniinykh bahatoparametrovykh rivniann. Tezy dopovidei Vseukrainskoi konferentsii z analitychnoi khimii, prysviachenoj 90-richchiiu vid dnia narodzhennia chlena-korespondenta NAN Ukrainy V.A.Nazarenka. Uzhhorod: 15-17 veresnia 1998. S. 67 .
39. **Poliuzhyn, I.P., Honcharova, L.M., Makitra, R.H., Yatchyshyn, Y.Y.** Vykorystannia pryntsyphu liniinosti vilnykh enerhii dlia prohnozuvannia utrymuvannia spoluk v umovakh vysokoeffektyvnoi ridynnoi khromatohrafi. *Dopovidi AN Ukrainy. Serii B.* 2000. 5. S. 155-159.
40. **Honcharova, L.M., Poliuzhyn, I.P.** Otsinka prohnozuvannia chasiv utrymuvannia deiakykh aromatychnykh kyslot dlia vysokoeffektyvnoi ridynnoi khromatohrafi za pryntsyplom liniinosti vilnykh enerhii. *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika" Khemiia, tekhnolohiiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 1998. 339. S. 21-23.
41. **Rogovik, V. I., Makitra, R. G., Polyuzhin, I. P., Pal'chikova, E. A.** Generalization of data on chromatographic specific retention volumes of organic substances on ester phases using linear multiparameter equations. *Journal of Analytical Chemistry.* 2006. 61(12). P. 1187-1193. doi:10.1134/s1061934806120112
42. **Rohovyk V.J., Banakh O.S., Polyuzhyn I.P., Makitra R.G.** Comparison of LFER Method for Generalization Data of Gases Retention in GC with CuNaY- and AgNaY Zeolites. Advance in Separation Sciences on the Day before the 100 Years Anniversary of Chromatography Discover. *The abstract book of 8-th International Symposium on Separation Sciences. The Editor: Boguslaw Buszewski. ISSS '2002. Torun, Poland: 8-12 September 2002.* P. 317-318.
43. **Rohovyk V.J., Banakh O.S., Zhybak I.M., Barans'kiy R.I., Polyuzhyn I.P., Makitra R.G.** LFER for Generalization Data and Prediction of Gases Separation by GC on CuNaY-Zeolites. - XVII-th International Symposium on Physico-Chemical Methods of the Mixtures Separation "Ars Separatoria 2002". Borowno, Bydgoszcz, Poland: June 17-20, 2002. P-41.
44. **Rohovyk V.I., Banakh O.S., Poliuzhyn I.P., Makitra R.H.** Uzahalnennia na osnovi pryntsyphu liniinosti vilnykh enerhii teplot adsorbtsii haziv na tseolitakh typu Y, modyfikovanykh kationamy luzhnykh metaliv. Pratsi 3-ho Zakhidnoukrainskoho sympoziumu z adsorbtsii ta khromatohrafi. Lviv: "Spolom", 25-28 travnia 2003. S. 74-76 .
45. **Rohovyk V.Y., Tymkevych O.Z., Banakh O.S., Polyuzhyn I.P. Makitra R.G.** Retention of Some Gases in GC Conditions with Zeolite Modified by Alkali Earth Metal Ions. Program and

- Proceedings of the IX Polish-Ukrainian Symposium and Polish-Ukrainian-Russian Workshop "Theoretical and Experimental Studies of Interfacial Phenomena and Their Technological Applications". Sandomierz-Wolka Milanowska, Poland: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Sklodowskiej: 2005. P.234. <http://press.umcs.lublin.pl>
46. **Smirnova O.Ya., Poliuzhyn I.P., Yatchyshyn Y.Y., Tkachenko V.I.** Vykorystannia prohramy "CromDream" dlia prohnozuvannia zatrymuvannia deiakykh pokhidnykh 1,4-naftokhinonu v oberneno-fazovii vysokoefektyvniidynnykhromatohrafi. Pratsi 2-ho Zakhidnoukrainskoho sympoziumu z adsorbtsii ta khromatohrafi. 5-7 chervnia 2000 roku. Lviv: 2000. S. 214-216 .
