

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0524U000098

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-03-2024

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Черенок Сергій Олексійович

2. Serhii O. Cherenok

Кваліфікація: к. х. н., с.д.

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Шифр наукової спеціальності: 02.00.03

Назва наукової спеціальності: Органічна хімія

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 26-04-2024

Спеціальність за освітою: хімічна технологія органічних речовин

Місце роботи здобувача: Інститут органічної хімії Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417325

Місцезнаходження: вул. Академіка Кухаря, буд. 5, Київ, 02094, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

III. Відомості про дисертацію

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.217.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут органічної хімії Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417325

Місцезнаходження: вул. Академіка Кухаря, буд. 5, Київ, 02094, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут органічної хімії Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417325

Місцезнаходження: вул. Академіка Кухаря, буд. 5, Київ, 02094, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 61.59.33

Тема дисертації:

1. Каліксаренфосфонові кислоти. Синтез, стереохімія та властивості
2. Calixarenephosphonic acids. Synthesis, structure and properties.

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці препаративних методів функціоналізації верхнього вінця калікс[4]аренів та тіакалікс[4]аренів фрагментами гідроксиметилфосфонових, метиленбісфосфонових, p-кетифосфонових та гідроксиметилен-бісфосфонових кислот, дослідженню структури, здатності до комплексоутворення та біологічної активності отриманих сполук. Реакціями моноформіл- та диформілпропоксикаліксаренів із триалкілфосфітами за наявності безводного хлороводню, натрієвими солями діалкілфосфітів, силіловими естерами кислот тривалентного фосфору отримано алкілові та силілові естери відповідних ди-, три- та тетрапропоксикаліксарен-гідроксиметилфосфонових кислот з

препаративними виходами. Встановлено залежність стереохімічного результату реакцій фосфорилування від ступеня алкілювання нижнього вінця диформілкаліксаренів. На основі отриманих естерів синтезовані відповідні каліксарен-гідроксиметилфосфонові кислоти. Реакцією тетрагідроксиформіл(тіа)каліксаренів та діалкоксиформіл-(тіа)каліксаренів із надлишком натрієвих солей діалкілфосфітів були синтезовані алкілові естери відповідних (тіа)каліксарен-метиленбісфосфонових кислот. Встановлено, що реакція протікає через стадії утворення каліксарен-гідроксиметилфосфонатів та фосфорильованих хінонметидів. Реакцією отриманих сполук з бромотриметилсиланом та метанолом синтезовані каліксарени та тіакаліксарени, які містять на верхньому вінці макроциклу один, два та чотири фрагменти метиленбісфосфонових кислот. Взаємодією хлорангідридів діалкокси- та тетраалкоксикаліксарен-карбонових кислот із триалкілфосфітами отримані естери каліксарен- ρ -кетофосфонових кислот та досліджена їхня будова структура в розчинах і кристалічному стані. Послідовною взаємодією утворених кетофосфонатів із бромотриметилсиланом та метанолом синтезовані каліксарен- ρ -кетофосфонові кислоти. Розроблено препаративний одnoreакторний метод введення на верхній вінець каліксаренів фрагментів гідроксиметиленбісфосфонових кислот, який полягає в послідовній обробці каліксарен-ацилхлоридів трис(триметилсиліл)фосфітом та метанолом. Розроблено препаративні методи регіоселективного алкілювання алкілових естерів тетрагідроксикаліксарен-фосфонових кислот спиртами в умовах реакції Міцунобу. Це дало змогу отримати отримано біфункціональні каліксарени з рецепторними угрупованнями фосфонових кислот на верхньому вінці, здатними зв'язувати амінокислоти, та 3 (метилтіо)пропокси групами на нижньому вінці, здатними до адгезії до золотої поверхні мікрочипів кондуктометричних сенсорів. Розроблено препаративні методи введення на верхній вінець тетрапропоксикаліксарену електронодефіцитних пентафторофенільних та паратрет-бутилтетрафторофенільних фрагментів, здатних до утворення сендвічевих комплексів з аніонами та електронозбагаченими ароматичними молекулами. На їх основі отримані поліфтороарильні похідні каліксарен-дифосфонові та каліксарен-біс-гідроксиметилфосфонові кислоти. Методом ОФ ВЕРХ визначено константи стійкості комплексів каліксарен-гідроксиметилфосфонових та каліксарен-метиленбісфосфонових кислот з амінокислотами різної природи у водному розчині. На основі ди((3 метилтіа)пропокси)каліксарен-метиленбісфосфонові кислоти створено та досліджено кондуктометричний сенсор для виявлення аргініну у водних розчинах. Методом ОФ ВЕРХ встановлено, що каліксарен-тетракіс-метиленбісфосфорова кислота ефективно зв'язує тетрапептид Gly-Pro-Arg-Pro, задіяний у процесі полімеризації фібрину. Медико-біологічні дослідження синтезованих каліксаренфосфонових кислот засвідчили їхню низьку токсичність і різнопланову біологічну активність: каліксарен- та тіакаліксарен-тетракіс-метиленбісфосфонові кислоти є ефективними інгібіторами полімеризації фібрину; каліксарен-метиленбісфосфорова кислота та каліксарен-біс-гідроксиметилфосфорова кислота є потужними та селективними інгібіторами Na^+, K^+ -АТФ-азної помпи гладеньком'язових клітин; каліксарен- ρ -кетофосфонові, каліксарен-метиленбісфосфонові та каліксарен-гідроксиметилфосфонові кислоти є ефективними інгібіторами протеїнтирозинфосфатаз та глутатіон S-трансфераз. Міцели амфіфільних каліксарен-гідроксиметилен-бісфосфонових кислот утворюють супрамолекулярні комплекси з флуоресцентно міченими полілізином та нуклеокапсидом ВІЛ-1 і переносять їх крізь біологічні мембрани.