 47. **Honcharova L.M., Poliuzhyn I.P., Yatchyshyn Y.Y.** Otsinka prohnozuvannia za solvofobnoiu teoriieiu chasiv utrymuvannia deiakykh pokhidnykh 2-aminotiazolu v umovakh vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafi. *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2000. N 361. S. 40-43 .
 48. **Polyuzhyn I., Smirnova O., Yatchyshyn Y., Makitra R., Tkachenko V.** Assessment of Molecular Interaction for Some Derivatives of 1,4-Naphtoquinone in RP-HPLC. First Russian-Ukrainian-Polish Conference on Molecular Interactions. School of Physical Organic Chemistry. Book of Abstracts. Gdansk: June 10-16. 2001. P. 200-201.
 49. **Polyuzhyn I.P., Smirnova O.Ya., Yatchyshyn J.J., Musyanovich R.Ya., Novikov V.P., Tkachenko V.I.** RP-HPLC Separation of Amino Derivatives of 3-Chloro-1,4-Naphtoquinone. XVII-th International Symposium on Physico-Chemical Methods of the Mixtures Separation "Ars Separatoria 2002". Borowno, Bydgoszcz, Poland: June 17-20, 2002. P-37.
 50. **Senkivska I.P., Poliuzhyn I.P.** Adaptatsiia umov metodyky vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafi dlia vyznachennia vitaminu B-12. Pratsi 2-ho Zakhidnoukrainskoho sympoziumu z adsorbtsii ta khromatohrafi. Lviv: 5-7 chervnia 2000. S. 216-220 .
 51. **Smirnova O.Ya., Poliuzhyn I.P., Yatchyshyn Y.Y., Musianovych R.Ya.** Uzahalnennia vplyvu skladu eliuenta na utrymuvannia pokhidnykh 1,4-naftokhinonu v umovakh oberneno-fazovoi vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafi. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2005. N529. S. 19-25 .
 52. **Rozhkov S.V., Vasyliuk S.V., Lubenets V.I., Poliuzhyn I.P.** Prohnozuvannia biolohichnoi aktyvnosti riadu alkilovykh S-esteriv tiosulfokyslot na osnovi utrymuvannia v umovakh VERKh. - *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2005, N529. S. 25-29.
 53. **Rozhkov S.V., Poliuzhyn I.P., Tkachenko V.I.** Rozrobka optymalnykh umov rozdilennia S-esteriv tiosulfokyslot metodom OF VERKh. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2005. N536. S. 17-22.
 54. **Karpyak N.M., Polyuzhyn I.P., Marshalok G.O., Yatchyshyn Y.Y.** Gas Chromatography analysis of Separation of Reaction Mixtures from Cycloaddition Reaction of α -Ethylacroleine and Ethyl Ester Ethylacrylic Acid. *Polish Journal of Chemistry.* 2008. 82 (1-2). P. 397-402.
 55. **Marshalok O.I., Voloshinets V.A., Polyuzhyn I.P.** Determination of residual monomers in α -Alkylacrylates Dispersions with Packing GLC. *Polish Journal of Chemistry.* 2008. 82. P. 425-430.
 56. **Karpiak N.M., Poliuzhyn I.P., Marshalok H.O., Yatchyshyn Y.Y.** Metod dobavok dlia hazokhromatohrafichnoho analizu protsesu dymeryzatsii α -etylakroleinu. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnolohii.* 2008. N3. S. 66-69 .
 57. **Kostiv I.S., Marshalok H.O., Yatchyshyn Y.Y., Poliuzhyn I.P.** Analitychnyi kontrol protsesiv oderzhannia alkiltsykloheksenkarboksylativ metodom hazoridynnoi khromatohrafi - *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2014. N787. S. 23-30 .