2. The dissertation focuses on the development of preparative methods of functionalization of the upper rim of calix[4]arenes and thiacalix[4]arenes with fragments of hydroxymethylphosphonic, methylenebisphosphonic, ρ -ketophosphonic and hydroxymethylene-bisphosphonic acids, study of the structure, complex-formation properties and biological activity of the obtained compounds. A preparative methods for the synthesis of formylcalixarenes – building blocks for phosphorylation – have been developed. They have a different number and position of reactive aldehyde groups on the upper rim of the macrocycle, and a different number, position and length of alkyl groups on the lower rim. Reactions of monoformyl and diformylcalixarenes with trialkylphosphites in the presence of anhydrous hydrogen chloride, sodium salts of dialkylphosphites, and silyl esters of trivalent phosphorus acids afforded alkyl and silyl esters of the corresponding di-, tri-, and tetrapropoxycalixarene-hydroxymethylphosphonic acids with preparative yields. The degree of alkylation of the lower rim of diformylcalixarenes was found to affect significantly the stereochemical result of phosphorylation reactions.

Respective calixarene-hydroxymethylphosphonic acids were synthesized from of the obtained esters. Alkyl esters of (thia)calixarene-methylenebisphosphonic acids were synthesized by reaction of tetrahydroxyformyl(thia)calixarenes and dialkoxyformyl-(thia)calixarenes with large excesses of sodium salts of dialkylphosphites. It was established that the reaction proceeds through the stages of formation of calixarene-hydroxymethylphosphonates and phosphorylated quinonemethides. (Thia)calixarenes containing one, two, and four fragments of methylenebisphosphonic acids on the upper rim of the macrocycle were obtained via treatment of the obtained compounds with bromotrimethylsilane and methanol. Esters of calixarene- α -ketophosphonic acids were obtained by reaction of chloride anhydrides of di- and tetra-alkylcalixarene carboxylic acids with trialkylphosphites. Their structure in solutions and in the crystalline state was determined. Calixarene- α -ketophosphonic acids were synthesized by sequential treatment of the calixarene ketophosphonates with bromotrimethylsilane and methanol. A preparative one-pot method for introducing fragments of hydroxymethylene-bisphosphonic acids to the upper rim of calixarenes has been developed. It is based on the sequential treatment of calixarene acyl chlorides with tris(trimethylsilyl) phosphite and wet methanol. Preparative methods of regioselective alkylation of alkyl esters of tetrahydroxy-calixarene-phosphonic acids with alcohols under the Mitsunobu reaction conditions were developed. As a result, bifunctional calixarenes with receptor groups of phosphonic acids on the upper rim, capable of binding amino acids, and 3 (methylthio)propoxy groups on the lower rim, capable of adhesion on the gold surface of microchips of conductometric sensors were obtained. Preparative methods of introducing electron-deficient pentafluorophenyl and para-tert-butyltetrafluorophenyl fragments onto the upper rim of the cone-shaped tetrapropoxycalixarene have