 58. **Chverenchuk A.I., Solokha I.V., Pona M.H., Poliuzhyn I.P., Chernukha A.M.** Oderzhannia z hlynystykh materialiv hranulovanoho tseolitokeramichnoho adsorbentu typu 13X ta yoho vykorystannia v hazovii khromatohrafi. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia.* 2015. N812. S. 83-94 .

59. **Polyuzhyn I.P., Marshalok O.I., Vytrykush N.M., Marshalok G.O.** Generalization of gas-chromatographic retention times for cyclization products of acrylates with aldehydes and 2,3-dimethylbuta-1,3-diene. Proceedings of the 15th Ukrainian-Polish Symposium on Theoretical and Experimental Studies of Interfacial Phenomena and their Technological Application simultaneously with 2-nd NANOBIOIMAT Conference: Nanostructured, Biocompatible, Bioactive Materials. Lviv: September 12-15 2016. P. 125.
60. **Ivashkiv Ostap, Kubica Pavel, Polyugyn Igor, Namiesnik Jacek, Shyshchak Olena, Bratyshak Michael.** RP-HPLC with detection by means of ESI-MS and UV for identification of chromatographic peaks of some hydroxyl derivatives of epoxy resin. *Chemistry and Chemical Technology*. 2016. 10(2). P. 141-149.
61. **Smirnova O.Ya., Poliuzhyn I.P., Yatchyshyn Y.Y.** Zalezhnosti mizh strukturoiu aminokyslotnykh pokhidnykh 3-khlor-1,4-naftokhinonu ta yikh utrymuvanniam v umovakh priamofazovoi tonkosharovoi khromatohrafii. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnolohii*. 2018. N 4 S. 59–68 .
62. **Protsyk Ya.M., Poliuzhyn I.P., Avdoseva I.K.** Vyznache. nnia karvakrolu u kormovii dobavtsi Acid Platan Liquid metodom nasadkovoii hazo-ridynnoi khromatohrafii. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2018. 19 (1). S. 311-320 .
63. **Bidnychenko Yu.I.** Suchasni metody sudovo-khimichnoho doslidzhennia otruien blidoiu pohankoiu. Zbirnyk naukovykh prats. Vypusk dev'iatyi. Prysviachuietsia 95-richchiu vid Dnia narodzhennia profesora V.P. Kramarenko. 2011. S.48-57 .
64. **Bidnychenko Yu.I.** Doslidzhennia hrybnykh toksyniv za dopomohoiu khromatohrafii v tonkomu shari sorbentu. *Ukrainskyi sudovo-medychnyi visnyk*. 1998. N1. S. 26-28.
65. **Bidnychenko Yu.I.** Vyznachennia hrybnykh toksyniv za dopomohoiu dysk-elektroforezu. *Farmatsevychnyi zhurnal*. 1999. N4. S. 67-68 .
66. **Bidnychenko Yu.** Detecting Mushroom Peptide Toxins in Body Fluids by Capillary Electrophoresis. *LCGC*. 2001. 19. 9 . P. 1000-1002.
67. **Bidnychenko Yu.I.** Zastosuvannia hel-khromatohrafii dlia rozdilennia toksyniv-petydiv hrybiv rodu mukhomor. *Farmatsevychnyi zhurnal*. 2000. N6. S. 63-65.
68. **Bidnychenko Yu.** HPLC determination of mushroom peptide toxins in forensic–chemical examination. *American Laboratory*. 2000. No. 4. P. 14.
69. **Osypchuk L.I., Halkevych I.I., Kuzmytska A.Ie.** (). Ekspres-metodyky identyfikatsii sydenafilu v sudovo-khimichnii praktytsi. Zbirnyk naukovykh prats. Vypusk dev'iatyi. Prysviachuietsia 95-richchiu vid Dnia narodzhennia profesora V.P. Kramarenko. 2011. S. 188-192.
70. **Fedushchak N.K., Ohorilko M.V., Kramarenko S.Iu.** Vykorystannia metodu ekskluziinoi khromatohrafii dlia dodatkovoi ochystky antykoahulianta nepriamoii dii fenilinu, vydilenooho iz biolohichnykh ridyn. Zbirnyk naukovykh prats. Vypusk dev'iatyi. Prysviachuietsia 95-richchiu vid Dnia narodzhennia profesora V.P. Kramarenko. 2011. S. 240-245.
71. **Honchar N.V., Halkevych I.I., Poliak O.B.** Zastosuvannia metodu khromatohrafii v tonkomu shari sorbentu dlia identyfikatsii tianeptynu. *Farmatsevychnyi chasopys*. 2007. No 3. S. 37-38.
72. **Kramarenko S.Yu., Halkevych I.I.** (2011). Identyfikatsiia ta kilkisne vyznachennia meloksykamu ta piroksykamu metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafii. *Aktual. pytannia farmatsevt. i med. nauky ta praktyky*. N1. S. 93-95.
73. **Halkevych, I., Ivanauskas, L., Bidnychenko, Y., Barsteigiene, Z.** High Performance Liquid Chromatographic Determination of Bupropion Using H-Clinoptilolite as a Sorbent for Plasma and Urine Purification. *Chemistry & Chemical Technology*. 2015. 9(2). P. 245-249. doi:10.23939/chcht09.02.245
74. **Trush H.S., Halkevych I.I.** Vyznachennia rysperydonu v biolohichnomu materiali metodom ultraefektyvnoi ridynnoi khromatohrafii. *Farmatsevychnyi chasopys*. 2016. No 3 S. 22-25 doi:10.11603/2312-0967.2016.3.6828

75. **Osypchuk Liudmila, Halkevych Iryna, Davydovych Sophia, Bidnychenko Yuriy** Validation of an HPLC-MS method for the determination of vardenafil in rat urine. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2019. 9(8). P. 79-85. doi:10.7324/japs.2019.90811
76. **Davydovych Sophia, Halkevych Iryna, Korobova Olha, Humenyuk Svitlana**. Solid-phase extraction for RP-HPLC/UV determination of ziprasidone at presence its main metabolite in urine. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2017. 7(5). P. 1-6.. doi:10.7324/japs.2017.70501
77. **Davydovych S., Halkevych I., Tarnavska J.** Determination of sertindole in biological material by gas chromatography-mass spectrometry. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. 2 (6). P. 26-32. doi:10.15587/2519-4852.2017.99971.
78. **Darmograi N., Galkevych I. ()**. Determination of agomelatine in urine in the presence of metabolites by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). *ScienceRise: Pharmaceutical Science* 2017. 2 (6). P. 14-21. doi:10.15587/2519-4852.2017.97922
79. **Metodychni vkazivky po kilkisnomu vyznachenni karotynoidiv kantaksantynu i apoesteru u zrazkakh yaiets ta miasa ptytsi metodom VERKh. DNDKI vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok. Lviv. 2011.**
80. **Petrukh L.I., Tkachenko V.I., Kovalenko M.M., Humeniuk S.L.** Spektroskopichni ta ridynno-khromatografichni kontrol yakosti flurenizydu i flurenizyd–natriiu. Zbirnyk naukovykh prats. Vypusk dev'iatyi. Prysviachuietsia 95-richchiiu vid Dnia narodzhennia profesora V.P. Kramarenko, 2011. S. 200-204.
81. **Yanovych D.V., Zasadna Z.S., Rydchuk M.V., Fediakova O.I., Kislova S.M.** Zastosuvannia metodu VERKh-MS/MS dlia odnochasnoho kilkisnoho vyznachennia metabolitiv nitrofuraniu u zrazkakh medu. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2017. Vyp. 18. N1. S. 291-300.
82. **Yanovych D.V., Fediakova O. I., Rydchuk M.V., Zasadna Z.S., Kislova S.M., Plotytsia S.I.** Porivnialnyi analiz zastosuvannia metodiv skryninhu ta pidtverdzhennia dlia vyznachennia metronidazolu u zrazkakh medu. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2018. Vyp. 19. N1. S. 326-333.