been developed. These fragments are capable of forming sandwich complexes with anions and electron-rich aromatic molecules. Polyfluoroaryl derivatives of calixarene-diphosphonic acid and calixarene-bishydroxymethylphosphonic acid were further obtained. Stability constants of complexes of bis((3-methylthio)propoxy)calixarene-methylenebisphosphonic acid with seventeen amino acids of different nature in aqueous solution were determined by using HPLC. A conductometric sensor for the determination of arginine in aqueous solutions was created by applying the synthesized acid to the gold surface of a microchip. Using the HPLC method, it was found that calixarene-tetrakis-methylene-bisphosphonic acid effectively binds the tetrapeptide Gly-Pro-Arg-Pro, which is involved in the process of fibrin polymerization. It was shown that calixarene and thiacalixarene-tetrakis-methylenebisphosphonic acids are effective inhibitors of fibrin polymerization and can be used as basic structures for the development of a new class of antithrombotic agents. Medical and biological studies of synthesized calixarene-phosphonic acids proved their low toxicity and diverse biological activity: calixarene-methylenebisphosphonic acid and calixarene-di-hydroxymethylphosphonic acid are potent and selective inhibitors of the Na⁺,K⁺-ATPase pump of smooth muscle cells; calixarene- α -ketophosphonic, calixarene-methylenebisphosphonic and calixarene-hydroxymethylphosphonic acids are effective inhibitors of protein tyrosine phosphatases and glutathione S-transferases. Micelles of amphiphilic calixarene-hydroxymethylenebisphosphonic acids form supramolecular complexes with fluorescent-labeled polylysine and HIV-1 nucleocapsid and transport them through biological membranes.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Vovk A., Kalchenko V., Muzychka O., Tanchuk V., Muravyova I., Shivanyuk A., Cherenok S. Kukhar V. Calixarene Methylenebisphosphonic Acids: Alkaline Phosphatase Inhibition and Docking Studies. *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.* – 2008. – V. 183 (2-3). – P. 625–626; DOI: 10.1080/10426500701793311
- 2. Cherenok S., Kalchenko V. Phosphorus-containing calixarenes (review). *Top. Heterocycl. Chem.* – 2009. – Vol. 20. – P. 229–273; DOI: 10.1007/7081_2008_12;
- 3. Атамась Л.І., Бойко В.І., Драпайло А.Б., Єсипенко О.А., Кальченко О.І., Клячина М.А., Матвеев Ю.І., Мірошніченко С.І., Родік Р.В., Черенок С.О., Кальченко В.І. Супрамолекулярна хімія каліксаренів (огляд). *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2009. – Т. 7 (2). – С. 28–36.
- 4. Kalchenko O.I., Cherenok S.O., Solovyov A.V., Kalchenko V.I. Influence of Calixarenes on Chromatographic Separation of Benzene or Uracil Derivatives. *Chromatographia.* – 2009. – Vol. 70 (5-6). – P. 717–721; DOI: 10.1365/s10337-009-1229-2;
- 5. Vovk A.I., Kononets L.A., Tanchuk V.Yu., Cherenok S.O., Drapailo A.B., Kalchenko V.I., Kukhar V.P. Inhibition of Yersinia protein tyrosine phosphatase by phosphonate derivatives of calixarenes. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* – 2010. – Vol. 20. – P. 483–487; DOI: 10.1016/j.bmcl.2009.11.126;
- 6. Solovyov A.V., Cherenok S.O., Kalchenko O.I., Atamas L.I., Kazantseva Z.I., Koshets I.A., Tsymbal I.F., Kalchenko V.I. Synthesis and complexation of amphiphilic calix[4]arene phosphonates with organic molecules in solutions and Langmuir-Blodgett films. *J. Mol. Liq.* – 2011. – V. 159 (2). – P. 117–123; DOI: 10.1016/j.bmcl.2009.11.126;
- 7. Cherenok S.O., Yuschenko O.A., Gritsenko P.G., Lugovskoy E.V., Koshel T.A., Chernishov V.I., Koliesnik I.O., Kalchenko O.I., Komisarenko S.V., Kalchenko V.I. Synthesis of calixarene methylenebisphosphonic acids and their influence on fibrin polymerization. *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.* – 2011. – V. 186, No. 4. – P. 964–965; DOI: 10.1080/10426507.2010.521212;
- 8. Lugovskoy E.V., Gritsenko P.G., Koshel T.A., Koliesnik I.O., Cherenok S.O., Kalchenko O.I., Kalchenko V.I., Komisarenko S.V. Calix[4]arene methylenebisphosphonic acids as inhibitors of fibrin polymerization. *FEBS J.* – 2011. – V. 278. – P. 1244 – 1251; DOI: 10.1111/j.1742-4658.2011.08045.x.
- 9. Cherenok S.O., Yushchenko O.A., Tanchuk V.Yu., Mischenko I.M., Samus N.V., Ruban O.V., Matvieiev Yu.I., Karpenko Yu.A., Kukhar V.P., Vovk A.I., Kalchenko V.I. Calix[4]arene-*p*-hydroxyphosphonic acids. Synthesis, stereochemistry and inhibition of glutathione S-transferase. *Arkivoc.* – 2012. – V. 4. – P. 278–298; DOI: 10.3998/ark.5550190.0013.421;
- 10. Kalchenko O., Cherenok S., Yushchenko O., Kalchenko V. Complexation of calix[4]arene hydroxymethylphosphonic acids with amino acids. Binding constants determination of the complexes by HPLC method. *J. Inclusion Phenom. Macrocyclic Chem.* – 2013. – V. 76 (2). – P. 29–36; DOI: 10.1007/s10847-012-0169-x;
- 11. Kalchenko V.I., Cherenok S.O., Kosterin S.O., Lugovskoy E.V., Komisarenko S.V., Vovk A.I., Tanchuk N.Y., Kononets L.A., Kukhar V.P. Calixarene Phosphonous Acids; Synthesis and Biological Activity. *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.* – 2013. – V.188 (1-3). – P. 232–237; DOI: 10.1080/10426507.2012.743147;
- 12. Ruban A.V., Rozhenko A.B., Pirozhenko V.V., Shishkina S.V., Shishkin O.V., Cherenok S.O., Kalchenko V.I. Perfluorophenylcalix[4]arenes: perspective hosts for nucleophilic guests. Synthesis, structure and quantum chemical calculations. *Tetrahedron Lett.* – 2013. – V. 54 (27). – P. 3496–3499; DOI: 10.1016/j.tetlet.2013.04.083;
- 13. Trush V.V., Cherenok S.O., Tanchuk V.Yu., Kukhar V.P., Kalchenko V.I., Vovk A.I. Calix[4]arene methylenebisphosphonic acids as inhibitors of protein tyrosine phosphatase 1B. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* – 2013. – V. 23 (20). – P. 5619–5623; DOI: 10.1016/j.bmcl.2013.08.040;
- 14. Kalchenko O.I., Cherenok S.O., Kalchenko V.I., Solovyov A.V., Gorbachuk V.V. The study of the complexation of 5,17-bis-(*N*-tolyliminomethyl)-25,27-dipropoxy-calix[4]arene with benzoic acids by RP HPLC and molecular modeling methods. *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2013. – Т. 11 (3). – С. 3–8; DOI: 10.24959/ophcj.13.752;
- 15. Shatursky O.Ya., Kasatkina L.A., Rodik R.V., Cherenok S.O., Shkrabak A.A., Veklich T.O., Borisova T.A., Kosterin S.O., Kalchenko V.I. Anion carrier formation by calix[4]arene-bis-hydroxymethylphosphonic acid in