83. **Rydchuk M.V., Plotytsia S.I., Yanovych D.V., Zasadna Z.S., Zaiarniuk A.M., Pazderska O.M.** Zastosuvannia novoho UERKh-MS/MS multymetodu vyznachennia zalyshkovykh kilkosti antimikrobnykh preparativ dlia kontroliu bezpeky medu. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2019. Vyp. 20. N2. S. 375-389.
84. **Yanovych D.V., Zasadna Z.S., Rydchuk M.V., Plotytsia S.I., Zaiarniuk A.M.** Rozrobka metodu vyznachennia zalyshkiv enramitsynu u zrazkakh miasa ptytsi z vykorystanniam ultraefektyvnoi ridynnoi khromatohrafii z tandem-mas-spektrometrychnym detektuvanniam. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2019. Vyp. 20. N1. S. 191-200
85. **Fediakova O.I., Biront N.V., Kurylo M.R.** Rozrobka metodyky vyznachennia zalyshkovykh kilkosti ketoprofenu u syrovattsi krovi tvaryn. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2019. Vyp. 20. N1. S. 185-190.
86. **Ostapiv R.D., Tkachenko V.I.** Optyimizatsiia umov ridynno-khromatohrafichnoho rozdilennia aminokyslot iz deryvatyzatsiieiu pered kolonkoiu 1-fluor-2,4-dynitrobenzenom. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetrynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*. 2018. Vyp. 19. N2. S. 298-304.
87. **Biront N.V., Melikian S.M., Mysko H.L., Shymko M.V., Pazderska O.M., Yanovych D.V.** Validatsiia metodyky kilkisnoho vyznachennia fipronilu v substantsii. *Naukovo-tekhnichnyi*

- biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn.* 2018. Vyp. 19. N1. S. 302-310.
88. **Dovzhanytsia T.Iu., Korobova O.V., Bereziuk M.I.** Rozrobka ta validatsiia metodyky kilkisnoho vyznachennia propilenhlikoliu v kormovykh dobavkakh na osnovi oksydu kremniiu metodom hazovoi khromatohrafi. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn.* 2017.Vyp. 18. N2. S. 462-471
89. **Vasylechko, V.O., Lebedynets, L.O., Gryshchouk, G.V., Leboda, R., Skubiszewska-Zięba, J.** Badania nad przydatnością zakarpaciego klinoptylolitu do adsorbcji chloroformu z roztworów wodnych. *Ochrona Środowiska.* 1998. No 3. P. 27-30.
90. **Patsai I., Dubovykh L.** Elektronnyi samopysets na osnovi mikroskhemy AD7714 dlia reiestratsii khromatohram. - *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia khimichna.* 2014. Vypusk 54. S. 260–265.
91. **Maslovska O.D., Hnatush S.O., Halushka A.A.** Zminy zhyrnokyslotnoho skladu klityn *Desulfuromonas acetoxidans* IMB B-7384 za vplyvu ferum tsytratu. *Biolohichni studii.* 2014. 8 (3-4). S. 87-98
92. **Segin T., Hnatush S., Maslovska O., Vasyliiv O.** Changes of Fatty Acid Composition of *Chlorobium limicola* IMV K-8 Cells under the Influence of Copper (II) Sulfate. *Microbiological Journal.* 2018. 80 (3). P. 40-52.
93. **Seniuta T.B., Starchevskiy M.K., Pazderskiy Yu.A., Popova V.I.** Hazokhromatorhafichne vyznachennia murashynoi kysloty. *Farmatsevtichnyi zhurnal.* 1985. N4. S. 12-15
94. **Saprykin, Yu.A., Holovko, B.M., Pazderskiy, Yu.A., Zorin, A.D.** (1986). Khromatohraficheskoe opredeleniye uhleroda v khloridakh kremniya s ispolzovaniyem vysokochastotnoho emissionnoho detektora. *Zhurnal analiticheskoi khimii.* 1985. 41(12). S. 2210-2214.

¹Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів

²Державна установа "Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України", м. Київ

Надійшло до редакції 02 вересня 2021 р.