bilayer membranes. *Org. Biomol. Chem.* – 2014. – V. 12(48). – P. 9811-9821; DOI: 10.1039/c4ob01886a;

- 16. Trush V.V., Tanchuk V.Y., Cherenok S.O., Kalchenko V.I., Vovk A.I. Calix[4]arene α -hydroxymethylphosphonic acids as potential inhibitors of protein tyrosine phosphatases. *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2014. – Т. 12 (1). – С. 39-42; DOI: 10.24959/ophcj.14.782;
- 17. Komisarenko S.V., Kosterin S.O., Lugovskoy E.V., Cherenok S.O., Tanchuk V.Yu., Vovk A.I., Kalchenko V.I. Synthesis and characterization of calixarene methylene bisphosphonic acids as effectors of biochemical processes. In Book: "LIGANDS: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ROLE IN BIOTECHNOLOGY". – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2014. – 295 p. – Chapter 3. – P. 67-116.
- 18. Комисаренко С.В., Кальченко В.И., Костерин С.А., Луговской Э.В., Лабинцева Р.Д., Черенок С.О., Бевза А.В. Каликс[4]аренметилен-бисфосфоновые кислоты – перспективные наноэффекторы биохимических процессов. В книге «Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине» /Редкол.: А.Г.Наумовец (глав. ред.); НАН Украины. – Киев: Академперіодика, 2014. – 768 с. – Глава 5 «Нанобиотехнологии». – P. 455-473.
- 19. Kalchenko O., Cherenok S., Rodik R., Mely Y., Kalchenko V. Complexation of calixarene hydroxymethylphosphonic acid with tryptophan and N-acetyltryptophan amide. *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2014. – Т. 12 (2). – С. 21-26; DOI:10.24959/ophcj.14.796;
- 20. Kalchenko O.I., Cherenok S.O., Savonik L.M., Solovyov A.V., Gorbachuk V.V., Kalchenko V.I. Investigation of the sorption of calix[4]arene and calix[4]resorcinarene tetraalkyl derivatives with the LiChrosorb RP 18 surface by RP HPLC and computer modeling methods. *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2014. – Т. 12 (3) – P. 17-22; DOI:10.24959/ophcj.14.799;
- 21. Kalchenko O., Cherenok S., Kalchenko V. Complexation of Calix[4]arene bis-Hydroxymethylenediphosphonic Acid with Amino acids. Binding Constants Determination by RP HPLC Method. *Fr.-Ukr. J. Chem.* – 2015. – V. 3(2). – P. 93-100; DOI: 10.17721/fujcV3I2P93-100; (фахове видання).
- 22. Kalchenko, O.; Cherenok, S.; Drapailo, A.; Kharchenko, S.; Kalchenko, V. Complexation of (thia)calix[4]arene phosphonic acids with amino acids and peptidyls. Binding constants determination of the complexes by RP HPLC method. In book: *Modern Directions in Chemistry, Biology, Pharmacy and Biotechnology* / editor in chief Volodymyr Novikov. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2015, 256 p. – P. 20-31
- 23. Trush V.V., Cherenok S.O., Tanchuk V.Yu., Kalchenko V.I., Vovk A.I. Evaluation of inhibition of protein tyrosine phosphatase 1B by calixarene-based α -ketophosphonic acids. *Chem. Biol. Lett.* – 2015. – Vol. 2 (1). – P. 1-5; DOI: <http://www.pubs.iscience.in/journal/index.php/cbl/article/view/253>;
- 24. Kalchenko O.I., Cherenok S.O., Solovyov A.V., Gorbachuk V.V., Suikov S.Yu., Kalchenko V.I. The Study of the Complexation of Calix[4]arene and Calix[4]resorcinarene with Resin Acids by RP HPLC Method. Binding Constants Determination. *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2016. – Т. 14 (2). – P. 41-46; DOI: 10.24959/ophcj.16.884;
- 25. Kalchenko O.I., Cherenok S.O., Solovyov A.V., Suikov S.Yu., Kalchenko V.I. The study of calixarenes complexation with phenols by RP HPLC. *Журнал Органічної та Фармацевтичної Хімії.* – 2017. – Т. 15 (1). – С. 45-51; DOI: 10.24959/ophcj.17.910;
- 26. Kalchenko O., Cherenok S., Suikov S., Kalchenko V. Study of Calixarene Complexation with Biologically Active Carboxylic Acids by RP HPLC Method. *Fr.-Ukr. J. Chem.* – 2017. – V. 05 (2). – P. 49-55; DOI: 10.17721/fujcV5I2P49-55;
- 27. Rodik R, Cherenok S., Kalchenko O., Yesypenko O., Lipkowski J., Kalchenko V. Functional Calixarenes for Material and Life Science. *Curr. Org. Chem.* – 2018. – Vol. 22. – P. 2196-2218;
- 28. Soldatkin O., Marchenko S., Soldatkina O. Cherenok S., Kalchenko O., Prynova O., Silenko O., Kalchenko V., Dzyadevych S. Conductometric sensor with calixarene based chemosensitive element for the arginine detection. *Chem. Pap.* – 2018. – V. 72 (11). – P. 2687-2697; DOI: 10.1007/s11696-018-0515-6;
- 29. Cherenok S., Soldatkin O., Marchenko S., Soldatkina O., Kalchenko O., Prynova O., Silenko O., Dzyadevych S., Kalchenko V. 3-Methylsulfidopropoxycalixarene methylenebisphosphonic acid for aminoacids

chemosensor. Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem. – 2019. – V.194 (4-6). – P. 382-383; DOI: 10.1080/10426507.2018.1550491;

- 30. Кальченко., В.І.; Єсипенко, О.А.; Кальченко, О.І.; Черенок, С.О.; Бойко. В.І. Хіральні каліксарени. В книзі: Стратегія синтезу і біоактивність органічних молекул. Київ: Інтерсервіс, 2019. – С. 143-196.
- 31. Selihova A., Cherenok S., Kalchenko O., Kalchenko V. Tetrahydroxycalixarene methylenebisphosphonic acids: synthesis, stereochemistry, and aminoacids complexations. Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem. – 2022. – V.197 (5-6). – P.526-5528; DOI: 10.1080/10426507.2021.2011875;
- 32. Kalchenko O., Cherenok S., Silenko O., Kalchenko V. Influence of the nature of amino acids on the formation of supramolecular complexes with calixarene-methylene(bis)phosphonic acid. Theoretical and Experimental Chemistry. – 2022. – V.58 (4).–P.254-260; DOI: 10.1007/s11237-022-09742-5;
- 33. Kobzar O., Shulha Y., Buldenko V., Cherenok S., Silenko O., Kalchenko V., Vovk A. Inhibition of glutathione S-transferases by photoactive calix[4]arene *p*-ketophosphonic acids. Bioorg. Med. Chem. Lett. – 2022. – V.77. – P.1-7; DOI: 10.1016/j.bmcl.2022.129019;
- 34. Rodik R.V., Cherenok S.O., Postupalenko V.Y., Oncul S., Brusianska V., Borysko P., Kalchenko V.I., Mely Y., Klymchenko A.S. Anionic Amphiphilic Calixarenes for Peptide Assembly and Delivery. J. Colloid Interface Sci. – 2022. –V. 624. – P. 270-278; DOI: 10.1016/j.jcis.2022.05.124;

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0106U000007, 0112U000015, 0115U004723, 0112U000015

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чебанов Валентин Анатолійович

2. Valentin A. Chebanov

Кваліфікація: д. х. н., чл-кор. НАНУ, професор

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державна наукова установа Науково-технологічний комплекс "Інститут монокристалів" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23759880

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Броварець Володимир Сергійович

2. Volodymyr S. Brovarets

Кваліфікація: д.х.н., професор

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В. П. Кухаря
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03563790

Місцезнаходження: вул. Академіка Кухаря, буд. 1, Київ, 02094, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пивоваренко Василь Георгійович

2. Vasyl G. Pivovarenko

Кваліфікація: д.х.н., професор

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса
Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Кальченко Віталій Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Рассукана Юлія Вікторівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кулініч А.В.

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна