Ministry of Education and Science of Ukraine
Lviv Polytechnic National University

Book of Abstract

International Scientific Online Conference "Modern Advances in Organic Synthesis, Polymer Chemistry and Food Additives" in honor of Prof. Stanislav Voronov, dedicated to the 80th anniversary of birth

Lviv, Ukraine
December 7-8 2021

Prof. Stanislav Voronov was a prominent figure, an outstanding scientist and educator, author of numerous scientific articles, books and publications in the fields of organic chemistry, polymer chemistry, chemistry and technology of food additives and food toxicology. The conference, first of all, aims to unite numerous scientists, colleagues and students of Prof. Stanislav Voronov to exchange of experience, establish close relations, develop cooperation in scientific and educational activities.

УСНІ ДОПОВІДІ / ORAL PRESENTATIONS	
07.12.2021 р	
10.00-10.10	Відкриття конференції. Вступне слово ректора Національного університету "Львівська політехніка" **проф. Бобала Ю.Я.** Opening of the conference. Rector of Lviv Polytechnic National University **Prof. Yurii Bobalo**
10.10-11.00	**Дончак В.А.**, Ріпак Л.М. Станіслав Андрійович Воронов - Людина, Учитель, Учений
Хімія високомолекулярних сполук / Chemistry of macromolecular compounds Головуючий – д.х.н. Гевусь О.І. / Chair – Orest Hevus	
11.00-11.20 (10.00-10.20 CET)	**Andrij Pich** (*Aachen University, Aachen, Germany*) Xin Li, Haitao Sun, Helin Li, Chaolei Hu, Yu Luo, Xiangyang Shi Multifunctional nanogels for theranostic applications
11.20-11.40	**Zaichenko A** (*Lviv National Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*) Mitina N., Harhay Kh., Volianiuk K., Izhyk O., Hevus O. Molecular design of amphiphilic polymers and supramolecular assemblies based on them in the volume and surfaces
11.40-12.00	**Опейда Й.О.** (*Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАНУ, Львів, Україна*) Кущ О.В., Супрун В.Я., Шепарович Р.Б., Новохатько А.О. Роль n-гідроксиімідів у радикально-ланцюговій полімеризації та синтезі мономерів
12.00-12.20	**Репета Вячеслав Богданович** (*Українська академія друкарства, м. Львів, Україна*) Шибанов Володимир Вікторович, Кукура Тетяна Юріївна Фотополімеризаційноздатний адгезив для «холодного» тиснення фольгою на флексографічних відбитках
12.20-12.40	**Бойко Віталій Петрович** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Грищенко Володимир Костянтинович, Валовий Віктор Петрович Пероксид водню як ініціатор в радикальній полімеризації
12.40-13.00	**Bohdan Berezhnyy** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*) Oleksandr Grytsenko, Nataliia Baran Effective composite materials based on polymer hydrogels for vascular prostheses
13.00-13.20 (12.00-12.20)	**Oduola M.K.**(*University of Port Harcourt, Nigeria*) Harry T. F., Joel, O.F., Ademiluyi, F.T. Comparative evaluation of local cassava starches with imported polymers for drilling mud applications
13.20-13.40 (12.20-12.40 CET)	**Vitaliy Datsyuk**(*Schock GmbH., Regen, Germany*) Welcome to the colourful world of Schock
Перерва (13.40-16.00)	
Хімія високомолекулярних сполук / Chemistry of macromolecular compounds Головуючий – д.х.н. Когут А.М. / Chair Ananiy Kohut	
16.00-16.20 (9.00 - 9.20 EST)	**Sergiy Minko** (*University of Georgia, Athens, USA*) Functional polymeric materials for sustainability

16.20-16.40 (9.20-9.40 EST)	**Zoriana Demchuk** (*Coatings and Polymeric Materials Department, North Dakota State University, Fargo, ND, USA*) Oleh Shevchuk, Vasylyna Kirianchuk, Ananiy Kohut, Sanjana Choudhary, Hermella Eshete, Ihor Tarnavchyk, Anne-Sophie Mora, W. S. Jennifer Li, Andriy Voronov, Stanislav Voronov, Sylvain Caillol Sustainable Synthesis of Latex Materials from Renewable Plant Oil-Based Monomers
16.40-17.00 (15.40 - 16.00 CET)	**Anna Musyanovych** (*Fraunhofer Institute for Microengineering and Microsystems IMM, Mainz, Germany*) Continuous synthesis of polymeric and colloidal materials
17.00-17.20 (10 - 10.20 EST)	**Sidorenko, A.** (*University of the Sciences, Philadelphia, USA*) Chawathe, M., Enright, T., Hall, D., Walsh, C. Bio-benign hybrid molecular brushes with chitosan backbone
17.20-17.40 (10.20 – 10.40 EST)	**Igor Luzinov**(*Clemson University, USA*) Surface migration activity of perfluoropolyether-based molecular bottlebrush
17.40 -18.00 (7.40 – 8.00 PST)	**Stuart G. Croll** (*North Dakota State University, Fargo, USA*) Defects formed during crosslinking in polymer coatings
08.12.2021	
Органічна хімія / Organic Chemistry Головуючий – д.х.н. Братичак М.М. / Chair Mykhailo Bratychak	
10.00-10.20	**Yu.G.Shermolovich** (*Institute of Organic Chemistry NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) S.A.Siry,V.M.Ogurok, Ya.S.Borodkin 1,1-Dihydripolyfluoroalkylsulfenyl,- sulfinyl- and sulfonyl chlorides.New types of fluorocontaining sulfur acid chlorides
10.20-10.40	**Pokhodylo N.T.** (*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*) Tupychak M. A., Finiuk N.S., Obushak M.D. New condensed 1,2,3-triazoles and prospects of their use in the discovery of antitumor and antimicrobial agents
10.40-11.00	**Ivanna Subtelna** (*Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine*) Anna Kryshchyshyn, Robert Kralovics, Roman Lesyk New promising anticancer studies of 5-ene-2-arylaminothiazol-4(5h)-ones
11.00-11.20	**Orest Hevus** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*) Vira Lubenets New sulfur-containing sugars derivatives: synthesis and properties
Перерва (11.20-11.40)	
Виробництво харчових продуктів та харчова хімія / Food production and food chemistry Головуючий – к.х.н. Панченко Ю.В. / Chair Yurii Panchenko	
11.40-12.00	**Покотило О.С.** (*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна*) Вихованець Б.О., Покотило О.О., Колихалін О.А. Нові параметри якості води і їх значення для організму
12.00-12.20	**Пташник О.С.** (*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна*) Покотило О. С. Технологія виробництва паляниці української з додаванням нетрадиційних олій

12.20-12.40	**Мінаєва І.В.** (*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, Київ, Україна*) Циганкова В.А., Пільо С.Г., Ключко С.В., Броварець В.С. Розробка нових ефективних регуляторів росту рослин сої (*glycinemax*) на основі синтетичних похідних піримідину
Перерва (12.40-13.00)	
Хімія та технологія харчових добавок і косметичних засобів / Chemistry and technology of food additives and cosmetics Головуючий – к.х.н. Панченко Ю.В. / Chair Yurii Panchenko	
13.00-13.20	**Чигиринець О.Е.** (*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*) Сокольський Г.В., Хрокало Л.А. Особливості освітнього процесу підготовки професіоналів з хімічних технологій косметичних продуктів та харчових добавок
13.20-13.40	**Сокольський Г.В.** (*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*) Чигиринець О.Е., Гаюк Н.В., Ковінчук І.В., Мельник А.В. Діоксид титану: фототоксичність та шляхи її подолання для косметичних застосувань
13.40-14.00	**Vadym Kovalenko** (*Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine*) Valerii Kotok, Anastasiia Borysenko, Olexandra Zima Application of unique properties of layered double hydroxides in the different areas
14.00-14.20	**Василенко К.В.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна*) Ніколенко М.В. Одержання фосфатних харчових добавок
Стендові доповіді / Poster presentations	

Стендові доповіді / Poster presentations	
Органічна хімія / Organic Chemistry	
1.	**V. Chornous** (*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine*) A. Grozav, M. Vovk, Yu. Dmytriv, A. Rudnichenko, N. Kasian, L. Lisetski and I. Gvozdovskyy Synthesis and characterization chiral dopant based on azo-fragment and menthol
2.	**В.В. Анан'єва** (*Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», Харків, Україна*) О.Й. Міхедькіна, І.І. Мельник, О.В. Циганков, В.А. Чебанов β-Хлорвінілальдегіди у багатокомпонентній реакції угі
3.	**Андрійчук Ю.М.** (*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна*) Лявинець О.С. Вивчення механізму антиоксидантної дії комплексів купруму з тіосемікарбазонами ароматичних альдегідів
4.	**Витрикуш Н. М.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Колобич С. В., Полюжин І. П., Ятчишин Й. Й. Димеризація α-алкілакролеїнів за реакцією Дільса-Альдера
5.	**Горак Ю.І.** (*Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна*) Бліндер О. О., Лесюк О. І., Литвин Р. З., Обушак М. Д. Протимікробна і протигрибкова активність амідів 5-арил-2-фуранкарбонових кислот
6.	**Кічура Д. Б.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Субтельний Р. О. Синтез моноестерів на основі сивушної олії
7.	**Кічура Д. Б.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Основні засади синтезу естерів на основі ангідридів дикарбонових кислот
8.	**Костюк Р.Р.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Дібрівний В. М., Горак Ю. І., Обушак М. Д., Собечко І. Б. Термодинамічні властивості 5-(нітрофеніл)-фуран-2-карбонових кислот у конденсованому стані
9.	**Лук'янов О.О.** (*Інститут органічної хімії НАН України, Київ, Україна*) Ткачук В.М., Сукач В.А., Вовк М.В. Органофотокаталітичний метод синтезу 4-амінометил-6-(трифторометил)-2,3-дигідропіримідин-2(1н)-онів
10.	**Северін О.О.** (*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України*) Пільо С.Г., Броварець В.С. Синтез нових 4-ціано-1,3-оксазолів
11.	**Ольга Скрипська** (*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна*) Христина Лещишак, Петро Ягодинець, Юрій Горак, Микола Обушак Синтез похідних ізатину з тіазольним і арилфурановим фрагментами
12.	**Філімончук С.Л.** (*Інститут органічної хімії НАН України, Київ, Україна*) Назаренко К.Г., Костюк. О.М. Метод синтезу 3-(амінометил)-ізотіазолідин-1,1-діоксидів
13.	**Шевченко Д.С.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Собечко І. Б., Горак Ю. І., Обушак М. Д., Дібрівний В. М. Термодинамічні параметри розчинення 5-(2-нітро-4-метилфеніл)- фуран-2-карбальдегіду у органічних розчинниках
14.	**Авдєєнко А.П.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Україна*) Коновалова С.О., Дончак В.А., Панченко Ю.В. Похідні індолу на основі n-заміщених 1,4-хінонімінів

15.	**Orest Hevus** (*Lviv Polytechnic National University, Ukraine*) Kateryna Kuznetsova, Roman Fleychuk, Vira Lubenets Synthesis of new saccharide-containing thiosulfosters which have antimicrobial action
16.	**Кузнецова К.І,** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Флейчук Р.І., Гевусь О.І. Синтез пероксидів на основі дизаміщених 1,3-діоксоланів
17.	**Флейчук Р.І.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Гевусь О.І. Нові мономери на основі n-заміщених циклічних амінопероксидів
Хімія високомолекулярних сполук / Chemistry of macromolecular compounds	
18.	**Koshova E. R.** (*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*) Ovdenko V. M. Synthesis and spectroscopic investigations of styrylpyridines for optoelectronic applications
19.	**Бей І.М.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Будзінська В.Л., Слісенко О.В., Толстов О.Л. Полімерні гідрогелі, наповнені подвійними шаруватими гідроксидами та їх застосування для вилучення барвників йонної природи
20.	**Grigoryeva O.P.** (*Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Fainleib A.M., Starostenko O.M., Shulzhenko D.M., Gavrylyuk N.A., Zolotarenko An.D., Schur D.V., Grande D. Thermostable cyanate ester resin / hexagonal boron nitride nanocomposites
21.	**Grigoryeva O.P.** (*Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Fainleib A.M., Starostenko O.M., Shulzhenko D.M., Gavrylyuk N.A., Zolotarenko An.D., Schur D.V., Grande D. Effect of hexagonal boron nitride nanoparticles on the morphology of thermostable nanocomposites based on cyanate ester resin
22.	**Horokhov I. V.** (*Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine*) Asaulyuk T. S., Lavrik V. M. Study of the structural parameters of polymer nanocomposites filled with titanium dioxide
23.	**Izhyk O.B.** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*) Balaban O.V., Mitina N.Ye.,Volianiuk K.A., Harhay Kh.I., Grygorchak I.I., Zaichenko O.S. Study of the resistance of polyelectrolyte brushes formed on ceramics via surface-initiated polymerization
24.	**Kirianchuk V.** (*Lviv Polytechnic National University, Ukraine*) Bon I., Domnich B., Nichols J., Demchuk Z., Pourhashem G., Voronov A. Renewable adhesives from plant oil-based monomers for multisubstrate applications
25.	**Kozak N. V.** (*Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Nesin S.D., Minenko M.M. Carbohydrate polyelectrolyte based ion conducting polymer films
26.	**Samoilenko T.F.** (*Institute of macromolecular chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Yashchenko L. M., Yarova N. V., Brovko O. O. Atmospheric stability of hemp wood core reinforced. Epoxyurethane polymer composites
27.	**О.М. Шевчук** (*Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна*) Н.М. Букартик, М.Р. Чобіт, В.С. Токарев Особливості формування структурованих плівок біосумісних полімерів та нанокомпозитів на їх основі
28.	**Starostenko O.M.** (*Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Fainleib A.M., Grigoryeva O.P., Shulzhenko D.M., Gavrylyuk N.A., Zolotarenko Ol.D., Schur D.V., Grande D.

	Structure-properties relationships for nanocomposites of cyanate ester resin filled with fullerite C 60
29.	**Starostenko O.M.** (*Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Grigoryeva O.P., Shulzhenko D.M., Fainleib A.M., Grande D. Curing reaction of cyanate ester resin with benzoxazine
30.	**Субтельний Р.О.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Данилів А.А. Одержання вуглеводнеих смол емульсійною олігомеризацією побічних продуктів нафтопереробки
31.	**Zhyhailo M.M.** (*Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels L.M. Lytvynenko Institute of Physico-organic Chemistry and Coal Chemistry NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine*) Demchyna O.I., Yevchuk I.Yu., Malynych Ya.S. Sulfocontaining polymer membranes for Co (II) and Ni(II) removal
32.	**Антоненко О.І.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна)* Ігнатова Т.Д., Бабкіна Н.В., Косянчук Л.Ф. Оптично прозорий ударостійкий композит на основі взаємопроникних полімерних сіток поліметилметакрилат/поліуретан
33.	**Баран М.М.** (*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, Київ, Україна*) Ткаченко Т.В., Каменських Д.С., Євдокименко В.О., Кашковський В.І. Протонопровідні мембранні каталізатори в реакціях одержання спиртів та етерів
34.	**Бардадим Ю.В.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Кобилінський С. М., Кобріна Л. В., Рябов С. В. Особливості фотодеградації метилоранжу в присутності діоксиду титану та циклодекстринів у різних водних середовищах
35.	**О.М. Бондарук** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Л.В. Носач, І.І. Геращенко, Л.В. Карабанова Вплив термодинаміки взаємодій компонентів на вивільнення БАС з нанокомпозитів на основі поліуретан/ полі(2-гідроксиетилметакрилат)ної полімерної матриці та модифікованих нанооксидів
36.	**Будзінська В.Л.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Бей І.М., Слісенко О.В., Толстов О.Л. Вплив неорганічної складової на фізико-хімічні, сорбційні, та фізико-механічні властивості композиційних полімерних систем, що містять діоксид кремнію
37.	**Будзінська В.Л.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Бей І. М., Слісенко О. В., Толстов О. Л. Структурні та сорбційні характеристики полімероподібних подвійних шаруватих гідроксидів типу $(Me^{2+})_2Al^{3+}(OH)_7$
38.	**Будішевська О.Г.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Сасин Д.В., Юринець І.В., Катіонні полісахариди як флокулянти
39.	**Віслогузова Т.В.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Рожнова Р.А. Біодеградабельні пінополіуретанові композиційні матеріали з альбуцидом
40.	**Волянюк К.А.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Мітіна Н.Є., Гаргай Х.І., Долинська Л.В., Надашкевич З.Я., Гевусь О.І., Заіченко О.С. Отримання нових водорозчинних поверхнево-активних полімерів з функціональною епоксидною або фосфатною групою
41.	**Гринчук Ю.М.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Гунька В.М., Демчук Ю.Я., Сідун Ю.В., Братичак М.М. Модифікування малеїнізованого бітуму поліетиленгліколями

42.	**Гунька В.М.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Присяжний Ю.В., Демчук Ю.Я., Гринчук Ю.М., Сідун Ю.В., Братичак М.М. Хімічне модифікування нафтових залишків формальдегідом
43.	**Данилів А.А.** (*Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна*) Дзіняк Б.О. Олігомеризація фракції С 5
44.	**Distanov V.** (*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kharkiv*) Kadochkina V., ZaliskaT.,Lutsenko K., Shkolnykova T. Daylight fluorescent pigments on an acrylic basis for drawing on water
45.	**Зінченко О.В.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Толстов О. Л., Матюшов В. Ф. Фотохімічні властивості шаруватих композитів на основі скловолокна та нанокристалічного TiO_2
46.	**Л.В. Кобріна** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Г.Е. Глієва, С.В. Рябов, С.П. Рогальський Дослідження процесу комплексоутворення в системі сульфобутиловий етер-β-циклодекстрин – іонна рідина
47.	**Когут А.М.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Гевусь І.О., Воронов С.А., Воронов А.С. Амфіфільні полімери для солюбілізації куркуміну – харчової добавки Е100
48.	**Мишак В.Д.**, (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Семиног В.В., Мужев В.В. Гумонаповнені композити в присутності компатибілізаторів на основі рослинних олій та каучуків
49.	**Мишак В.Д.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Мужев В.В., Семіног В.В. Синтез та дослідження фізико-хімічних закономірностей формування наноструктурованих епоксиполіуретанів
50.	**Огар Г.О.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Токарєва М. О., Токарев В. С. Дослідження синтезу та властивостей макрофотоініціаторів на основі метилметакрилат-ко-малеїновий ангідрид з прищепленими фрагментами бензоїну та 2-ізопропілокси-1,2-дифеніл-1-пропанон-3-олу
51.	**Поляк О.Є.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Гунька В.М., Олексів Ю.О., Братичак М.М. Використання монопероксидної похідної епоксидної смоли ЕД-24 в процесі модифікування нафтового бітуму стиреном
52.	**Примушко С.О.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Козлова Г.А., Гладирь І.І., Рожнова Р.А., Галатенко Н.А. Синтез та дослідження нових поліуретансечовин, які містять як подовжувач макроланцюга 3-(2-[2-(3-амінопропокси)етокси]етокси)пропан-1-амін
53.	**Slisenko O.V.** (*Institute of Macromolecular Chemistry of the NASU, Kyiv, Ukraine*) Bei I.M., Budzinska V.L. Synthesis and swelling behaviour of dual network composites based on acrylic acid and 2-aminoethyl-3-aminopropyltrimetoxysilane
54.	**Бусько Н.А.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Грищенко В.К., Кочетова Я.В., Гудзенко Н.В., Баранцова А.В., Остапюк С.М. Синтез рідких функціоналізованих каучуків з використанням азоініціаторів в присутності ацетальдегіду
55.	**Красінський В.В.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів,*

	Україна) Іванух О.О. Дослідження інтеркаляції монтморилоніту полівінілпіролідоном та одержання термопластичних нанокомпозитів
56.	**Антоніна Баранцова** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Володимир Грищенко, Петро Давискиба, Наталія Бусько, Наталія Гудзенко, Зоя Фальченко, Світлана Остапюк Блоккополімери на основі реакційноздатних олігодієнів, епоксидних олігомерів та модифікованих олій
57.	**Гудзенко Н.В.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Бусько Н.А., Фальченко З.В., Самойлюкевич В.О., Баранцова А.В., Грищенко В.К. Гідроксиполіуретани на основі циклокарбонатів дигліцидилових етерів спиртів отриманних безізоціанатним методом
58.	**Толстов О.Л.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Матюшов В. Ф. Одержання мікрогетерогенних акрилатних фотополімерних композицій з покращеними експлуатаційними властивостями
59.	**Третініченко В. А.** (*Національний університет Києво-Могилянська академія, Київ, Україна*) Гаголкіна З. О., Козак Н. В., Корягін В. О. Водорозчинні блоковані моно- і діізоціанати для модифікації біополісахаридів
60.	**Шанталій Т.А.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Козак Н.В. Вплив фізичного старіння на динамічні характеристики та проникність поліімідовмісних нанокомпозитів
61.	**Шимборська Я.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Стецишин Ю. Температуро-чутливі прищеплені кополімерні щітки з регульованою нижньою критичною температурою розшарування у межах фізіологічного діапазону
62.	**Ярова Н.В** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ,Україна*) Ященко Л.М., Самойленко Т.Ф., Бровко О.О. Кінетичні особливості тверднення модифікованих епоксиуретанів
63.	**Ященко Л.М.** (*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна*) Ярова Н. В,Самойленко Т.Ф., Бровко О.О. Вплив хімічної модифікації природного наповнювача на фізико-механічні властивості біокомпозитів на його основі
64.	**Kalin D.** (*Lviv Polytechnic National University, Ukraine*) Chobit M., Tokarev V. Obtaining complex hydrogels based onaquazol
65.	**Lishchynskyi O.** (*Lviv Polytechnic National University, Ukraine*) Stetsyshyn Y. Biocompatible polymer nanocoatings with embedded inorganic nanoparticles for thermo-switchable biological activities
66.	**Kostruba A.** (*Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv,Ukraine*) Stetsyshyn Yu., Savaryn V. New possibilities of the ellipsometry at the study of ultrathin polymer and brush nanocoatings
Виробництво харчових продуктів та харчова хімія / Food production and food chemistry	
67.	**Мусій Р.Й.** (*Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Львів, Україна*) Сиротюк С.В., Коробка С. В., Когут М.В. Сонячні сушарки для екологічно чистої сушки продуктів харчування

68.	**Жеребецький Р. Р.** (*Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна*) Гривняк А.В., Оробчук О.М. Удосконалення технології настоянок
69.	**Лабун В.П., Вічко О.І., Копчак Н.Г.** (*Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, кафедра харчової біотехнології і хімії, Україна*) Виготовлення хлібобулочних виробів з дикою морквою
70.	**Лановий Р. Б.** (*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна*)Вічко О. І., Назарко І. С. Перспективність застосування насіння льону та продуктів його переробки у технології хлібобулочних виробів
71.	**Повстяна Д.С.** (*Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна*) Рацук М.Є., Сарібєкова Д.Г. Одержання та оцінка якості та безпечності згущеного молока з цукрозамінниками
72.	**Почапська І.Я.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Хлібишин Ю.Я. Дослідження культивування дріжджів Saccharomyces cerevisiae в різних середовищах
73.	**Смоляк І.П.** (*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна*) Покотило О. С., Кухтин М. Д. Дослідження пшенично-лляного хліба з різним вмістом лляного борошна
74.	**Соколовська І.О.** (*Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна*) Жеребецький Р. Р. Оробчук О.М., Дзіняк Б.О. Зброджування квасного сусла термотолерантними штамами мікроорганізмів
75.	**Стеценко Н.О.** (*Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*) Барвник із соку бузини чорної як джерело функціональних інгредієнтів для виробництва продукції оздоровчого призначення
76.	**Дончак В.А.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Панченко Ю.В., Авдєєнко А.П., Коновалова С.О. Особливості технології виробництва сичужного ферменту
77.	**Чобіт М.Р.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Устюжаніна А.Ю., Панченко Ю.В., Васильєв В.П. Спреди, як основа нових функціональних продуктів
78.	**Устюжаніна А.Ю.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Чобіт М.Р., Панченко Ю.В., Васильєв В.П. Модифікування мінеральних наповнювачів відгонами жирних кислот харчових виробництв
79.	**Юсіна Г.Л.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Україна*) Чекой К.В., Дегтярьова Д.Е. Оптимізація параметрів визначення вмісту кофеїну спектрофотометричним методом
80.	**Ірина Ясінська** (Національний університет харчових технологій, Київ, Україна) Вплив хлориду натрію на синтез сполук антиоксидантної дії при пророщуванні гречки
Хімія та технологія харчових добавок і косметичних засобів / Chemistry and technology of food additives and cosmetics	
81.	**Dubenko A.V.** (*Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine, Dnipro*) Nikolenko M.V., Aksiutina K.I. Synthesis of food additive sodium aluminum phosphate (E541)
82.	**Sorokina A.S.** (*Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine*) Vashkevich O.Y. Modern lipstick recipe
83.	**Гросу О.К.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,*

	Дніпро, Україна) Василенко К.В., Ніколенко М.В. Одержання ортофосфатів амонію на основі доочищенної фосфорної кислоти
84.	**Permyakova N.M.** (*Institute of Macromolecular Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*) Zheltonozhskaya T.B., Klepko V.V., Karpovsky V.I., Postoy R.V., Maksin V.V., Klymchuk D.O. Effective biologically active additives based on compositions of α-tocopheryl acetate with micellar nanocarriers
85.	**Авдєєнко А.П.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Україна*) Бакланов О.М., Мєнафова Ю.В., Санталова Г.О., Бакланова Л.В. Колоїдний розчин біомаси водорості «Dunaliella salina»
86.	**Бакланов О.М.** (*Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна*) Авдєєнко А.П., Марченко І.Л., Бакланова Л.В. Спосіб отримання каротину кристалічного з водорості, що вегетує у соляних розсолах – відходах виробництва басейнової кухонної солі
87.	**Бакланов О.М.** (*Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна*) Авдєєнко А.П., Холмовой Ю.П., Бакланова Л.В. Спеціальна кухонна сіль зі зниженим вмістом хлориду натрію для схуднення
88.	**Борисенко А.Ю.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна*) Шевчук Є.О., Тимофєєва С.І., Коваленко В.Л., Коток В.А. Отримання Zn-Al подвійно-шарових гідроксидів інтеркальованих гіпохлоритом натрію, як сухих антисептичних засобів
89.	**Волнянська О.В.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна*) Мироняк М.О., Лабяк О.В. Потенціометричне визначення повернево-активних речовин в косметичній продукції
90.	**Dudnik E.V.** (*State Higher Educational Institution «Ukrainian State Chemical Technological University», Dnipro, Ukraine*) Manzyuk M.V., Avdenko T. M. Development of balsam formulations for damaged hair
91.	**Загородня Д.С.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Петріна Р.О., Хом'як С.В., Князєва К.С. Дослідження вмісту екстрактивних речовин у калусній біомасі лікарських рослин
92.	**Знак З.О.** (*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*) Пиріг М.А., Жук Т.В., Зінь О.І. Модифікуванння природного клиноптилоліту іонами та нуль-валентним сріблом для його застосування в косметології
93.	**Киричук А. О.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Стадницька Н. Є., Лубенець В. І. Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifoia*) та розмарин лікарський (*Rosmarinus officinalis*) в складі косметичних засобів
94.	**Куник О. М.** (*Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна*) Сарібєкова Д. Г., Біляєв В. І. Розроблення складу рідкого туалетного мила з м'якою миючою дією
95.	**Vira Lubenets** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*) Yurii Semenchuk, Nataliya Stadnytska, Kateryna Kaplya, Natalija Monka, Natalina Makieieva, Teobald Kupka Areas of diudous nettle (urtica dioica) use in cosmetology
96.	**Myrhorodska-Terentieva V.D.** (*Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine*) Avdienko T.M., Nikolenko M.V. Analysis of starch and its derivatives by chromatographic method
97.	**Петріна Р.О.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Федорова О.В., Гавриляк В.В.

	Розроблення технології одержання косметичного крему з екстрактом біомаси *Calendula officinalis* L.
98.	**Писаренко С.В.** (*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*) Камінський О.М., Чигиринець О.Е., Черненко В.Ю. Фотокаталітичні властивості калій титанату щодо метиленового синього
99.	**Попова Є.Є.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна*) Лабяк О.В., Мироняк М.О. Розробка рецептури рідкої туші для вій для щоденного використання
100.	**Ilya S Punko** (*SHEI Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine*) Catherine V Vasylenko, Nikolai V Nikolenko Synthesis of magnesium phosphates for use in the food industry
101.	**Резванцева А.О.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна*) Лабяк О. В. Комплексні харчові добавки для виготовлення хлібопекарської продукції
102.	**Салєба Л. В.** (*Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна*) Сарібєкова Д. Г. Дослідження екстрагування хлорофілів двофазною системою розчинників
103.	**Семешко О.Я.** (*Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна*) Козирь В.В., Васильченко І.С., Сарібєкова Д.Г. Розробка складу косметичної емульсії із застосуванням композиції силіконів
104.	**Nataliya Stadnytska** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*) Daria Babych, Nadia Vischack, Natalina Makieieva, Teobald Kupka, Vira Lubenets On some practical aspects of "green chemistry" – from eggshell waste to cosmetology
105.	**Суберляк С.А.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Петріна Р.О., Федорова О.В., Курка М.С., Голубовська Я.І Косметичні гідрогелеві маски з екстрактами рослин
106.	**Саприкіна Є.О.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна*) Мироняк М.О., Волнянська О.В. Шампунь-кондиціонер для тварин
107.	**Харченко Д.О.** (*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна*) Авдієнко Т.М. Зволожуючі компоненти у засобах по догляду за обличчям
108.	**Хлібишин Ю.Я.** (*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*) Почапська І.Я., Пристай Р.Р. Використання цукрових сиропів
109.	**Yurchenko O.M.** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine*) Korolchuk S.I., Kormosh Zh.O., Savchuk T.I., Mudrak O.A. Regarding the optimization of the definition of food additive E220 in dried fruits
110.	**Yurchenko O.M.** (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine*) Panchenko Yu.V., Korolchuk S.I., Kormosh Zh.O., Savchuk T.I. The problem of using and determining food additives E250 and E249 in meat products

СТАНІСЛАВ АНДРІЙОВИЧ ВОРОНОВ – ЛЮДИНА, УЧИТЕЛЬ, УЧЕНИЙ

Дончак В.А., Ріпак Л.М.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
vdonchak@i.ua

Його Господь наділив духом своїм і подарував безліч талантів. Людина, яка глибоко знала зміст життя, вносила у цей світ посильну лепту добра, поважала всіх і кожного. Учитель, який ділився своїми знаннями щедро, віддано, безкорисно. Учений, що присвятив життя хімії, створенню нових стежок для вирішення проблем та збагатив її своїми сучасними ідеями. Станіслав Андрійович Воронов достойно жив, віддано трудився, був щирим другом і мудрим порадником. Колегам по праці, учням, товаришам, важко говорити про Нього в минулому часі.

Станіслав Воронов народився у важкі воєнні роки, його світогляд формувався під складними життєвими обставинами. Тому розум навчився аналізувати і вирішувати різні ситуації на роботі, в побуті, особистому житті. Розуміння людської сутності, глибокі фахові знання дозволили йому керувати групою наукових працівників-дослідників на кафедрі органічної хімії Національного університету «Львівська політехніка», потім працювати проректором з наукової роботи Університету і, нарешті, на довгі роки стати очільником, а точніше Татом, як його всі називали, кафедри органічної хімії.

Ще у роки своєї молодості, а точніше наприкінці 60-х років, Станіслав Воронов керував секцією хімії при Львівській «Станції юних техніків». По суботах та неділях там збиралися старшокласники, які хотіли більше знати про складну і цікаву науку Хімію. В гуртку панували доброзичливість та можливість висловлювати свої думки, що сприяло творчій атмосфері.

Зазвичай керівник поводив себе так, ніби був одним із гурківців: він допомагав облаштовувати робочі місця, «діставав» хімічний посуд, реактиви, ставив синтези, вчив ремонтувати обладнання. Тим не менше, для школярів, він завжди залишався беззаперечним авторитетом. Майже всі, хто пройшов через цю школу, зв'язали свою долю з хімічною наукою та промисловістю і сьогодні, роз'їхавшись по світу та працюючи в різних країнах, вони залишаються вірними своїй улюбленій хімії і пам'ятають свого наставника.

Своє трудове життя Станіслав Андрійович Воронов розпочав на посаді інженера кафедри органічної хімії. Далі було навчання в аспірантурі і продовження роботи хіміка-дослідника вже на посаді старшого наукового співробітника. Тоді ж на кафедрі створився гурт молодих науковців – група Станіслава Воронова, яка виявилася працездатною та результативною в науковому плані. В ті часи активно почав розвиватись новий науковий напрям із синтезу пероксидних мономерів та вивчення процесів їх полімеризації. Однак виявилося, що майже всі пероксидні мономери одночасно є інгібіторами процесу радикальної полімеризації. Замість того, щоб відійти від, як з'ясувалося, малоперспективної теми, група почала працювати ще інтенсивніше. Вони поставили безліч експериментів, результатом яких став розвиток теорії інгібованої полімеризації та створення цілої низки кополімерів з пероксидними групами і нових матеріалів на їх основі. Усі працівники групи під керівництвом Воронова С.А. успішно захистили кандидатські, а більшість – докторські дисертації, стали відомими вченими, викладачами.

Пізніше Станіслав Андрійович працював доцентом, а потім професором і, нарешті завідувачем кафедри органічної хімії. Студенти любили й поважали свого наставника: він викладав дисципліни професійно, лекції читав цікаво і зрозуміло часто приправляючи сухий хімічний текст своїми влучними жартами з іскристим одеським гумором. Багато його випускників одержали чималий багаж знань, який відповідає рівню фахових вимог зарубіжних університетів і фірм, де вони працювали і працюють донині після закінчення навчання.

Доктор хімічних наук, професор Воронов Станіслав Андрійович був відомим фахівцем в галузі полімерної хімії. Під його керівництвом було створено та розвинуто наукову школу «Розробка теоретичних основ синтезу і хімічної модифікації полімерів і композиційних матеріалів на основі органічних пероксидів». Були створені реакційноздатні та ініціюючі системи для функціоналізації (зокрема, пероксидації) міжфазних поверхонь та формування на них спеціальних полімерних наношарів. Це відкрило нові можливості для конструювання наповнених композитів, біосумісних, біодеградабельних полімерних матеріалів, модифікації природних речовин тощо.

Він сформував і розвинув новий науковий напрям у хімії високомолекулярних сполук «Синтез, властивості та застосування гетерофункціональних поліпероксидів». За цим напрямом захищено 14 докторських (Шибанов В.В., Мінько С.С., Будішевська О.Г., Токарев В.С., Самарик В.Я., Варваренко С.М., Гевусь О.І., Заіченко А.С., Когут А.М., Мітіна Н.Є., Шевчук О.М., Дончак В.А., Носова Н.Г., Стецишин Ю.Б.) та 26 кандидатських дисертацій.

За результатами проведених фундаментальних досліджень, під керівництвом Станіслава Андрійовича Воронова, розроблено: адгезиви для одержання гумово-кордних виробів з покращеними експлуатаційними властивостями; запропоновано універсальний метод ковалентного закріплення на полімерних поверхнях нано- та мікророзмірних функціональних полімерних шарів, які регулюють властивості поверхні, що дозволило створити ряд нових методів модифікування полімерних поверхонь для надання адгезійних, фрикційних властивостей, підвищення стійкості до УФ-опромінення, а також надати полімерним матеріалам гемо сумісних або бактерицидних властивостей; розроблено методи формування гідрогелів з полімерним каркасом, ковалентно закріпленим на полімернійї поверхні. Створено теоретичні, практичні та технологічні основи формування універсальних гідрогелевих лікувальних пов'язок нового покоління (кровозупинних, знеболюючих, протиопікових тощо), що нині виробляються підприємством «Укртехмед», м. Київ.

Професор Воронов С.А. керував виконанням 5 контрактів з фірмами США та Європейського союзу, численних наукових грантів. Результатом контракту з польським підприємством «Імпульс» стало промислове виробництво високотехнологічної пероксидної сполуки для покращення ефективності миючих засобів.

Кафедра органічної хімії традиційно проводить фундаментальну підготовку з «Органічної хімії» майбутніх фахівців - випускників Інституту хімії та хімічних технологій. А з 2004 року на кафедрі розпочалася підготовка фахівців зі спеціальності «Хімічна технологія харчових добавок та косметичних засобів» У 2008 році відбувся перший випуск бакалаврів, а в 2009 році – спеціалістів у кількості 13 осіб. Сьогодні кафедрою підготовлено більше ста висококваліфікованих спеціалістів, які працюють як в Україні, так і далеко за її межами.

Тривалий час (1987 – 2001 р.р.) Станіслав Воронов вірою та правдою служив науковій спільноті Національного Університету «Львівська політехніка», перебуваючи на посту проректора з наукової роботи. Така важлива посада вимагала багато зусиль, знань та розуміння людських потреб. Під його керівництвом значно глибше розвинувся науковий сектор, кількісно зріс штат наукових працівників. Значно покращилася матеріальна база науково-дослідної частини, було реалізовано чимало нових науково-дослідних проектів, сформувалися важливі зв’язки з ученими усього світу, було проведено велику кількість престижних Українських та Міжнародних конференцій. Його проректорську роботу завжди згадують із теплотою та вдячністю працівники та студенти, адже усе, за що брався Станіслав Андрійович, було позначено фаховістю та добрими умислами.

Професор Воронов – співавтор 116 патентів та більше як 700 наукових публікацій, переважну більшість яких опубліковано в журналах з високим імпакт-фактором. Довгий час його Індекс Гірша був найвищим серед усіх працівників «Львівської політехніки». У

співавторстві видано 7 монографій або розділів у монографіях, більшість з яких опублікована за кордоном.

Чималою є і скарбничка його видавничої діяльності. С. Воронов був співавтором популярних в Україні підручників з грифом МОН України «Органічна хімія» (видання 2001, 2002, 2006, 2009 років), «Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів» (2010 р.), «Токсикологія продуктів харчування (2014, 2021 р.), підручника «Хімія» (2014 р.) «Органічна хімія» (2021 р.),, навчальних посібників «Органічна хімія» та «Лабораторний практикум з токсикології продуктів харчування» (2018 р.). До публікації усіх підручників Станіслав Андрійович відносився з особливої увагою, адже вони були призначені для головних осіб Університету – студентів. Кожне з цих видань наповнене глибоким змістом і вирізняється доступною формою викладення матеріалу, що робить їх зручними до сприйняття та розуміння.

У 1989-2021 роках – він голова спеціалізованої вченої ради Д 35.052.07 із захисту кандидатських та докторських дисертацій. З 1995 до 2001 року – член бюро Західного Наукового центру НАН України. З 2003 до 2008 року – голова експертної ради при МОН України з експертизи фундаменальних і прикладних науково-дослідних робіт (секція «Хімія»), з 2008 року – член цієї секції.

За вагомий вклад у вітчизняну та світову науку професора Воронова С.А. відзначено почесними званнями «Заслужений діяч науки і техніки України», «Почесний професор Національного університету «Львівська політехніка»; нагороджено Почесними грамотами Кабінету Міністрів України та Міністерства освіти і науки України; срібною, бронзовою медалями та дипломом третього ступеня ВДНГ; нагрудними знаками Міністерства освіти і науки України «Петро Могила», а також «За наукові та освітні досягнення»; він лауреат премії Львівської облдержадміністрації та Львівської обласної ради для працівників наукових установ НАН України та вищих навчальних закладів III-IV рівнів.

Але найбільшою нагородою для Станіслава Андрійовича завжди були любов і шана колег по роботі, добрі знання та принципи людяності, закладені викладачами ЙОГО кафедри у свідомість студентів, результати наукових досліджень, а також благополуччя родини, яку він безмежно любив і всіляко оберігав до останнього подиху…

Всім, хто знав Станіслава Андрійовича ще довго буде бракувати його ідей, порад, мудрого погляду його темних очей, чарівної усмішки та м’якого дотепного гумору. Все, що ми можемо сьогодні зробити, це пам’ятати його – УЧЕНОГО, УЧИТЕЛЯ, ЛЮДИНУ.

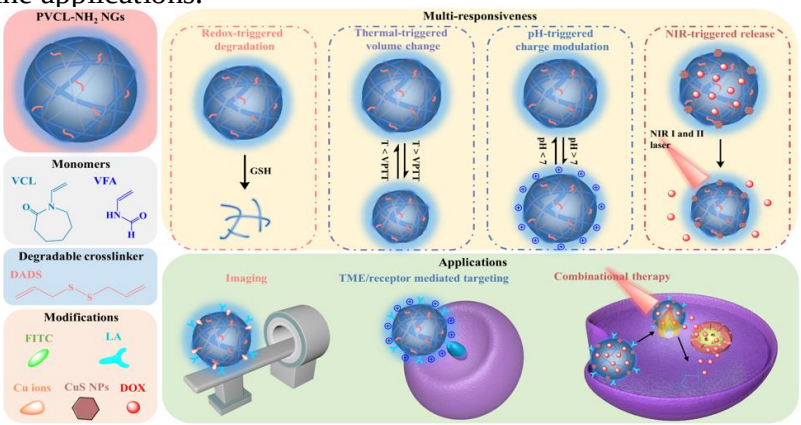
Вічная йому пам’ять….

Oral presentations

MULTIFUNCTIONAL NANOGELS FOR THERANOSTIC APPLICATIONS

Andrij Pich,[a] Xin Li,[a] Haitao Sun, Helin Li,[a] Chaolei Hu,[a] Yu Luo,[c] Xiangyang Shi[d]
a - DWI-Leibniz-Institute for Interactive Materials e.V., 52056 Aachen, Germany
Institute for Technical and Macromolecular Chemistry, RWTH Aachen University, 52074 Aachen, Germany
b - Department of Interventional Radiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai Institute of Medical Imaging, Shanghai 200032, China
c - School of Chemical Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China
d - College of Chemistry, Chemical Engineering and Biotechnology, Donghua University, Shanghai 201620, China
pich@dwi.rwth-aachen.de

The facile preparation, modular design and multi-responsiveness are extremely critical for developing pervasive nanoplatforms to meet heterogeneous applications. Aqueous nanogels (NGs) exhibit unique properties like tunable chemical structure, controlled swelling, degradability, biocompatibility and are perfect carrier systems for drug delivery applications.[1-3] Here, modularly engineered cationic nanogels (NGs) with tunable responsiveness, versatility, and biodegradation for efficient treatment of tumors will be presented.[4] Cationic PVCL-based NGs with core/shell structure were fabricated by facile one-step synthesis. The formed PVCL-NH_2 NGs exhibit uniform size, thermal/pH dual-responsive behaviors and redox-triggered degradation. Moreover, the NGs can be employed to modify or/and load with various functional agents for the construction of multipurpose nanoplatforms in a modular manner. Notably, the novel hybrid structure with copper sulfide (CuS) NPs loaded in the NGs shell is prepared, that lead to higher photothermal conversion efficiency (31.1%) than other CuS randomly loaded NGs reported. By personalized tailoring, these functionalized NGs display fluorescent property, r_1 relaxivity, strong near-infrared (NIR) absorption, good biocompatibility, and targeting specificity. The superior photothermal effect of CuS@NGs-LA is presented under NIR II over NIR I. Importantly, hybrid nanogels encapsulated doxorubicin (CuS@NGs-LA/DOX) show endogenous pH/redox and exogenous NIR multi-triggered drug release for efficient photothermal-chemotherapy, which is able to completely eliminate advanced tumors and inhibit recurrence. Overall, the pervasive nanoplatforms based on cationic NGs with tunable responsiveness, versatility, and biodegradation are developed by engineered modular strategy for precision medicine applications.



References

1. H. Li, P. Jain, H. Peng, X. Li, K. Rahimi, S. Singh, A. Pich, *Dual-Degradable Microgels by Direct Crosslinking of Chitosan and Dextran using Azide-Alkyne Cycloaddition*, Biomacromolecules **2020**, 21, 4933-4944.
2. X. Li, H. Li, C. Zhang, A. Pich, L. Xing, X. Shi, *Intelligent nanogels with self-adaptive responsiveness for improved tumor drug delivery and augmented chemotherapy*, Bioactive Materials, **2021**, 6, 3473-3484.
3. X. Li, Z. Ouyang, H. Li, C. Hu, P. Saha, L. Xing, X. Shi, A. Pich, *Dendrimer-decorated nanogels: Efficient nanocarriers for biodistribution in vivo and chemotherapy of ovarian carcinoma*, Bioactive Materials **2021**, 6, 3244-3253.
4. X. Li, W. Du, H. Li, C. Hu, L. Xing, X. Shi, A. Pich, *Multi-responsive Biodegradable Cationic Nanogels for Highly Efficient Treatment of Tumors*, Advanced Functional Materials **2021**, 2100227.

MOLECULAR DESIGN OF AMPHIPHILIC POLYMERS AND SUPRAMOLECULAR ASSEMBLIES BASED ON THEM IN THE VOLUME AND SURFACES

Zaichenko A., Mitina N., Harhay Kh., Volianiuk K., Izhyk O., Hevus O.
Department of Organic Chemistry, Lviv National Polytechnic National University,
79013, Lviv, Ukraine.
oleksandr.s.zaichenko@lpnu.ua

The synthesis and properties of functional polyamphiphiles (PA) and self-assemblies (SA), micelles, interpolyelectrolyte complexes, nanoparticles (NPs), of desired functionality, size, and morphology are discussed. Combined radical and non-radical methods of the synthesis of primary oligomer-precursors containing terminal or side reactive groups and their using for LEGO-like assemblage of PA of block and/or comb-like structures were studied. Proposed approaches are based on polymerization of functional monomers in the presence of functional chain transfer agents. That provides controlling oligomer-precursor chain length and entering reactive side and terminal groups.

The oligomer-precursors were used for construction of PA via:

– Polymerization using oligomer-precursors with side or terminal peroxide groups as macroinitiators, respectively for preparing comb-like or block-copolymers;

– polymerization using oligomer-precursors with terminal hydroxyls (PEGs, polyoxazolines, fluorine alkyl alcohols, saccharides, rhamnolipids) as RedOx macroinitiators forming free radicals in reactions with Ce4+ salt providing preparing block-copolymers;

– using oligomer-precursors with epoxide, amino, hydroxyl terminal groups for attachment of the blocks of various functionality via addition reactions.

Novel oligomer-precursors and PA of variable architectures, controlled lengths of the blocks and side chains were studied using GPC, spectroscopy, and colloidal-chemical techniques. PA form SA of different degree of self-organization, size and morphology in liquids of various polarities as well as functional brushes on surfaces of polymeric and inorganic nanoparticles and flat plates. These self-assemblies are specific containers for solubilization of water-insoluble substances and nanoreactors for nucleation and functionalization of magnetic, luminescent and scintillation NPs on the surfaces. TEM, DLS, SAXS, RAMAN, impedance and luminescent spectroscopy were used for study of SA and NPs.

РОЛЬ *N*-ГІДРОКСИІМІДІВ У РАДИКАЛЬНО-ЛАНЦЮГОВІЙ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ ТА СИНТЕЗІ МОНОМЕРІВ.

[1]Опейда Й.О., [2,3]Кущ О.В., [4]Супрун В.Я., [1]Шепарович Р.Б., [1] Новохатько А.О.
[1]Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАНУ, Львів, Україна, e-mail: opeida_i@yahoo.co.uk; sheparomko@ukr.net; anastasiianovokhatko@gmail.com
[2]Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАНУ, Київ, Україна,
[3]Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, Україна ov.kusch@gmail.com
[4]Інститут хімічної технології, Мартін-Лютер-Університет Галле-Віттенберг, Німеччина, wladimir.suprun@chemie.uni-halle.de

Дослідження *N*-гідроксиімідів та утворюваних з них *N*-оксильних радикалів в реакціях інтенсивно розвиваються з 1995 року, коли І. Ішіі і співр. запропонували NHPI як органокаталізатор аеробного окиснення органічних сполук. З 2005 р. наша група розпочала роботи в цьому напрямку. Підсумки наукових досліджень про участь *N*-гідроксиімідів та *N*-оксильних радикалів у кожній зі стадій радикально-ланцюгового процесу представлено у цій доповіді.

Ініціювання. Показано, що *N*-гідроксифталімід проявляє властивості ініціатора в процесах безкисневої та окиснювальної полімеризації і властивості каталізатора в процесах окиснення молекулярним киснем різних класів органічних сполук з насиченими С-Н зв'язками. Виявлено синергетичний ефект для бінарних систем Mn/Ti-Si+NHPI та V/Ti+NHPI при каталітичному окисленні *tert*-С-Н зв'язку, що пояснюється участю органокаталізатора в утворенні радикалів за реакцією на поверхні оксиду:

$$sM{=}O + NHPI \rightarrow sM\text{-}O\text{-}H + PINO^{\bullet}.$$

Продовження ланцюга. Вивчено ролі NHPI та PINO$^{\bullet}$ в процесах радикальної полімеризації, досліджено кінетику процесів та структуру отримуваних полімерів. Досліджено механізми дії NHPI в процесах безкисневої і оксидативної полімеризації вінільних мономерів. Показано, що NHPI ініціює полімеризацію з утворенням телехелічного полімеру, а також впливає на стереорегулярність макромолекул через утворення Н-комплексів з макрорадикалами, що ведуть ланцюг. Виміряно константи швидкості реакцій приєднання PINO$^{\bullet}$ до π-зв'язків вінільних сполук, з'ясовано, що фталімід-*N*-оксильний радикал проявляє електрофільний характер в цих реакціях:

$$PINO^{\bullet} + >C{=}C< \rightarrow PINO\text{-}C\text{-}C^{\bullet}<$$

Встановлено, що окиснення вінільних сполук в присутності NHPI відбувається з утворенням відповідних поліпероксидів.

Обрив ланцюга і стійкість N-оксильних радикалів. Методами ЕПР- та УФ/vis-спектроскопії досліджено розпад заміщених у бензольному кільці фталімід-*N*-оксильних радикалів, Встановлено важливість стеричних характеристик замісників на кінетичну стійкість радикалів, а також суттєву роль основності розчинника. Кінетичними методами показано принципову різницю в обриві ланцюгів за перехресними реакціями між радикалом PINO$^{\bullet}$ та пероксильними радикалами ROO$^{\bullet}$, де реакція не йде

$$PINO^{\bullet} + ROO^{\bullet} \rightarrow \text{не йде}$$

та радикалом HOO$^{\bullet}$, де обрив ланцюгів відбувається за механізмом відриву Н-атома;

$$PINO^{\bullet} + HOO^{\bullet} \rightarrow PINOH + O_2$$

Участь N-гідроксифталіміду у синтезі мономерів з відновлювальної сировини. Досліджено роль гібридної каталітичної системи оксид перехідного металу-*N*-гідроксифталімід у процесі окиснення платформної сполуки 5-гідрометокси-фурфуралю:

$$HOH_2C\text{-}C_4H_4O\text{-}CHO + O_2 \rightarrow OHC\text{-}C_4H_4O\text{-}CHO + O_2 \rightarrow HO_2C\text{-}C_4H_4O\text{-}CO_2H$$

молекулярним киснем з метою отримання 2,5-фуран дикарбонової кислоти, важливого мономеру – замінника фталевої кислоти при синтезі пластмас.

ФОТОПОЛІМЕРИЗАЦІЙНОЗДАТНИЙ АДГЕЗИВ ДЛЯ «ХОЛОДНОГО» ТИСНЕННЯ ФОЛЬГОЮ НА ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ВІДБИТКАХ

Репета Вячеслав Богданович, Шибанов Володимир Вікторович, Кукура Тетяна Юріївна
Українська академія друкарства, м. Львів, Україна, vreneta@gmail.com

У технологічному процесі флексографічного друку застосовують різні способи оздоблення друкованої продукції, в тому числі з застосуванням таких фотополімеризаційноздатних матеріалів як УФ-лаки і УФ-адгезиви. Перевагами застосування таких матеріалів є можливість на високих швидкостях формувати на поверхні друкарських відбитків різноманітні оптичні ефекти і відразу передавати їх для наступної обробки на інші технологічні операції. УФ-лаки і УФ-адгезиви є так званими 100-% системами, тобто не містять летких розчинників, що можуть забруднювати навколишнє середовище [1, 2]. Фольга для процесу холодного тиснення являє собою поліетилентерефталатну плівку з нанесеним тонким металізованим покриттям, що робить його проникним для певної частини спектру.

З допомогою фотометра КФК-3 було визначено коефіцієнти пропускання довжини хвилі різними типами фольги і встановлено, що максимум пропускання хвиль УФ-зони лежить в межах 300-310 нм. Для ініціювання реакції радикальної фотополімеризації був взятий фотоініціатор Omnirad 907 (2-метил-1-[4-(метилтіо)феніл]-2-морфоліно-1-пропанон) виробництва IGM Resin. Спектр поглинання фотоініціатора Omnirad 907 показано на рис. [3], що співпадає з максимумом у зоні пропускання фольги для „холодного” тиснення на друкарських відбитках.

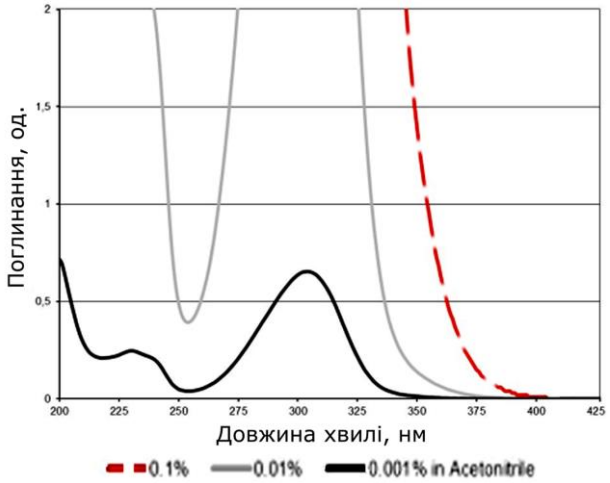


Рис. Коефіцієнт поглинання хвиль різної довжини фотоініціатором Omnirad 907

Відповідно були синтезовані фотополімеризаційноздатні композиції на основі епоксиакрилового олігомера і мономера – діетиленглікольдіакрилата. Оптимальною концентрацією фотоініціатора для даного типу композицій є 6-9 %-ний вміст в розрахунку на загальну масу композиції. Залежно від концентрації мономеру в’язкість композиції становить 1,5-1500 мПа×с (Brookfield, RVT, 20 °С), час фотополімеризації при інтенсивності УФ-випромінювання 100 Вт/м^2 залежно від концентрації фотоініціатора – 10-70 с, адгезійна міцність до активованого поліетилену – 2-4,3 МПа.

1. Холодное тиснение: особенности технологии. Флексо Плюс, №1, 2005. с. 22-27. URL: http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/43/22.php#text.
2. Репета В.Б., Шибанов В.В. Матеріали і технології лакування поліграфічної продукції. Львів, 2011, 236 с.
3. Photoinitiator Omnirad 907. Product Data Sheet. URL: ttps://www.penpoly.com/app/uploads/2021/07/Omnirad-907_tds.pdf.

ПЕРОКСИД ВОДНЮ ЯК ІНІЦІАТОР В РАДИКАЛЬНІЙ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ

Бойко Віталій Петрович, Грищенко Володимир Костянтинович, Валовий Віктор Петрович
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ, Україна,
boikovita@bigmir.net

В наш час зростають вимоги до економічності хімічних процесів та екологічного навантаження на довкілля. Важливим фактором реалізації цих вимог є використання нових ефективних матеріалів і процесів. Дуже перспективним у цьому відношенні є пероксиду водню (ПВ). Цей дешевий і доступний продукт має низку корисних властивостей, які роблять його зручним і цінним реагентом в хімічних реакціях: низька молекулярна маса, високий вміст активного кисню, висока хімічна активність, в першу чергу як окислювача, низька ціна, екологічна дружність до довкілля при виробництві та розкладі (вода + кисень). Будова молекули ПВ, її хімічна активність та здатність до комплексоутворення з широким рядом різноманітних сполук, як мономерів, так і розчинників, дає змогу широкого застосування його в радикальній полімеризації. Це визначає суттєві переваги ПВ перед традиційними (гідро)пероксидними ініціаторами як з точки зору вартості, так і можливостей регулювання властивостей полімерів і потребує інтенсивного вивчення для заміни їх в радикальній полімеризації.

Завдяки такому різноманіттю властивостей можливе використання ПВ як ініціатора різними шляхами. Нижче наведені основні способи використання ПВ як джерела вільних радикалів. Зауважимо, що гомолітичний розпад ПВ з утворенням гідроксильних радикалів можливий лише при температурах вище 400 °С.

1. При полімеризації дієнів генерування первинних радикалів іде через розпад потрійного комплексу ПВ-розчинник-мономер. Для бутадієну як мономера і ізопропілового спирту як розчинника реакція має вигляд:

$$[CH_2{=}CHCH{=}CH_2 \cdot\cdot\cdot H_2O_2 \cdot\cdot\cdot (CH_3)_2CHOH] \longrightarrow HOCH_2CH{=}CHCH_2\bullet + (CH_3)_2C\bullet OH + H_2O.$$

Як видно, первинні радикали – один з первинною гідроксильною групою, другий – з третинною – ініціюють полімеризацію, вводячи в олігомер відповідні гідроксильні групи.

2. Розклад ПВ під дією металів змінної валентності – заліза, міді, кобальту та ін. – генерується лише одна гідроксильна група. У випадку заліза (реактив Фентона) закисне залізо перетворюється в окисн з утворенням гідроксильного радикала:

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow Fe^{3+} + \bullet OH + OH^-.$$

Такі системи зручні при полімеризації мономерів у водних розчинах або емульсіях.

3. Деякі класи сполук (кислоти, альдегіди, кетони) утворюють з ПВ пероксиди, які при нагріванні розпадаються з утворенням двох радикалів, здатних ініціювати полімеризацію. Добре вивчено утворення і розклад перкислот з утворенням радикалів:

$$RCOOOH \longrightarrow RCOO\bullet + \bullet OH.$$

Широке застосування як джерело вільних радикалів, в тому числі і в радикальній полімеризації, знайшли продукти взаємодії циклогесанону з ПВ.

4. Під дією УФ-опромінювання (максимум поглинання 185 нм) ПВ розпадається на два гідроксильні радикали вже при кімнатній температурі:

$$H_2O_2 \xrightarrow{h\nu} 2\ \bullet OH.$$

Детальне вивчення полімеризації дієнів з метою отримання олігодієнів з кінцевими гідроксильними групами, які використовуються як зв'язуюче для високоенергетичних полімерних композицій ракетного палива, показало, що ПВ є ефективним ініціатором полімеризації (у складі комплексу з мономером та розчинником) і дає можливість регулювання функціональності олігомерів і реакційної здатності гідроксильних груп в реакції уретаноутворення. Кополімеризація дієнів з іншими мономерами з функціональними групами, ініційована ПВ, значно розширює коло функціоналізованих полімерів. Важливе значення має також використання ПВ як модифікатора полімерів для введення різноманітних функціональних груп.

EFFECTIVE COMPOSITE MATERIALS BASED ON POLYMER HYDROGELS FOR VASCULAR PROSTHESES

Bohdan Berezhnyy, Oleksandr Grytsenko, Nataliia Baran
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
bersebog@gmail.com

Blood vascular prostheses are implanted devices which function after their implantation in a human body during its lifetime in constant contact with the blood. Creation of new synthetic materials for the production of new vascular prostheses and implants samples is a topical issue, which is caused by deficiency of own vessels to replace the affected areas of arteries and veins. It should be noted, that at present, none of the existing prostheses is perfect and has some disadvantages. Therefore, the question of development of new vascular prostheses and simple technologies for their production remains open, and studies related to its solving should be continued.

The aim of this work is to develop new effective materials with increased strength on the basis of composite hydrogels for the manufacture of tubular products suitable for use as vascular prostheses, as well as simple technology for their production.

By using the research results, which were obtained at Lviv Polytechnic National University in the Department of Chemical Technology of Plastics Processing, the new technology was developed. This technology consists in obtaining the tubular hydrogel products on the basis of 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA) with polyvinylpyrrolidone (PVP) copolymers, which are characterized by elasticity, resilience, sufficient porosity, high chemical and biological inertness, antithrombogenicity. These factors provide the ability to use such materials for the production of vascular prostheses [1]. At the same time, the original HEMA/PVP compositions are characterized by high fluidity, which provides their ability to be processed into tubes by the method of casting or centrifugal molding. The polymerization of HEMA/PVP compositions was carried out at the presence of iron (II) sulfate. It was found, that the molding process takes place in air, at high speed, without the use of sophisticated equipment.

However, the disadvantage, that limits the use of the obtained products for the manufacture of vascular prostheses is their insufficient strength characteristics.

To improve the mechanical strength, the hydrogel tubes were modified with a thin layer of PA-6/PVP mixture from formic acid solution. The one-sided application of a thin polyamide layer on the hydrogel tubes' surface was carried out due to the contact of the PA-6/PVP formate solution with the surface of the hydrogel sample for a certain period of time – from 1 to 10 min, followed by evaporation of the solvent at a temperature of 75…80°C for 30 min. This method allows to improve the strength of the hydrogel tubes due to the usage of deposition effect in the surface layer of a strength film based on PA-6/PVP from formic solution by water contained in the hydrogel.

The strength of the tubular products, suitable for use as vascular prostheses is characterized by two indicators – the destructive stresses along and across the tubular product. Longitudinal strength of hydrogel samples was investigated during the rupture by using standard methods and equipments. In order to study the transverse strength, a laboratory installation was designed and a technique was developed, the essence of which is in fixation of the stress, under the action of which, the sample breaks during its filling with pressurized air.

The obtained composite double-layer hydrogel tubes with increased strength are recommended for further preclinical studies for the possibility of use as blood vessel prostheses.

1. O. Suberlyak, O. Grytsenko, N. Baran, G. Yatsulchak, B. Berezhnyy. Formation Features of Tubular Products on the Basis of Composite Hydrogels / Chemistry & Chemical Technology. – 2020. – Vol. 14, No. 3. – pp. 312–317.

COMPARATIVE EVALUATION OF LOCAL CASSAVA STARCHES WITH IMPORTED POLYMERS FOR DRILLING MUD APPLICATIONS

Harry T. F.[1] Oduola M.K..[2], Joel, O.F.[3], Ademiluyi, F.T.[4]
[1]Exxon-Mobil Producing Nigeria
[2]Department of Chemical Engineering, University of Port Harcourt, Nigeria.
[3]World Bank African Centre of Excellence for Oil Field Chemicals Research, University of Port Harcourt, Nigeria.
[4]Department of Chemical/Petrochemical Engineering, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt, Nigeria.
koyejo.oduola@uniport.edu.ng

ABSTRACT: Local cassava starches and an imported starch were characterized and evaluated for their performance as drilling fluid additives. Two local cassava cultivars, TMS 98/0581 and TMS 96/1632, starches and an imported starch were characterized by using X-ray diffraction techniques. Bentonite mud beneficiated with the starches were subjected to API viscosity and filtration tests. The local and imported starches were classified as B type crystal structure. The starches average particle sizeswere 51.63nm, 23.57nm and 57.94nm for TMS 98/0581, TMS 96/1632 and imported starches respectively. The crystalline indices were between 22 and 35, while average specific surface areas were 151.65, 361.28 and 142.04 m2/g for TMS 98/0581, TMS 96/1632 and imported starches respectively. The morphology indices, ranges were from 0.5 to 0.7485. The structural properties of TMS 98/0581 starch were found to be significantly close to that of the imported starch and were observed to be closer in performance as drilling fluid additive than TMS 96/1632. Local cassava starches with structural properties as TMS 98/0581, could serve asgood substitute for drilling operation. The viscosity and fluid loss control results of the local samples compared favourably with the imported one.

Keywords: X-ray diffraction, drilling fluid, starch, local cassava, crystal structure, bentonite

WELCOME TO THE COLOURFUL WORLD OF SCHOCK

Vitaliy DATSYUK
SCHOCK GmbH. Hofbauerstraße 1, 94209 REGEN, Germany
v.datsyuk@schock.de

Schock has had a leading position in the kitchen sinks market since 1979 when the first quartz composite kitchen sink was produced. Today Schock delivers to the market about 1.5 million kitchen sinks yearly. Schock sink is composed of about 70 % of quartz-based fillers and about 30% of polymer binder based on acrylic resin. Such casting composition is injected into closed moulds and is polymerised by a classical free radical polymerisation mechanism at high temperatures. The quality of sinks is regulated by European Norms, e.g. EN 13310. The main controlled characteristics are thermal shock resistance, impact resistance, scratch resistance, abrasion resistance, and chemical resistance.

In 2020, the bio-based composite kitchen sinks were developed under the trade name CRISTADUR® Green Line. The first generation of the bio-based products was based on the use of the biobased (meth)acrylic monomers, such as an isobornyl methacrylate, ethyl methacrylate, lauryl methacrylate, crosslinking polyethylene glycol dimethacrylate or propoxylated glyceryl triacrylate and quartz sand and flour as fillers. Due to the absence of the biobased (meth)acrylic acid, the Biobased Carbon Index (BCI) does not reach 100 %, when the use of the quartz-based fillers significantly reduces the Renewable Raw Materials (RRM) content. Thus, the development of the second generation of the Sink Green was focused on the partial exchange of the quartz filler with the renewable grounded fruit pits. It allowed reducing the use of the quartz as well as a reduction of the weight of Schock sinks, due to the significant difference in the density (2.5 - 2.6 g/cm³ for quartz vs 1.3 – 1.4 g/cm³ for the grounded olive pits).

Schock is the first company in the world, working in the area of composite kitchen sinks and sanitary equipment which demonstrates the ability to avoid the use of the virgin petrochemical chemicals by exchanging with the bio-based and recycled monomers, additives and pigments.

FUNCTIONAL POLYMERIC MATERIALS FOR SUSTAINABILITY

Minko S.S.
University of Georgia, Athens, USA
e-mail: sminko@uga.edu

Polymer materials science and engineering has become a very broad area with several distinct tendencies of the development of sustainable materials and functional materials for sustainable energy and life science applications. Addressing these tendencies, the research program of our lab is focused on the engineering of biopolymers, bioplastics from plant biomass feedstock, green technologies for textile dyeing, and biomaterials for biotechnology and biomedical applications. This presentation is focused on two recent examples of such functional materials: sorting of biological objects and engineering of 3D-scaffolds for cell culture.

Scalable separation methods such as chromatography explore rapid multiple adsorption-desorption steps of the dynamic equilibrium state in a mixture of molecules with different partition coefficients. Such a scalable sorting and purification of colloidal particulates, including protein complexes, cells, and viruses, is limited due to a high energy barrier, up to millions *kT*, required to detach particles from the interface, which is in dramatic contrast to a few *kT* observed for small molecules. Such a strong interaction renders particle adsorption quasi-irreversible. The dynamic adsorption-desorption equilibrium is approached very slowly, if ever attainable. We overcome this limitation with a local oscillating repulsive force generated at the microstructured stimuli-responsive polymer interface to switch between adsorption and mechanical-force-facilitated desorption of the particles.[1] The switching occurs at a low frequency to push the particle out and to match a slow transport of particles dragged by a solution flow. Such a dynamic regime enables the separation of colloidal mixtures based on the particle-polymer interface affinity. This design of the interface could find use in research, diagnostics, and industrial-scale label-free sorting of cells and other kinds of particles, for example, isolation of one in billions of cells based on the expression of their membrane receptors.

The cell therapy and regenerative medicine industries invest in scale-up adherent cell cultures for sufficient yields to harvest them in damage-free, viable, highly functional, and pristine conditions. These requirements are critical for both autologous and allogenic strategies. In natural conditions, the cell functions, including proliferation and migration, are modulated by extracellular matrix (ECM). ECM combines functions of structural scaffolds and presents mechanical and biochemical cues to cells. Successful biofabrication methods in vitro utilize various techniques to mimic ECM properties by providing scaffolds for structural support and signaling. 3D-fiber scaffolds are a very promising technology for cell expansion. However, this type of bioreactor design has not been explored for scaled-up cell production. Nanofiber mats produced by electrospinning did not find commercial applications for cell expansion because of poor mass transport in dense electrospun structures. At the core of the innovation developed in our lab is the fabrication of highly porous ECM-like 3D fiber scaffolds made of aligned and stacked nanofiber arrayswith high precision fiber spacing, 3D alignment, and >90 % scaffold porosity. Our touch-spinning[2] and gravitational fiber drawing[3] (GFD) approaches combined with novel and proprietary prototype scaffolding devices address these challenges.

References:

1. Kim, Y.; Laradji, A. M.; Sharma, S.; Zhang, W.; Yadavalli, N. S.; Xie, J.; Popik, V.; Minko, S. Refining of Particulates at Stimuli-Responsive Interfaces: Label-Free Sorting and Isolation, *Angew. Chem. Int. Ed.* In press.

2. Tokarev, A.; Asheghali, D.; Trotsenko, O.; Gruzd, A.; Lin, X.; Griffiths, I. M.; Stone, H. A.; Minko, S. Touch- and Brush-Spinning of Nanofibers, *Adv. Mater.* 2015, 27 (41), 6526-6532.

3. Yadavalli, N. S.; Asheghali, D.; Tokarev, A.; Zhang, W. Z.; Xie, J.; Minko, S., Gravity Drawing of Micro-and Nanofibers for Additive Manufacturing of Well-Organized 3D-Nanostructured Scaffolds, *Small* 2020, 16 (11), 1907422.

Sustainable Synthesis of Latex Materials from Renewable Plant Oil-Based Monomers

Zoriana Demchuk[1], Oleh Shevchuk[2], Vasylyna Kirianchuk[2], Ananiy Kohut[2], Sanjana Choudhary[3], Hermella Eshete[4], Ihor Tarnavchyk[1], Anne-Sophie Mora[5], W. S. Jennifer Li[5], Andriy Voronov[1], Stanislav Voronov[2], Sylvain Caillol[5]

[1]Coatings and Polymeric Materials Department, North Dakota State University, Fargo, ND, USA
[2]Department of Organic Chemistry, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
[3]Department of Mechanical and Aerospace Engineering, the University of Texas at Arlington, Arlington, T, USA
[4]Department of Chemistry and Biochemistry, The University of Southern Mississippi, Hattiesburg, MS, USA
[5]Institut Charles Gerhardt de Montpellier CNRS, ENSCM, UM, Montpellier Cedex 5, France

demchukz@ornl.gov

In the last few decades, the use of renewable sources for the synthesis of polymeric materials has been increasing continuously due to the enormous depletion of fossil fuels and environmental problems. Renewable raw materials, like plant oils, offer a feasible alternative in replacing the use of petroleum-based resources in polymer synthesis due to their widespread availability, inexpensiveness, and renewability.

In our study, a library of plant oil-based acrylic monomers (POBMs) was synthesized using a one-step transesterification reaction from plant oils (olive, soybean, high oleic soybean, canola, linseed, corn, sunflower). POBMs can undergo free radical polymerization, and at the same time, retain reactive sites for post-polymerization cross-linking to generate materials with advanced properties and performance. POBMs can be copolymerized in emulsion and miniemulsion polymerization with commercially important petroleum-based intermediates (including vinyl acetate, methyl methacrylate, styrene, butyl acrylate, etc) to yield binary or ternary copolymers to provide internal plasticization and hydrophobization, also improve polymer adhesion, enhance the biodegradability of resulted materials.

Following the sustainability vector of research, a range of stable fully biobased latexes from high oleic soybean oil-based monomer (HOSBM) copolymerized with cardanol (CBM), eugenol (EBM), and guaiacol (GBM) derivatives were synthesized. The copolymerization of HOSBM with GBM and EBM overcomes challenges related to molecular weight control noticed in the polymerization of POBMs with CBM. When up to 25 wt% of HOSBM is incorporated into the copolymers, the glass transition temperature of copolymers with EBM and GBM fits the range of room temperature, thus making these materials prospective for latex coatings applications.

Based on the results obtained to datein biodegradability assay, the resulted plant-based latexes are biodegradable, while the extent of biodegradability is determined by the chemical structure of the corresponding monomers used in copolymerization.

References

1. Z. Demchuk, W. S. Jennifer Li, H. Eshete, S. Caillol, A. Voronov Synergistic Effects of Cardanol- and High Oleic Soybean Oil Vinyl Monomers in Miniemulsion Polymers ACS Sustainable Chemistry & Engineering 7(10) 2019, pp. 9613-9621.
2. Z. Demchuk, S. Choudhary, A.M. Mora, Sylvain Caillol, Andriy Voronov Biobased Latexes from Natural Oil Derivatives Industrial Crops and Products, 2020, Accepted.
3. Z. Demchuk, V. Kirianchuk, K. Kingsley, S. Voronov, A. Voronov Plasticizing and Hydrophobizing Effect of Plant Oil-Based Acrylic Monomers in Latex Copolymers with Styrene and Methyl Methacrylate IJTAN,8, 2018, pp. 29-37. DOI: 10.11159/ijtan.2018.005. 9.
4. Z. Demchuk, A. Kohut, S. Voronov, A. Voronov Versatile Platform for Controlling Properties of Plant Oil-Based Latex Polymer Networks ACS Sust. Chem. Eng., 2018, 6 (2), pp. 2780-2786. DOI: 10.1021/acssuschemeng.7b04462.
5. Z. Demchuk, O. Shevchuk, I. Tarnavchyk, V. Kirianchuk, M. Lorenson, A. Kohut, S. Voronov, A.Voronov Free-Radical Copolymerization Behavior of Plant-Oil-Based Vinyl Monomers and Their Feasibility in Latex Synthesis ACS Omega, 2016, 1 (6), pp. 1374–1382. DOI: 10.1021/acsomega.6b00308.
6. Z. Demchuk, O. Shevchuk, I. Tarnavchyk, V. Kirianchuk, A. Kohut, S. Voronov, A. Voronov Free Radical Polymerization Behavior of the Vinyl Monomers from Plant Oil Triglycerides ACS Sustainable Chem. Eng., 2016, 4 (12), pp. 6974–6980. DOI: 10.1021/acssuschemeng.6b01890.

CONTINUOUS SYNTHESIS OF POLYMERIC AND COLLOIDAL MATERIALS

Musyanovych A.V.
Fraunhofer Institute for Microengineering and Microsystems IMM, Mainz, Germany
anna.musyanovych@imm.fraunhofer.de

The expansion of scientific publications on flow chemistry over the past decades has been remarkable. Every industrial process is designed to produce a desired product in the most economical way. One of the major challenges is to achieve reproducible and constant product quality. Although a large number of technologies have been developed for the batch formulation of particles and capsules, the reproducible production of larger quantities still remains a challenge for many formulations of micro- and nanoparticulate systems.

At Fraunhofer IMM, microreaction technology and continuous processes for the synthesis and formulation of nanomaterials are being developed, offering a number of unique advantages compared to batch methods, in regard to reproducibility and scalability. In combination with inline/online analytical methods, a new level of process and quality control can be achieved.

Fig. 1.Lab-scale set-up for the continuous encapsulation of hydrophobic agents in polymeric micro- and nanoparticles through emulsification/solvent evaporation.

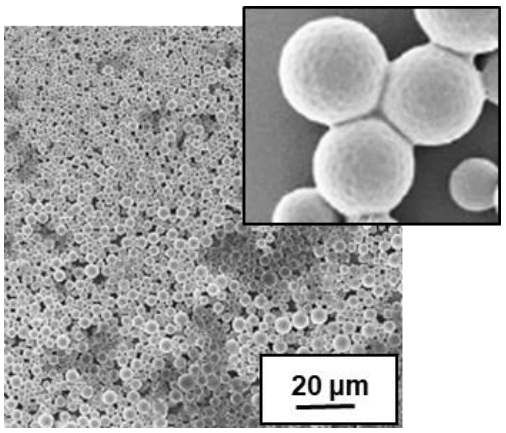


Fig. 2. Crosslinked starch microcapsules loaded with hydrophobic oil.

BIO-BENIGN HYBRID MOLECULAR BRUSHES WITH CHITOSAN BACKBONE

Sidorenko, A., Chawathe, M., Enright, T., Hall, D., Walsh, C.
University of the Sciences, Philadelphia, USA
a.sidorenko@usciences.edu

Hybrid molecular brushes (HMBs) are macromolecular constructs made up of a backbone polymer and side-chain polymers with distinct properties. If exposed to a changing environment, these structures are capable of changing conformation and adjusting to the specific environment or interactions with living cells. Therefore bio-benign HMBs are of great interest as drug delivery agents, in particular for topical medicine and cosmetic applications. We focus our research on HMBs with chitosan (CHI) backbone as a biodegradable and non-toxic natural polymer with chemical functions that are convenient for side-chain anchoring. However, limited miscibility with various solvents and low stability in oxidative environment of CHI requires attention to the mechanism and conditions of side-chain grafting. Moreover, characterization of the HMBs of complex architecture is a challenge. This communication outlines synthetic approaches and methods of characterization of HMBs composed of CHI backbone and various side chains that has been developed in our group. We will highlight four model HMB systems based on CHI backbone:

- CHI-graft-Polyacrylamide-graft-Polystyrene (not bio-benign, amphiphilic model, Fig. 1)
- CHI-graft-Polyacryamide-graft-Polyacrylic acid (not bio-benign, zwitterionic model)
- CHI-graft-Polylactic acid-graft-Poly(N-vinyl-2-pyrrolidon) (bio-benign HMB, Fig. 2)
- CHI-graft-Poly(L-lysine)-graft-Poly(L-leucine) (antimicrobial peptide HMB).

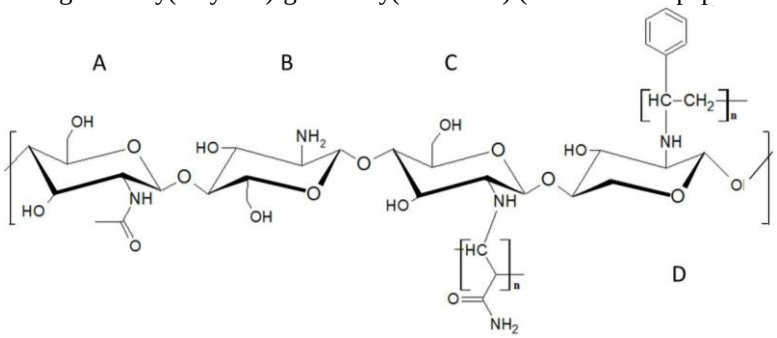


Figure 1. Molecular structure of CHI-g-PAAm-g-PS HMB. The backbone of CHI consists of two units: N-acetyl-D-glucosamine (A, approximately 15%) and D-glucosamine (B). Grafting of hydrophilic polyacrylamide (C) and hydrophobic polystyrene (D) results in amphiphilic HMB.

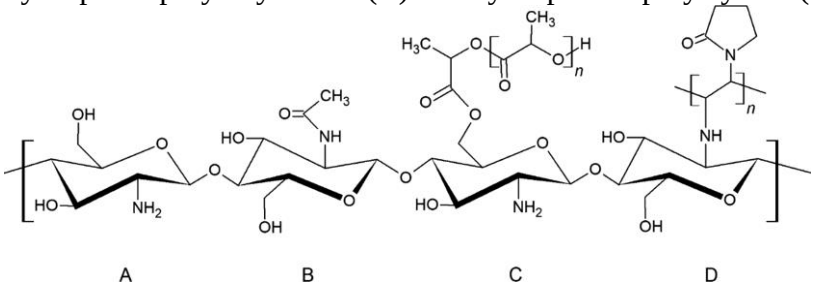


Figure 2. Molecular structure of the chitosan-based hybrid molecular brush. (A, B) Backbone of CHI as in Figure 1. (C) Grafting of hydrophobic poly(L-lactic acid) PLA results in CHI-g-PLA MB. (D) Further grafting of PNVP produces an amphiphilic HMB that can be represented by the entire structures A–D.

SURFACE MIGRATION ACTIVITY OF PERFLUOROPOLYETHER-BASED MOLECULAR BOTTLEBRUSH

Igor Luzinov, Liying Wei, Sidong Tu, Olga Kuksenok,
Department of Materials Science and Engineering, Clemson University, Clemson, South Carolina 29634, USA

For decades, water and oil repellency of fiber forming thermoplastics has been achieved with introduction of long-chain perfluoroalkyl substances and moieties (PFASs, C_nF_{2n+1}, $n \geq 7$). However, they have been phased out of industrial production and textile applications due to their bioaccumulative and toxicological impact. To this end, we synthesized novel perfluoropolyerther (PFPE)-based methacrylate monomer (FM) by reacting PFPE-based alcohol with methacryloyl chloride. The resulting monomer was polymerized radically to obtain PFPE-based fluorinated polymer(PFM). The polymer does not possess long-chain perfluoroalkyl segments and has structure of molecular bottlebrush where relatively long side chains are anchored to the linear backbone at high grafting densities. In our study the polymer was used as a low-surface energy additive for modification of industrial fiber forming thermoplastics. It was found that PFM, when added to polyethylene terephthalate (PET), nylon 6, and poly(methyl methacrylate) (PMMA) films, readily migrates to the film surface and brings significant water and oil repellency to the thermoplastic boundary. The addition of this PFM polymer to thermoplastics, even at quite low concentration, allows the polymer films reaching a level of oil wettability and surface energy lower than that of polytetrafluoroethylene (PTFE/Teflon). We associate this efficiency of the polymer in achieving high water and oil repellency with its ability to form molecular bottlebrush nanoscale layer on polymer film surfaces. Therefore, the polymer can be considered as safer replacement for additives containing long-chain perfluoroalkyl substances.

DEFECTS FORMED DURING CROSSLINKING IN POLYMER COATINGS

Stuart G. Croll

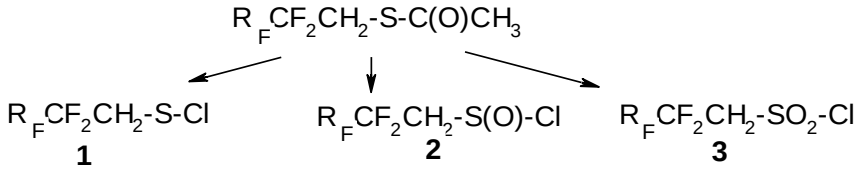
Department of Coatings and Polymeric Materials, North Dakota State University, Fargo, USA
Stuart.Croll@ndsu.edu

Crosslinked organic polymers are common in a wide variety of coatings and composites, because they have superior mechanical properties and can be made to resist a wide variety of chemical and physical attack. Choosing and designing a crosslinked polymer requires understanding how the precursor chemistry, functionality and curing regime affect the structure and performance of the resulting network. Despite the best efforts of polymer chemists, formulation scientists and coating applicators the resulting polymer networks contain defects and, for example, eventually allow corrosion to start below a coating. Network formation is studied using coarse-grained molecular dynamics of two-component reactive polymer systems typical of those used in coatings. They are followed during the reactions and are characterised by conversion at the gel point, the number of elastically active chains, cycle rank and the number of elastically active junctions. The networks are found to contain significant heterogeneities where the network is less densely crosslinked and where significant structures do not form part of the overall network. Comparing the results to conventional predictions of the likely properties of an ideal network, e.g. by Miller-Macosko theory, shows that the mechanical properties will be less than hoped for. Heterogeneities are the result of how the many crosslinking material clusters meet and the incomplete reactions due to steric restrictions. These defects may be large enough that ionic species and water molecules can pass and so cause corrosion to occur and they can permit cavitation and thus fracture when the network is stressed.

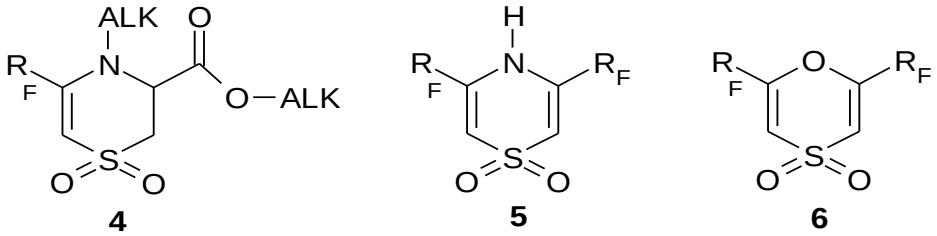
1,1-DIHYDRIPOLYFLUOROALKYLSULFENYL,- SULFINYL- AND SULFONYL CHLORIDES.
NEW TYPES OF FLUOROCONTAINING SULFUR ACID CHLORIDES

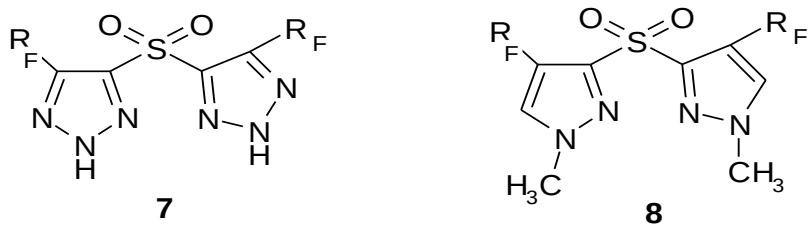
Shermolovich Yu.G., [1*] Siry S.A.,[1] Ogurok V.M., [1] Borodkin Ya.S. [1]
[1]Institute of Organic Chemistry NAS of Ukraine, Ukraine, sherm@ioch.kiev.ua

The convenient methods for the synthesis of chlorides **1,2,3** were elaborated based on the usage of S-(polyfluoroalkyl)thioacetates [1-3]. .

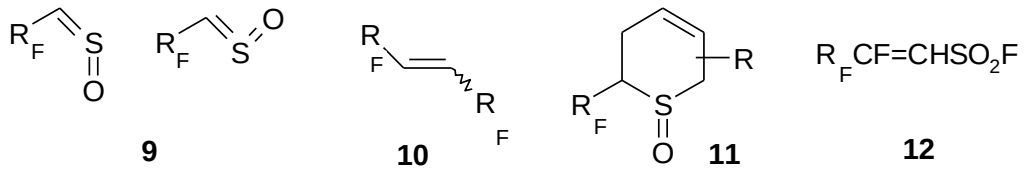


The principles of the compounds **1-3** synthetic application are based on the modification of the sulfur atom valence state and on the dehydrofluorination reactions. Thus sulfenyl chlorides **1** and sulfides $R_FCF_2CH_2SCH_2CF_2R_F$ were used for the synthesis of 1,4-thiazine **4,5** [1,2] and 1,4-oxathiane **6**[1] derivatives as well as bis triazoles **7** and bis pyrazoles derivatives **8.**





The dehydrochlorination of sulfinyl chloides **2** leads to the formation of new polyfluoroalkylsulfines (fluorinated thioaldehyde-S-oxides) **9** [3]. The thermal decomposition of the obtained sufines leads to the formation of the symmetrical polyfluorinated alkenes **10** and their reactions with 1,3-dienes give 2-(polyfluoroalkyl)-3,6-dihydro-2*H*-thiopyran-1-oxides **11**.



The first representatives of the practically unknown type of vinyl sulfonyl fluorides **12** with fragment $CF=CHSO_2$ were prepared by dehydrochlorination of sulfonyl chlorides **3.**

References

1. Yu.G.Shermolovich *et al*. J.FLUOR.CHEM. 168 (2014) 137
2. Yu.G.Shermolovich *et al*. J.FLUOR.CHEM. 182 (2016) 47
3. Yu.G.Shermolovich *et al*. J.FLUOR.CHEM. 189 (2016) 119

NEW CONDENSED 1,2,3-TRIAZOLES AND PROSPECTS OF THEIR USE IN THE DISCOVERY OF ANTITUMOR AND ANTIMICROBIAL AGENTS

Pokhodylo N.T.[1], Tupychak M. A.[1], Finiuk N.S. [1,2] Obushak M.D.[1]
[1]Ivan Franko National University of Lviv, Kyryla and Mefodiya Str., 6, 79005 Lviv, Ukraine,
[2]Institute of Cell Biology of National Academy of Sciences of Ukraine, Drahomanov St., 14/16, 79005 Lviv, Ukraine
e-mail nazariy.pokhodylo@lnu.edu.ua

Over the last twenty years, 1,2,3-triazoles condensed with other heterocycles have been actively used for biomedical research. It should be noted that they entered the practice of drug discovery almost a hundred years ago, when the study of 8-azapurines (1,2,3-triazolo[4,5-d]pyrimidines) as chemotherapeutic agents for the treatment of various diseases was started. Nowadays condensed 1,2,3-triazoles are actively studied for antitumor and antimicrobial agent discovery.

In recent years, we have studied various approaches for the construction of new molecular scaffolds containing condensed 1,2,3-triazoles for the discovery of biologically active compounds. In particular, a convenient approach to the synthesis of condensed 1,2,3-triazoles based on Dimroth type anionic condensation of azides with methylene active compounds with subsequent annelation of a new heterocyclic ring was examined. It should be noted that the annelation of the condensed heterocyclic system can occur as a one-pot domino process. We have recently been able to implement a new type of such reaction. It was found that during the reaction of arylazides with malononitrile dimer, using the base-catalysis, the formed intermediate triazole underwent spontaneous cyclization, which led to polyfunctional [1,2,3]triazolo[4,5-b]pyridines **1**. We have also developed a convenient multistep synthetic approach to 4H-[1,2,3]triazolo[4,5-d]pyridazin-4-ones **2**. The method is based on a selective synthesis of ethyl 1-aryl-5-formyl-1H-1,2,3-triazole-4-carboxylates as precursors for annelation of the pyridazine ring. The 2-substituted azides are convenient precursors for the synthesis of 1,5-fused triazoles. Thus, via the reaction of aromatic azides with a carboxyl or nitrile group in the ortho position with activated acetynitriles, the new [1,2,3]triazolo[1,5-a]pyrimidines **3**: [1,2,3]triazolo[1,5-a]quinazolines and isomeric thieno[2,3-e and 3,2-e][1,2,3]triazolo[1,5-a]pyrimidines were prepared. For the condensation of inactive methylene substituents in position 5 of triazole, we proposed to activate it with the sulfonyl group. Thus, we obtained 5- (ethylthiomethyl)-1H-1,2,3-triazole, which as a result of further oxidation of the sulfide fragment to the sulfonyl group, and an action of sodium hydride led to [1,2,3]triazolo[1,5-a]quinolines **4**. Aliphatic azides with an adjacent functional group are also convenient precursors of 1,5-fused triazoles via Huisgen 1,3-dipolar cycloaddition. We developed a convenient method for the synthesis of 3-aryl-2-azidopropanoic acids using the Meerwein reaction and studied them in the Ugi reaction with various amines 2, aldehydes 3 and isonitriles 4. The corresponding linear peptidomimetics contained groups, in particular the azido group and dipolarophiles, which allowed their "crosslinking" by 1,3-dipolar Huisgen cyclization to form [1,2,3]triazolo[1,5-a]pyrazines **5**.

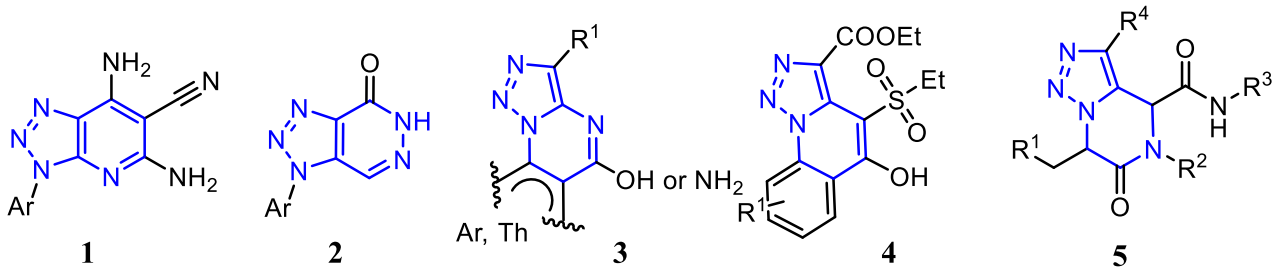


Fig. 1. Examples of the studied condensed 1,2,3-triazole systems

This work was supported by the National Research Foundation of Ukraine (project 2020.01/0166 “New azole and cage-like agents against cancer and pathogenic microorganisms”)

NEW PROMISING ANTICANCER STUDIES OF 5-ENE-2-ARYLAMINOTHIAZOL-4(*5H*)-ONES

Ivanna Subtelna[1], Anna Kryshchyshyn[1], Robert Kralovics[2], Roman Lesyk[1]
[1]Department of Pharmaceutical, Organic and Bioorganic Chemistry, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Pekarska 69, 79010, Lviv, Ukraine.
[2]Research Center for Molecular Medicine of the Austrian Academy of Science, Lazarettgasse 14, AKH BT 25.3, A-1090 Vienna, Austria.
Corresponding author: Ivanna Subtelna, subtelna@gmail.com

Key words: 5-ene-2-arylaminothiazol-4(*5H*)-ones, one-pot three-component reaction, Knoevenagel reaction, anticancer activity.

Introduction. In the group of five membered heterocycles 2-substituted-thiazol-4(5*H*)-ones are prominent because of wide range of biological activity: anti-inflammatory, anticancer, antioxidant, etc. In this group a lot of compounds with selective activity against leukemia cell lines had been identified.

Methods. Structure-based drug design, organic chemistry, biological assays, SAR.

Results. A series of novel compounds were designed and synthesized, their chemical structures were confirmed by analytical and spectral data (^{1}H and ^{13}C NMR, LC-MS, EI-MS). The obtained SAR data show that almost all tested 5-ene-2-arylaminothiazol-4(*5H*)-ones were characterized by IC_{50} values lower or comparable to control drug Chlorambucil. Although, 2 hit-compounds that inhibited growth of 4 lines (Baf3p, Baf3p del52, Baf3p_MPL_ins5 and Dami) in submicromolar concentrations may be singled out: 5-(2-ethoxybenzylidene)-2-(4-hydroxyphenylamino)-thiazol-4-one and 5-(2-methoxybenzylidene)-2-(4-hydroxyphenylamino)-thiazol-4-one. Study of anticancer activity towards cell lines of different cancer types allowed to identify a hit-compound inhibiting growth of Paclitaxel-resistant myeloid leukemia cell line K562-TAX.

Discussion. Target 5-ene-2-arylaminothiazol-4(*5H*)-ones were synthesized by one-pot methodology involving reaction of arylthioureas with chloroacetic acid and appropriate aromatic aldehydes in the presence of sodium acetate under refluxing in acetic acid as described previously. Anticancer activity screening of 5-ene-2-arylaminothiazol-4(*5H*)-ones was performed on the following cell lines: Baf3p; Baf3p del52; resbaf3p CALM_WT; Baf3p_MPL_ins5; KBM7_SLF N233; KBM7_WT; Dami; HL-60; Jurkat and K-562. There were found preferable ways for the lead-compounds optimization by SAR-analysis.

Conclusions. 5-Ene-2-arylaminothiazol-4(5H)-ones are promising drug-like molecules for design of new medicines for treatment of leukemia resistant forms.

Acknowledgement:
The study was supported by Cedars - Sinai Medical Center's International Research and Innovation in Medicine Program and the Association for Regional Cooperation in the Fields of Health, Science and Technology (RECOOP HST Association).

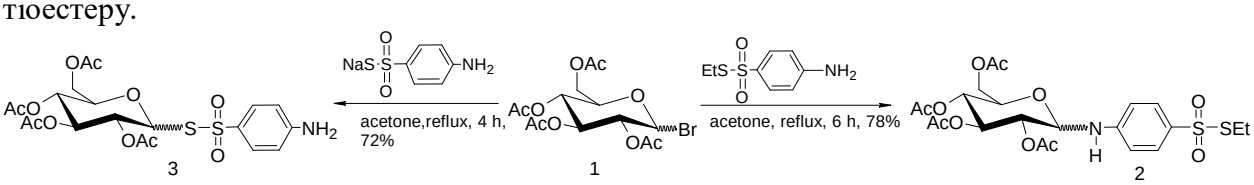
НОВІ СУЛЬФУРОВМІСНІ ПОХІДНІ САХАРИДІВ: СИНТЕЗ ТА ВЛАСТИВОСТІ

Орест Гевусь, Віра Лубенець
Національний університет «Львівська політехніка»
Україна, м. Львів, вул. С.Бандери 12. ogevus@gmail.com

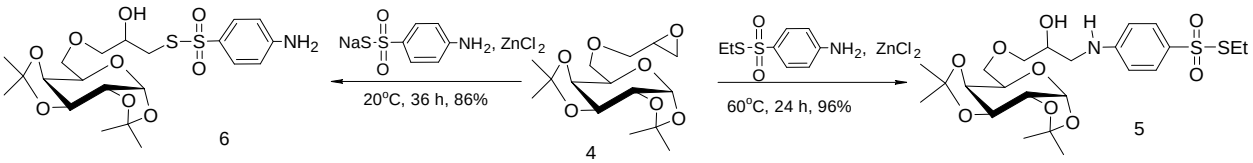
На сьогодні надзвичайно важливим є створення нових біологічно активних речовин - - лікарських субстанцій та засобів захисту обладнання, сировини та матеріалів від біопошкоджень мікроорганізмами, збитки від яких сягають величезних масштабів. Причому, на перший план стає одержання водорозчинних біологічно активних речовин з низькою токсичністю для людини.

Нами синтезовано декілька нових типів похідних пара-амінобензентіосульфокислоти, що містять фрагменти глюкози або галактози у тіольній або сульфонатній складовій молекули. Ми сподівались, що введення таких гідрофільних фрагментів не тільки покращить розчинність тіосульфонатів у воді, але і надасть їм нові види біоактивності.

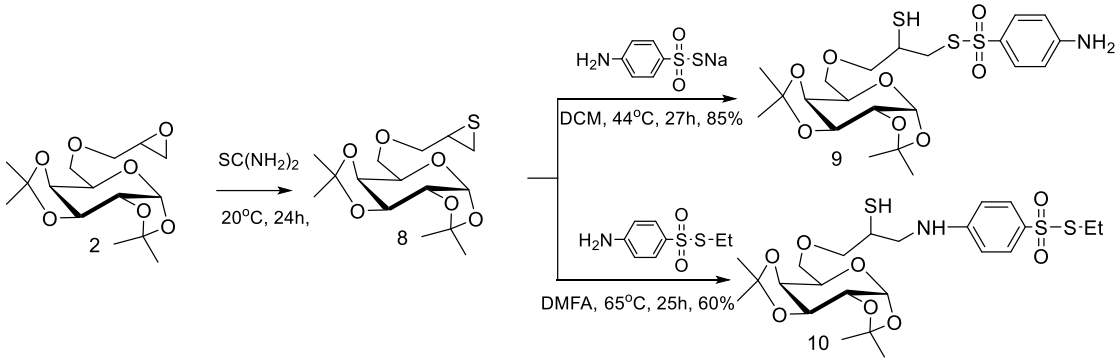
Реакцією α-бромотетраацетилглюкопіранози (*1*) з S-етил-4-амінобензенсульфотіонатом (EtEs) та натрій амінобензенсульфотіонатом (NaEs) синтезовано похідні есулану з глюкопіранозидним замісником у сульфокислотній (*2*) або тіольній (*3*) складових тіоестеру.



Взаємодією 6-гліцидил-1,2;3,4-діізопропіліденгалактопіранози(*4)* з EtEs та NaEs одержано галактопіранозидні похідні есулану *5* та *6*:



Синтезовано новий сахаридовмісний тііран *8,* який одержано реакцією епоксиду *4* з тіосечовиною і його основі - сульфотіонати *9* та *10,* які містятьу молекулі тіольні групи.



Результати прогнозованого скринінгу біологічної активності одержаних сахаридовмісних тіосульфоестерів свідчать про перспективність їх подальших досліджень на специфічну протигрибкову, протизапальну та антивірусну активність.

НОВІ ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ВОДИ І ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ

Покотило О.С.[1], Вихованець Б.О.[2], Покотило О.О.[3], Колихалін О.А.[1]
[1] Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
[2] Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
[3] Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського
Pokotylo_oleg@ukr.net

Актуальність дослідження показників безпечності і якості води на сьогодні обумовлена зростаючим погіршенням екологічної ситуації у світі, що має безпосередній вплив на стратегічно надважливий ресурс для людства – воду. Щодо України, то в останні роки дана проблема водного забезпечення висвітлюється у двох напрямках – зменшенні питної води в окремих регіонах і погіршення її якості.

Згідно Державних санітарних норм і правил ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» її характеризують за *санітарно-хімічними показниками* безпечності та якості питної води (запах, кольоровість, мутність, смак і присмак), *фізико-хімічними показниками* (водневий показник, діоксид вуглецю, загальне залізо, загальна жорсткість, загальна лужність, йод, кальцій, магній, марганець, мідь, поліфосфати, сульфати, сухий залишок, хлор залишковий вільний, хлориди, цинк), органічними показниками (хлор залишковий зв'язаний), *санітарно-токсикологічними показниками* (Нітрати (NO3), Нітрити (NO2), Фтор (F), Свинець (Pb), Миш'як (As), Ртуть (Hg), Ціаніди (Cn), Алюміній (Al), Молібден (Mo), Селен (Se), Стронцій (Sr) Берилій (Be)), бактеріологічними показниками (Мікробне число, Колі-індекс, Колі-титр).

Останнім часом зростає інтерес до відносно нового показника води, як і біологічних рідин організму, - ОВП (окисно-відновного потенціалу) або Редокс-потенціалу. Цей показник не нормується ні в ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», який визначає якість питної води в Україні, його немає в документах Всесвітньої організації охорони здоров'я, також відсутній він у стандартах питної води і Європейських країн. Проте збільшується кількість досліджень про позитивний вплив від'ємного ОВП води на ряд функцій організму при різних патологічних станах. Одночасно науково обґрунтовано вказується на позитивний вплив водневої води, тобто насиченої молекулярним воднем і яка теж корегує із від'ємним Редокс-потенціалом. В Японії при окремих патологічних станах організму прописують у медичних протоколах водневу воду, як допоміжний корегуючий засіб. Відомо, що вода із від'ємним ОВП є електронно-донорною або католітною і здатна ліквідувати дефіцит електронів, який виникає при усіх хворобах і збільшується у старіючому організмі. Тобто католітна вода з від'ємним ОВП від -50 мВ до -300-400 мВ здатна оздоровлювати організм. Доведено в експериментальних і клінічних дослідженнях антиоксидантну, антиапоптичну, протизапальну дію водневої води. З іншого боку, відомо, що в організмі людини загалом і зокрема у тих чи інших біологічних рідинах ОВП знаходиться теж у від'ємних значеннях. Очевидним постає заключення, що організм потребує такої за зарядом рідини з якої він і складається. Науково доведено, що ряд свіжих овочевих і фруктових соків теж мають від'ємний ОВП. Також слід зазначити, що здавна відомі цілющі джерела типу «Нафтуся» теж мають воду з від'ємним ОВП і насичену вільними електронами. Незаперечним є факт, що одним із вагових факторів, які доказово впливають на довголіття, є особлива «жива» вода, яка характеризується від'ємним редокс-потенціалом. Підсумовуючи вище сказане, залишається висловити надію, що показник ОВП води буде оправдано внесений до світових стандартів якості води.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛЯНИЦІ УКРАЇНСЬКОЇ З ДОДАВАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ ОЛІЙ

Пташник О.С., д.б.н., професор Покотило О.С.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна
ptashnykoleh@gmail.com

Для розвитку харчової промисловості в Україні і світі надзвичайно важливим напрямком є розробка технології продуктів високої якості, збагачених біологічно активними речовинами – поліненасиченими жирними кислотами, поліфенолами, харчовими волокнами, та елементами, які підвищують харчову цінність виробу вітамінами, мікро- і макроелементами, внаслідок чого забезпечується профілактика захворювань населення.

Зміни в раціоні харчування, що відбулись напротязі останніх десятиліть і характеризуються споживанням надмірної кількості рафінованих та висококалорійних продуктів негативно впливають на функціонування організму, здоровя внутрішніх органів та шкіри людини. Спричинене це низьким вмістом харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, рослинного білка, мінеральних речовин та вітамінів, і довготривале їх обмеження може спричинити низку так званих «цивілізаційних хвороб», які в сиву давнину не мали місця в житті молодого і працездатного населення, а останнім часом усе частіше спостерігаються власне у молоді. І одним з важливих завдань для харчової промисловості є забезпечення балансу поживних речовин для функціонування організму людини і попередження розвитку небажаних хвороб молодого населення.

В сучасному вищезгаданому раціоні, багатому в Омега 6 та Омега 9 жирні кислоти власне чітко спостерігається потреба в Омега 3 жирних кислотах, для нормалізування балансу Омега 3-6-9 жирних кислот в організмі людини. А отже одним з найбільш перспективних напрямків є збагачення популярних харчових продуктів, таких як хліб та хлібні вироби, поліненасиченими жирними кислотами, а зокрема альфа-ліноленовою (ALA) кислотою, що є одною з основних Омега 3 поліненасичених жирних кислот, яку можна отримати з продукції рослинного походження. Найбільш поширеним джерелом якої є льон, а зокрема лляна олія та насіння льону, багате в олії і складається всередньому в 50% з ALA.

Сьогодні пшеничне борошно є чи не найбільш розповсюдженою сировиною для виробництва хліба та хлібних виробів, а паляниця українська - це традиційний український хлібний виріб, плеската кругла хлібина, з переважним вмістом пшеничного борошна. Поверхня хлібини трішки мучиста з хрусткою скоринкою-козирком, яка утворюється внаслідок надрізу на хлібі перед випічкою, яка є символом культури, гостинності, прихильності, обереговим та ритуальним знаком.

А отже покращувати раціон харчування на її базі – це чудова можливість для збагачення раціону харчування поживними речовинами і забезпечення здоров'я населення.

РОЗРОБКА НОВИХ ЕФЕКТИВНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН СОЇ (*GLYCINEMAX*) НА ОСНОВІ СИНТЕТИЧНИХ ПОХІДНИХ ПІРИМІДИНУ

Мінаєва І.В., Циганкова В.А., Пільо С.Г., Ключко С.В., Броварець В.С.
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України,
відділ №2 хімії біоактивних азотовмісних гетероциклічних основ
м. Київ, Україна, e-mail: genetic_engineering@ukr.net

Робота присвячена пошуку нових біологічно активних сполук, які виявляють споріднену до природних гормонів рослин ауксинів активність серед синтетичних похідних піримідину, сполук: №1 –2-етилсульфаніл-6-метилпіримідин-4-ол, №2 – 6-метил-2-пропілсульфаніл піримідин-4-ол, №3 – 2-бензилсульфаніл-6-метилпіримідин-4-ол,№4 – 2-ізопропіл-6-метил-піримідин-4-ол, №5 – 4-гідроксипіримідин-2-тіолят натрію, № 6 – 2-метилсульфанілпіримідин-4-ол, №7 – 2-бензилсульфанілпіримідин-4-ол.

Проведено порівняльний аналіз регулюючої ріст та розвиток рослин сої (*Glycinemax*) органічної сертифікованої без ГМО активності синтетичних сполук,похідних піримідину, застосованих у концентрації 10^{-7}М, з активністю природного ауксину ІОК (2-(1*H*-індол-3-іл)оцтова кислота), синтетичного ауксину 2,4-Д (2,4-дихлорофенокси)оцтова кислота), атакож регуляторів росту рослин: Івіну (похідний N-оксид-2,6-диметилпіридину), Метіуру і Каметуру (похідні натрієвої та калієвої солей 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипиримідину), застосованих в аналогічній концентрації.

Встановлено, що за умов обробки насіння сої новими синтетичними сполуками № 1 - 7 у рослин зростали біометричні показники, у середньому: маса рослин – на 11,9 – 69,3 %, маса коренів – на 18,8 – 37,5 %, довжина пагонів - на 5,2 – 25,1 %, довжина головного кореня на 4,5 – 19,3 %, кількість бічних коренів – на 6,9 – 57,8 %, довжина бічних коренів – на 7,7 – 77,7 %, кількість листів – на 4,6 – 70,0 %.

За умов обробки насіння сої синтетичними регуляторами росту рослин Метіуром, Каметуром, Івіном та синтетичним ауксином 2,4-Д у рослин зростали біометричні показники, у середньому: маса рослин – на 38,6 – 76,2 %, маса коренів – на 25,0 – 81,3 %, довжина пагонів - на 12,2 – 22,9 %, довжина головного кореня - на 0,9 - 65,0 %, кількість бічних коренів – на 20,0 – 102,7 %, довжина бічних коренів – на 7,8 – 103,8 %, кількість листів – на 12,0 - 60,0 %.

За умов обробки насіння сої природним ауксином ІОК у рослин зростали біометричні показники, у середньому: маса рослин – на 7,9 %, маса коренів – на 12,5 %, довжина пагонів - на 24,6 %, довжина головного кореня - на 6,8 %, довжина бічних коренів – на 48,2 %, кількість листів – на 53,8 %.

Проведено аналіз взаємозв'язку між хімічною структурою та біологічною активністю досліджених синтетичних сполук. Висловлено припущення, що наявність певних бічних замісників відіграє важливу роль у зв'язуванні цих сполук з активними сайтами молекул-мішеней, що обумовлює їхню високу рістрегулюючу активність.

Запропоновано практичне використання як відібраних нових синтетичних сполук №№ 2, 3 та 7, які виявили найвищу рістрегулюючу активність, так і відомих синтетичних регуляторів росту рослин - Метіуру, Каметуру, Івіну, а також ауксинів ІОК та 2,4-Д для покращення ростових показників рослин сої протягом періоду вегетації.

ОСОБЛИВОСТІ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ПРОФЕСІОНАЛІВ З ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОСМЕТИЧНИХ ПРОДУКТІВ ТА ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Чигиринець О.Е., Сокольський Г.В., Хрокало Л.А.
[a] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
corrosionlife@gmail.com

Сучасний освітній процес перебуває у постійному русі, пов'язаному із реаліями сьогодення, взятого курсу на наближення вітчизняної вищої освіти до стандартів європейської, вимог профільного міністерства та акредитаційних процесів. Це спонукало як кафедру фізичної хімії, так інші підрозділи КПІ ім. Ігоря Сікорського шукати нові підходи та засоби навчання. Так, в умовах пандемії 2020-2021 років кафедра успішно перейшла на змішану форму навчання, виклавши змістовну частину всіх дисциплін (презентацій лекцій, відеозаписи лабораторних робіт тощо) на платформу дистанційного навчання Сікорського.

Бакалаврат 161 спеціальності «Хімічні технології та інженерія» на кафедрі фізичної хімії включає набір дисциплін освітньої програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок». Він відображає як специфіку закладу, так і особливості викладацького складу кафедри. Освітня програма користується попитом серед абітурієнтів. Кількість студентів зростає з часу відкриття у 2013 р.

Торік на хіміко-технологічному факультеті відбувся процес реорганізації освітніх програм рівнів магістра та PhD спеціальності 161 - Хімічні технології та інженерія. Замість програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» для магістрів була створена нова освітня програма «Хімія і технологія органічних матеріалів», освітній процес якої тепер забезпечують кафедри фізичної хімії та органічної хімії і технології органічних речовин. Це призвело до того, що кардинально змінилась не тільки назва програми, але і її зміст. Наповнення освітньої програми перебуває у процесі вдосконалення, на даний час до громадського обговорення запропоновані певні зміни. Тим не менш, час свідчить, що в процесі об'єднання кафедр для підготовки магістрів є і позитивні явища. Власний досвід у навчальному процесі дозволив кафедрам сформувати ефективний навчальний план, про що свідчить поява нових корисних для студентів освітніх компонент.

Одним із напрямків розвитку кафедри фізичної хімії є розширення освітніх та наукових стосунків із іноземними університетами. З 2021 року в рамках Еразмус+ з'явилася можливість відправляти на стажування студентів в університет м. Палермо (Італія). Кафедра фізичної хімії використовує також інструменти подвійної аспірантури. За однією із таких програм спільно з університетом Гранади (Іспанія) навчається аспірант.

Існує проблема, яка викликає необхідність змінювати підходи в освітньому процесі. Наші здобувачі, маючи великий вибір місць для працевлаштування, в першу чергу обирають роботу. Відповідно, менше витрачаючи часу для навчання, на жаль втрачають рівень глибинних знань, проте набирають дещо більше—фахові знання реального виробництва.

Працюючі студенти реально допомагають вирішувати питання організації проведення практик. З огляду на сучасні тенденції, коли МОН України закликає до збільшення у здобувачів практичних навичок, цей факт йде на користь освітньому процесу. Враховуючи, що в Київському регіоні сконцентрована досить велика кількість підприємств з виробництва косметичних продуктів, кафедра має великий вибір місць для проведення практик. За останні роки колектив набув нові контакти з профільними виробництвами, такими як ТОВ ЛУКІЛУК, ТОВ Натуральна Косметика, ТОВ Експерт Косметик, ТОВ Астракосметика, КФФ «Трейд».

Великий відсоток занятості студентів у профільному виробництві є позитивним явищем, оскільки дозволяє у найближчому майбутньому запровадити так звану дуальну освіту, до чого закликає та стимулює університет КПІ ім. Ігоря Сікорського. Ця форма навчання дозволить нашим студентам максимально наблизитись до знань та проблем реального виробництва. Процес впровадження дуальної освіти на кафедрі знаходиться в стадії опрацювання.

ДІОКСИД ТИТАНУ: ФОТОТОКСИЧНІСТЬ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ ДЛЯ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСТОСУВАНЬ

Сокольський Г.В.[1], Чигиринець О.Е.[1], Гаюк Н.В.[2], Ковінчук І.В.[1]
Мельник А.В.
[1]КПІ імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, e-mail: georgii.sokolsky@gmail.com
[2]Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Діоксид титану(ДТ) широко використовується для захисту шкіри людини у складі сонцезахисних косметичних засобів. Він є неорганічним УФ-фільтром та розсіює, відбиває й поглинає УФ-випромінювання. Безпечною в рецептурах для виробників багатьох країн вважається концентрація до 25% ДТ. Нанодисперсний діоксид титану (НДТ) — один з небагатьох наноматеріалів, офіційно дозволених в ЄС до використання у косметиці. Однак наряду із рядом екологічних проблем, що породжує присутність ДТ у сонцезахисних засобах: руйнівний вплив на коралові рифи, морські біогеоценози тощо з'явилися дані про токсичність даного оксиду. З 2018 р. ряд Європейських країн заборонили використання ДТ як харчової добавки. Серед інших проблем, звертає увагу значна фотокаталітична активність цього оксиду, що має бути зменшена при застосуванні в косметиці. Саме розгляду цієї проблеми присвячена дана робота.

Поліморфні видозміни ДТ — анатаз і рутил забезпечують захист від УФ у широкому діапазоні від UVA II до UVB. Дані напівпровідники (НП) мають ширину забороненої зони: рутил — 3,0 еВ; анатаз — 3,2 еВ. Отже, для рутилу смуга поглинання зсунута в область до 400 нм; анатазу — до 380 нм, тобто існує здатність поглинати тільки в УФ-області спектру. Одним із наслідків роботи УФ-блокатора під дією кванту УФ-випромінювання є перехід електрону у зону провідності НП , а також створення дірки у валентній зоні, що забезпечує можливість їх взаємодії на поверхні з середовищем, генерацію вільних радикалів та деградації органічних сполук.

Органічні або неорганічні стабілізатори часто використовуються для уможливлення безпечного введення наночастинок (НЧ) ДТ у споживчі продукти. В косметичній промисловості прийнято використовувати ДТ рутил стабілізований кремнеземом. Однак після вивільнення стабілізованих НЧ у навколишнє середовище існує невизначеність щодо токсикологічних властивостей НЧ через стабілізатори та результуючу біоакумуляцію в організмах. Слід враховувати, що за рахунок так званого "coupling" ефекту, поєднання ДТ з більш провідними речовинами покращує фотоактивність (наприклад, прийнято застосовувати для фотокаталізу ДТ анатаз : рутил = 4 : 1). Наразі ця проблема активно досліджується. Також використовують ефекти допування ДТ тощо. Однак ефекти допування можуть бути протилежними очікуваним: нами показано, що присутність у структурі ДТ катіонів Ti^{3+}є небажаною для косметичних застосувань ДТ.

Нами перевірено органічний стабілізатор мальтодекстрин, синтезований за методикою [1]. Стабілізований зразок ДТ перевіряли на біотоксичність ракоподібними роду *Daphnia*. Результати підтвердили позитивний ефект додавання мальтодекстрину. Перспективним підходом є поєднати ДТ у композитні матеріали з алюмосилікатними нанотрубками, наприклад, галуазіту, що мають ізоляторні властивості, використавши їх здатність до контрольованого вивільнення активних компонентів, що будуть запобігати накопиченню активних форм кисню протягом експлуатації косметичного засобу.

Отже, проблема фототоксичності ДТ у косметичних застосуваннях існує, підходи та методики зниження останньої наразі активно розробляються.

1. Щербаков А. Б. та ін. Патент РФ. МПК A61K 33/24 (2006.01), A61K 47/36 (2006.01), A61P 39/06 (2006.01), A61J 3/00 (2006.01), B82B 3/00 (2006.01), B82Y 5/00 (2011.01). № 2 484 832, заявл. 04.04.2012; опубл. 20.06.2013. Бюл. № 17.

APPLICATION OF UNIQUE PROPERTIES OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES IN THE DIFFERENT AREAS

Vadym Kovalenko, Valerii Kotok, Anastasiia Borysenko, Olexandra Zima
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine,
vadimchem@gmail.com

In modern chemical technologies, medicine, and analysis the most perspective substances are universal, easy changing for different requirements. These substances must be single "bricks" for the construction of materials, similar to the "LEGO" constructor. Layered Double Hydroxides (LDHs) have unique properties and could be for the synthesis of different substances for a wide range of applications.

What is LHD? For the answer to this question, metal hydroxide must be analyzed. Well known, that divalent metal hydroxide usually exists in two forms:

a) β-form with formula $Me(OH)_2$. This form has a hexagonal crystal structure with an under-layer distance of 4.6 Å, named single-layer lattice. This form has high stability, but lower chemical and electrochemical activity;

a) α-form with formula $3Me(OH)_2*3H_2O$. This form also has a hexagonal crystal structure, but the under-layer distance is 7.6 Å. This lattice is named the double layer because it consists of a regular layer (included Me, O, H) and an irregular layer with crystalline water. This form has higher chemical and electrochemical activity, but lower stability.

Formally, LDH can be obtained by a change in the metal hydroxide lattice (Me-host hydroxide) some Me-host cation to Me-guest cation, for example, Zn^{2+} to Al^{3+}. As a result, extra charge (+3) - (+2) = +1 is obtained in the lattice. But this extra charge can be compensated by intercalation of different anions into the under-layer distance. Therefore general formula of LDH is $Me1^{n+}{}_xMe2^{m+}{}_{1-x,}(OH)_2A^{k-}{}_{(m-n)/k}*0{,}66H_2O$, where are: **Me1** (metal-host) are Me^{2+} (Zn, Ca, Mg, Ni, Co etc); **Me2** (metal guest) are Me^{3+} (Al, Co, Fe etc) or Me^{4+} (Ti, V, Zr etc); **A** – intercalated anion: a) Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-} etc. – usually counter anion from metal salts; b) inorganic functional anions MoO_4^{2-}, CrO_4^{2-}, $[Fe(CN)_6]^{3-}$; c) organic functional anions (drugs, dyes, vitamins etc.).

Therefore it was concluded that LDHs are not a mixture of hydroxides, LDHs are a mono-phase system with a crystal lattice of Me-host hydroxide. LDHs are ionic constructor, which consists of 3 changed parts – Me-host cation, ME-guest cation, and intercalated anions. Also, LDH has ion-exchange properties. Using the different combinations of these three components in the LDH, a wide range of different functional substances can be synthesized.

The most interesting fields of application of LDHs are:

1) Electrocatalytic oxidation of organic and inorganic substances. Application of LDHs with electrochemically active Me-host (Ni, Co) for electrocatalytic oxidation of organic substances based on mediator mechanism of catalytic behavior. Ni-Ti and Ni-Ti-molybdate LDHs were synthesized special for deep electrocatalytic oxidation of formaldehyde.

2) Obtaining the cosmetic pigments. LDHs can be used as colorizing pigments. For colorizing, pigments can be formed by using colored cations of ME-host or Me-guest or colorizing intercalated anions. As a nail polish pigments synthesized LDHs, intercalated by anion of food dye – Indigocarmin, Orange Yellow S, Tartrazine have been synthesized.

3) Pharmaceuticals: «encapsulation» of anionic drugs and using their medicinal properties. Zn-Al LDHs, intercalated by active chlorine form were synthesized as disinfectants.

4) Food additives obtaining. LDHs can be used for obtaining food additives via intercalation in the LDHs or formation of composite with LDH.

5) Sensors: a) Fluorescent sensors. It is possible to synthesize the solid LDHs, intercalated anionic fluorescent-active substances; b) Ion-Selective Electrode. Based on ion-exchange properties, it is possible to synthesize electrode-active LDHs, intercalated anions, which must be detected (for example CrO_4^{2-}, Diclofenac-anion, Ascorbic-anion, etc.)

6) Water purification from anionic pollutants. LDHs can be used for purification from different anionic pollutants, especially organic surfactants, dyes, etc.

ОДЕРЖАННЯ ФОСФАТНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Василенко К.В., Ніколенко М.В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
пр. Гагаріна, 8, 49005 Дніпро, Україна,
e-mail: katrin30.01.92@gmail.com

В наш час фосфатні солі широко використовуються в сільському господарстві, а також в багатьох галузях промисловості: хімічній, харчовій, фармацевтичній, електронній, текстильній тощо. Але для застосування в харчовій та фармацевтичній промисловості до фосфатів пред'являють особливі вимоги не містити токсичні домішки арсену, плюмбуму, d-металів та флуору.

Класичні способи одержання хімічно чистих фосфатів амонію і лужних металів базуються на нейтралізації розчинів харчової ортофосфорної кислоти або її реактивних марок хімічно чистими карбонатами або гідроксидами лужних металів з подальшим упарюванням розчинів солей для їх кристалізації. Очевидно, що висока вартість таких фосфатів визначається вартістю прекурсорів їх синтезу. Розробка альтернативних технологій, які б дозволяли отримувати більш дешеві хімічно чисті фосфатні солі, є актуальними науково-технічними задачами.

В результаті проведених досліджень визначені константи дисоціації ортофосфорної кислоти при варіюванні іонної сили розчинів від 0,25 до 5 од. Визначено, що константи дисоціації H_3PO_4 з ростом іонної сили розчинів змінюються непропорційно.

Дослідження процесів співосадження мікрокількостей сполук Cu(II), Cd(II), As(III), Pb(II) і флуору з гідрофосфатом кальцію показали можливість їх кількісного вилучення з розчинів $CaCl_2$ та амонійних солей ортофосфорної кислоти. Встановлено значний вплив на ефективність процесу співосадження природи мікро- і макрокомпонентів (тобто іонів кальцію або фосфорної кислоти) та кислотності розчинів, з яких видаляються ці домішки.

Розрахунки показали, що для кількісного видалення домішок Cd(II), As(III), Cu(II) і Pb(II) та флуору з розчину $CaCl_2$ слід додати в нього концентрований розчин хімічно чистої фосфорної кислоти із розрахунку не менше 15 г H_3PO_4 на 1 дм^3 розчину хлориду кальцію і шляхом нейтралізації розчином аміаку довести значення його pH до 2,5-3,0 од. Для видалення токсичних домішок з розчину фосфорної кислоти рекомендовано провести співосадження у два етапи: спочатку при pH = 6,0-6,5 видалити сполуки Cd(II), Cu(II) і Pb(II), та флуору на що буде потрібно не менш 4 г $CaCl_2$ на 1 дм^3 кислоти, а потім при pH = 8,0-8,25 видалити залишки арсену, на що знадобиться не менш 13 г $CaCl_2$ на 1 дм^3 розчину.

В результаті проведених експериментів з хімічного осадження ортофосфатів кальцію при pH 4-10 та сталому молярному співвідношенні Ca/P = 1,5 визначено, що у всьому діапазоні pH за температури 20 °C осаджується лише одна метастабільна форма – дигідрат гідрофосфату кальцію (Ca/P = 1,0). Після ізотермічної витримки отриманих суспензій в реакторі високого тиску при 250 °C протягом 6 годин гідрофосфат кальцію повністю дегідратується і частково переходить у більш стабільну форму – гідроксиапатит.

Зроблено висновок, що на відміну від кислотності реакційного середовища вихідне мольне співвідношення Ca/P не визначає базовий склад осадів фосфатів кальцію.

Теоретично і експериментально показано, що способами ізотермічно-ізогідричної одностадійної кристалізації і конверсії після доочистки і амонізації розчину ортофосфорної кислоти можуть бути одержані наступні хімічно чисті продукти: $(NH_4)_2HPO_4$ (з виходом до 82%), $NH_4H_2PO_4$ (до 56%), $Na_2HPO_4{\cdot}12H_2O$ (до 96%), $NaH_2PO_4{\cdot}2H_2O$ (до 100%) та KH_2PO_4 (до 66%).

Експериментально уточнені технологічні параметри процесів твердофазної конденсації синтезованих ортофосфатів, що дозволяє одержувати ще чотири харчові добавки – пірофосфати $Na_4P_2O_7$, $Na_2H_2P_2O_7$, $K_2H_2P_2O_7$ і $Ca_2P_2O_7$. Термічна обробка ортофосфатів істотно розширює асортимент пропонованої продукції.

Poster Presentation

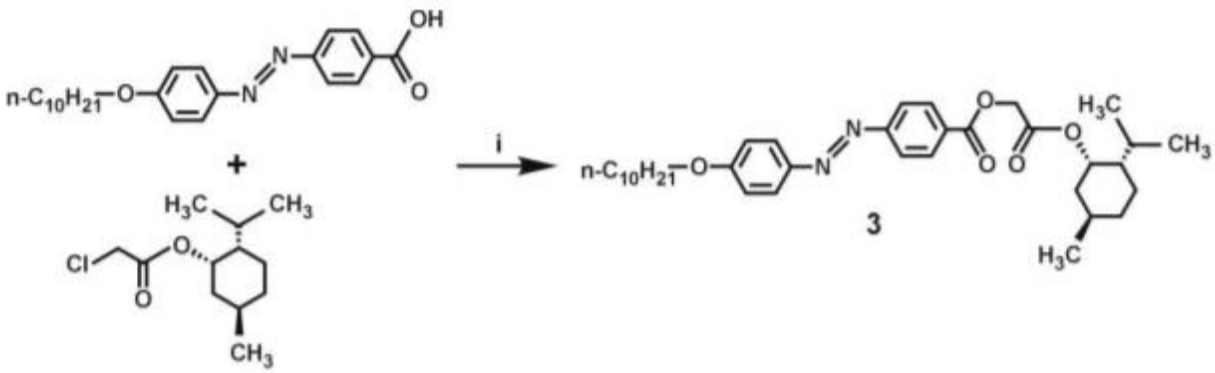
Organic Chemistry

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION CHIRAL DOPANT BASED ON AZO-FRAGMENT AND MENTHOL

V. Chornous[a], A. Grozav[a], M. Vovk[b], Yu. Dmytriv[c,d], A. Rudnichenko[c,e], N. Kasian[f], L. Lisetski[f] and I. Gvozdovskyy[g]*

[a]Department of Medical and Pharmaceutical Chemistry, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine; [b]Department of Mechanisms of Organic Reactions, Institute of Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; [c]Enamine Ltd, Kyiv, Ukraine, [d]Department of Chemical Technology, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; [e]ChemBioCenter, National Taras Shevchenko University, Kyiv, Ukraine; [f]Department of Molecular and Heterostructured Materials, Institute for Scintillation Materials of STC "Institute for Single Crystals" of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine; [g]Department of Optical Quantum Electronics, Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine.

We present the newly synthesized chiral dopant 2-[(2-isopropyl-5-methylcyclohexyl)oxy]-2-oxoethyl 4-{(E)-[4-(decyloxy)phenyl]diazenyl}benzoate (ChD-3501), consisting of azo- and aliphatic fragments together with a chiral center based on l-menthol as a reversible light-controllable chiral dopant. To assess the effects of UV/VIS irradiation and temperature in the isotropic and liquid crystalline (LC) states, we studied the spectral kinetics of ethanol solution of ChD3501, as well as induction of the cholesteric helix when it was dissolved in nematic LC (E7) as a chiral dopant. The concentration dependence of the helical pitch of the induced cholesterics was studied by means on Grandjean-Cano method, and the helical twisting power of ChD-3501 in the nematic host E7 was determined. The reversible trans-cis isomerization of chiral dopandt ChD-3501 in E7 under UV/VIS irradiation was studied, and it has been found that the storage of the cis-isomer at certain constant temperature also leads to the reversible isomerisation, which presents a certain interest for applications



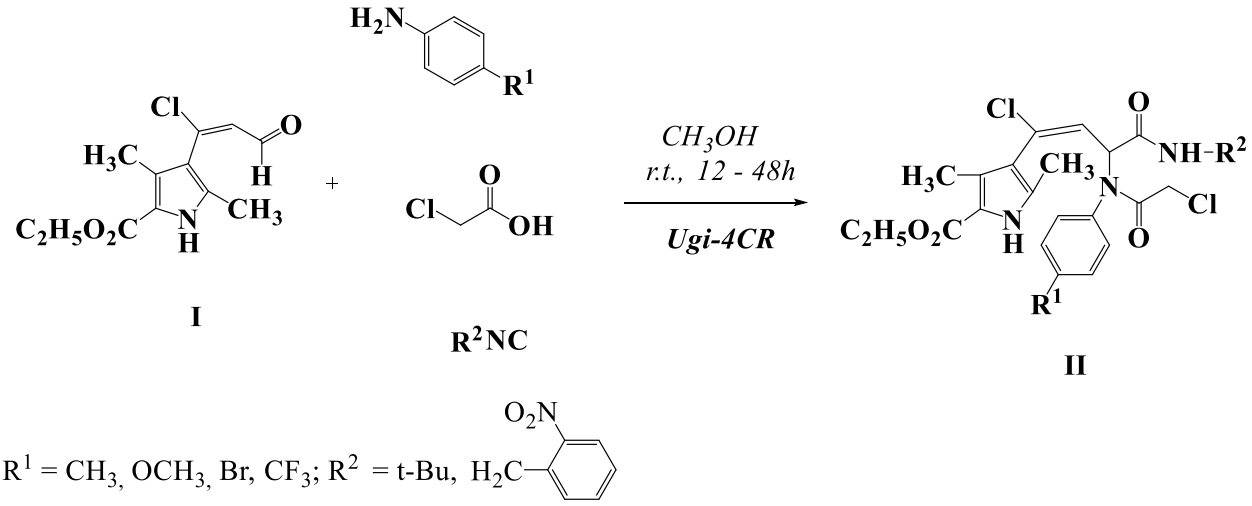
Synthesis of 2-(1R,2S,5R)-[(2-isopropyl-5-methylcyclohexyl)oxy]-2-oxoethyl 4-{(E)-[4-(decyloxy)phenyl]diazenyl}benzoate (3).

β-ХЛОРВІНІЛАЛЬДЕГІДИ У БАГАТОКОМПОНЕНТНІЙ РЕАКЦІЇ УГІ

В.В. Анан'єва[1], О.Й. Міхедькіна[1], І.І. Мельник[1],
О.В. Циганков[1,2], В.А. Чебанов[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут»,
УКРАЇНА, Харків, 61002, вул. Кирпичова,2
geminalsystemsn@gmail.com
[2]Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» НАН України,
УКРАЇНА, Харків, 61072, пр. Науки, 60

Багатокомпонентні реакції, наприклад реакція Угі (Ugi-4CR) є одним із потужних інструментів для створення бібліотек органічних речовин з метою заповнення та систематичного дослідження хімічного простору в рамках концепцій хімії молекулярного різноманіття і медично-орієнтованого синтезу. Робиться це, зокрема, з метою ефективного пошуку нових біологічно активних речовин та нових компонентів функціональних матеріалів.

Модифікація полізаміщеного піролу приводить до молекулярної складності і підвищенню молекулярної різноманітності цільових сполук, а, отже, і до збільшення вірогідності прояву різних видів біологічної активності. Тому вирішення цього завдання на прикладі багатокомпонентних реакцій за участі піроловмісних альдегідів, що містять вільний реакційний центр в α-положенні до карбонільної групи, α-галогенкарбонових кислот, первинних амінів та ізоціанідів є актуальним.



R^1 = CH_3, OCH_3, Br, CF_3; R^2 = t-Bu,

Знайдено, що суміш β-хлорвінілальдегіду **I,** *пара*-заміщеного аніліну, *трет*-бутилізоціаніду або 2-нітробензилізоціаніду та монохлороцтової кислоти за кімнатної температури в середовищі метанолу або етанолу перетворюється на бісамід **II** – продукт чотирьохкомпонентної реакції Угі.

При реалізації альтернативного варіанту цієї реакції (трикомпонентної), з використанням відповідних азометинів, що синтезовані на основі β-хлорвінілальдегіду **I** і ариламінів, за аналогічних умов виділяються ті ж самі продукти Угі **II**.

Отримані сполуки **II** мають декілька реакційних центрів і пірольний цикл у якості фармакофорного фрагменту, а тому, на нашу думку, є перспективними об'єктами для подальших цілеспрямованих трансформацій замісників, в тому числі, з метою побудови нових гетероциклічних систем та утворення можливої комбінації декількох фармакофорних фрагментів.

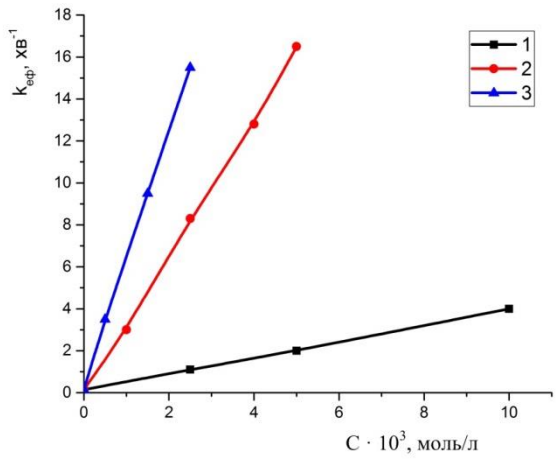
ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ АНТИОКСИДАНТНОЇ ДІЇ КОМПЛЕКСІВ КУПРУМУ З ТІОСЕМІКАРБАЗОНАМИ АРОМАТИЧНИХ АЛЬДЕГІДІВ

Андрійчук Ю.М., Лявинець О.С.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна,
y.andriichuk@chnu.edu.ua

З метою пошуку ефективних антиоксидантів нами отримано комплекси купруму з фізіологічно активними тіосемікарбазонами (ТСК) бензальдегіду, саліцилового альдегіду та 2,4-дигідроксибензальдегіду та вивчено їх антиоксидантні властивості в модельних реакціях з куменгідропероксидом(ГПК) та куменом.

Волюмометричним методом ініційованого окиснення кумену в ДМФА ($V_{кумен} = V_{ДМФА} = 1{:}1$) встановлено, що комплекси купруму з тіосемікарбазонами ароматичних альдегідів є ефективними інгібіторами окиснення, їх ефективність практично не залежить від зміни концентрації. Антиоксидантна здатність комплексів вища, ніж у іонолу.

Для встановлення механізму інгібіторної дії комплексів купруму нами використано реакцію розкладу куменгідропероксиду, оскільки основним продуктом окиснення органічних сполук на ранніх стадіях процесу є гідропероксид ROOH, який може перетворюватися з генеруванням вільних радикалів.



Реакцію проводили за температури 363 К в інертній атмосфері карбон(IV) оксиду, як розчинник використовували ДМФА. Концентраційні залежності ефективної константи швидкості розкладу ГПК за наявності комплексів купруму мають лінійний характер (рис.1).

Рис. 1. Залежність ефективної константи швидкості розкладу ГПК від концентрації комплексів купруму з ТСК: бензальдегіду (1), саліцилового альдегіду (2), 2,4-дигідрокси-бензальдегіду (3).

Досліджуваний процес описується таким кінетичним рівнянням: $W = k_0[ГПК] + k[ГПК][Cu\text{-}ТСК]$. Розраховано значення константи швидкості k (табл.1). Також досліджена температурна залежність константи k.

Таблиця 1

Значення констант швидкості k розкладу ГПК під дією комплексів купруму з ТСК ароматичних альдегідів. Т=363 К, $[ГПК]_0 = 0{,}12$ моль/л

Комплекс	k, л/моль·с
Cu-ТСК бензальдегіду	0,63±0,01
Cu-ТСК саліцилового альдегіду	5,4±0,11
Cu-ТСК 2,4-дигідроксибензальдегіду	10,2±0,14

Тобто, комплекси купруму з ТСК ароматичних альдегідів є каталізаторами розкладу ГПК, незважаючи на наявність у молекулах лігандів достатньо потужних інгібіторних центрів. Каталітична дія координаційних сполук купруму зумовлена утворенням реакційноздатних проміжних комплексів Cu-ТСК-гідропероксид, і подальший розклад відбувається неланцюговим шляхом (індукований напрям відсутній).

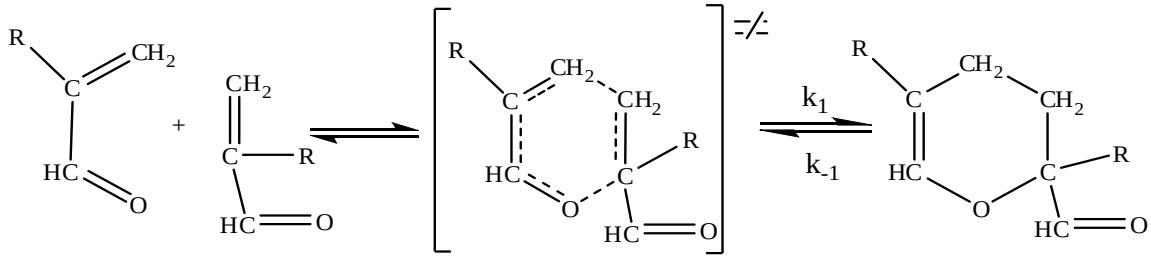
Отже, комплекси купруму з тіосемікарбазонами ароматичних альдегідів є інгібіторами окиснення комбінованої дії, вони руйнують гідропероксиди без генерування вільних радикалів.

ДИМЕРИЗАЦІЯ α-АЛКІЛАКРОЛЕЇНІВ ЗА РЕАКЦІЄЮ ДІЛЬСА-АЛЬДЕРА

Витрикуш Н. М., Колобич С. В., Полюжин І. П., Ятчишин Й. Й.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
nataliya.m.vytrykush@lpnu.ua, Stepan.Kolobych.XT.2018@lpnu.ua, ihor.p.poliuzhyn@lpnu.ua

Сировиною для одержання димерів α-алкілакролеїнів є відповідні альдегіди, які використовуються також для синтезу α-алкілакрилових кислот і їх похідних. Димери α-алкілакролеїнів утворюються як побічні продукти в процесі одержання α-алкілакролеїнів, а тому детальне і цілеспрямоване вивчення дієнової циклізації α-алкілакролеїнів та пошук можливих способів використання їх димерів є актуальною науковою та практичною задачею, вирішення якої дозволить більш ефективно використовувати побічні продукти в процесі одержання α-алкілакролеїнів. Димери α-алкілакролеїнів, як і їхні похідні використовуються для синтезу барвників, пластифікаторів, естерів, циклопентанонів, поверхнево-активних речовин, субстанцій лікарських препаратів.

Димеризація α-алкілакролеїнів відбувається за реакцією Дільса-Альдера, яка залежно від будови і фізичних властивостей початкових речовин протікає з різною швидкістю і здійснюється в різних умовах. Оскільки ця реакція є оборотньою, то її рівновага зміщена вправо при помірній температурі, але при її зростанні зсувається вліво.



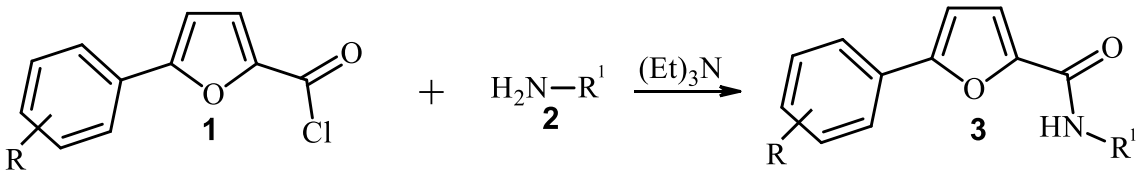
Вивчення кінетичних закономірностей реакцій димеризації α-алкілакролеїнів (алкіл = метил, етил, н-бутил) проводили під тиском в термостатованих скляних ампулах. Реакційні суміші одержання димерів α-алкілакролеїнів та термічного розкладу їх димерів аналізували методом насадкової газо-рідинної хроматографії. Константи швидкості димеризації α-алкілакролеїнів визначали за кінетичним рівнянням другого порядку, а їх термолізу за рівнянням першого порядку, які задовільно описують експериментальні дані тільки для початкових ділянок кінетичних кривих. Для визначення енергії активації було використано рівняння Арреніуса, а термодинамічні параметри активаційного стану – ентальпію ΔH# і ентропію ΔS# розраховували за рівнянням Ейрінга. Високі від'ємні значення ентропій активації -142…-200 Дж/(моль·К) процесу димеризації є характерними для реакцій Дільса–Альдера і вказують на утворення високовпорядкованого перехідного стану. Підтвердженням цього також є відносно низькі величини ентальпій активованого стану 61-91 кДж/моль. Розрив і утворення зв'язків в таких реакціях відбувається синхронно, і витрата енергії на розрив одного зв'язку в перехідному стані компенсується енергією утворення іншого. Значення енергій активації термічного розкладу димерів α-алкілакролеїнів знаходяться в межах 109–125 кДж/моль і є більшими в порівнянні з реакцією димеризації α-алкілакролеїнів 65–96 кДж/моль. Величини lgA для термолізу димерів знаходяться в межах 8–10 і так само як і значення енергії активації цього процесу відповідають величинам, які є характерними для ретродієнових реакцій Дільса–Альдера. Згідно механізму реакції димеризації, молекула аддукту перед її перетворенням у перехідний стан не повинна приймати незвичну конфігурацію, а її структура повинна бути близькою до геометрії активованого стану. Нижчі значення енергії активації і ентальпії процесу димеризації α-алкілакролеїнів в порівнянні з такими ж параметрами для термолізу димерів α-алкілакролеїнів свідчать про те, що термодинамічно вигіднішим є процес утворення димерів. Збільшення довжини алкільного замісника для термолізу призводить до зменшення величини ентропії активації та енергії активації, а для димеризації із збільшенням алкільного замісника ці величини зростають.

ПРОТИМІКРОБНА І ПРОТИГРИБКОВА АКТИВНІСТЬ АМІДІВ 5-АРИЛ-2-ФУРАНКАРБОНОВИХ КИСЛОТ

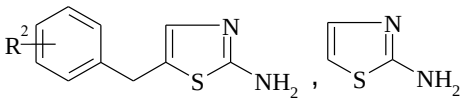
Горак Ю.І.[1], Бліндер О.О.[2], Лесюк О.І.[1], Литвин Р.З.[1], Обушак М.Д.[1]
[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
[2]Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна
e-mail: horrak@gmail.com

Відомо, що сполуки, які містять у своєму складі арилфурановий та азольний фрагменти, володіють широким спектром біологічної активності. Азольні фрагменти містяться також у молекулах алкалоїдів, коферментів, незамінних амінокислот, транквілізаторів, аналогів гормонів. Останнім часом хіміки інтенсивно працюють над одержанням лікарських препаратів, що містять у своїй структурі арилфурановий фрагмент для використання у терапевтичній практиці.

Враховуючи це та високий синтетичний потенціал функціоналізованих похідних арилфуранів і їхню доступність, ми здійснили ацилювання різноманітних аміновмісних нуклеофільних реагентів **2** хлорангідридами 5-арилфуран-2-карбонових кислот **1**, в результаті чого одержали низку амідів **3** і дослідили їхню антимікробну активність.



R = 2-F, 4-F, 4-Cl, 3-NO_2, 3-CF_3;
R^1 = бензил, 2-$OMeC_6H_4$, 3-$CF_3C_6H_4$, 4-FC_6H_4,
R^2 = H, 4-Cl, 3-CF_3.



Скринінгове дослідження антибактеріальних і протигрибкових властивостей синтезованих сполук виконане методом дифузії в агар на клінічних штамах стафілококів і дріжджеподібних грибів роду *Candida*. Про рівень їх протимікробної активності судили за величинами діаметрів зон затримки росту тест-штамів. Контрольні досліди виконано з чистим розчинником – сумішшю диметилсульфоксид/етанол, 1:1.

Одержані результати показали, що деякі 5-арил-2-фураміди **3** виявляють помітну активність відносно стафілококів, включаючи метицилінорезистентні штами, а також протигрибкову активність. У цьому відношенні виділялися сполуки з 4-фторофенільним замісником у положенні 5 фуранового циклу. Найактивніша сполука – 5-(4-фторофеніл)-N-[(3-трифторометил)феніл]-2-фурамід – поєднувала значну протистафілококову активність з помітними протигрибковими властивостями.

Отже одержані в ході мікробіологічних досліджень результати засвідчили перспективність пошуку протимікробних препаратів, активних відносно сучасних клінічних штамів стафілококів, серед сполук типу **3**.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проєкт № 2020.01/0166 «*Нові азолові* та *каркасні агенти проти раку* та *патогенних мікроорганізмів*»).

СИНТЕЗ МОНОЕСТЕРІВ НА ОСНОВІ СИВУШНОЇ ОЛІЇ

Кічура Д.Б., Субтельний Р.О.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
e-mail: dariia.b.kichura@lpnu.ua

Пошук нових функціональних мономерів з підвищеною міцністю, сумісністю й термостійкістю – надзвичайно актуальний. Відтак, перспективним шляхом утилізації побічного продукту спиртового виробництва – сивушної олії (СО), яка містить спирти C_2-C_5 є одержання моно- та диестерів. Це суттєво підвищить економічні та екологічні показники виробництва, а також його ефективність. З другого боку з′явиться можливість отримати мономери, які можна застосовувати у хімії як самостійно так і в подальших синтезах. Актуальність і практичне значення експериментальних досліджень пов′язане з впливом вихідної сировини на процес синтезу естерів, їх структуру, а також фізико-механічні та хімічні характеристики композитів, які можна отримати на їх основі.

Рівень розвитку сучасного суспільства характеризується ресурсо- та енергоємністю національного доходу, що передбачає максимальне використання вторинних ресурсів та більш глибоку та комплексну переробку сировини. Тому впровадження нових мало- і безвідходних технологій дозволяє скоротити матеріалоємність виробництва, зменшити витрату енергії на одиницю товарної продукції та вирішити екологічну пороблему.

У своїх дослідженнях як модифікуючу домішку використовували малеїновий ангідрид (МА), який має високу реакційну здатність і тому широко використовується у виробництві полімерів, фармацевтичних препаратів, присадок, хімікатів тощо. Зокрема, значна частина МА припадає на виробництво пластмас це алкідні смоли та поліестерні смоли, де його застосування дозволяє створювати поверхневі алкідні покриття з підвищеною ударною в′язкістю та тривалим терміном використання. Хімічні продукти на основі МА застосовуються для обробки паперу, вони можуть використовуватися як замінники дорогих та дефіцитних продуктів натурального походження. МА – сполука реакційноздатна, при взаємодії з одноатомними спиртами утворює моно- та диестери, з гліколями – ненасичені оліго- та поліестери.

Метою роботи було визначення впливу будови індивідуального спирту на синтез моноестерів на основі МА шляхом конденсації з відповідним спиртом. Застосовували індивідуальні спирти, що входять у склад СО, які попередньо висушували прожареним сульфатом міді та очищали дистиляцією, згідно відомих методик. Взаємодію спиртів проводили саме з МА, який широко використовується як мономер в полімеризаційних і поліконденсаційних процесах, має високу реакційну здатність. Синтезовані моноестери можуть також використовуватися як вихідна сировина для отримання нових полімеризаційних або поліконденсаційних смол. Співвідношення вихідних реагентів МА : спирт становить 1:1 (мол.) інтервал температур 333…373 К.

Кислотне число є важливою хімічною характеристикою, що вказує на вміст у сполуці карбоксильних груп. Оскільки температура кипіння етанолу 351 К, то досліджуваний інтервал темепературі знаходився в межах 333…353 К. Отримані експериментальні дані показали, що в початковий момент часу, коли реакційна суміш нагрілась до температури реакції кислотне число становить 12 мг КОН/г. Так для температури 333 К має місце прямопропорційне підвищення кислотного числа з плином самого процесу. За перші 10 хв часу в температурному інтервалі 333…353 К кислотне число зростає найбільше в середньому на 50…100 мг КОН/г. У наступні 10 хв проведення процесу кислотне число збільшується в середньому на 40…60 мг КОН/г. При температурі 343 К кислотне число зростає менше ніж при температурі 353 К. На 30 хв при температурі 333 К кислотність збільшується на 43…53 мг КОН/г. Підсумовуючи експериментальні дослідження можна сказати, що при температурі процесу 353К процес завершується на 30 хв, для 343 К – 40 хв, а для 333 К – 45 хв. Вміст карбоксильних груп коливається в межах від 10 до 18,5 % мас.

ОСНОВНІ ЗАСАДИ СИНТЕЗУ ЕСТЕРІВ НА ОСНОВІ АНГІДРИДІВ ДИКАРБОНОВИХ КИСЛОТ

Кічура Д.Б.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
e-mail: dariia.b.kichura@lpnu.ua

У виробництві етилового спирту крім основних продуктів – етилового спирту та діоксиду вуглецю – одержують й побічні, а саме головну фракцію етилового спирту та сивушні олії (СО). В останні роки головну фракцію та СО випускають у вигляді технічних продуктів, що мають цільове призначення, їх комплексна утилізація суттєво підвищить техніко-економічні показники виробництва та зменшить потужності очисних споруд, зокрема для чистої та питної води. Рівень розвитку сучасного суспільства характеризується ресурсо- та енергоємністю національного доходу, що передбачає максимальне використання вторинних ресурсів та більш глибоку та комплексну переробку сировини. Тому впровадження нових мало- і безвідходних технологій дозволяє скоротити матеріалоємність виробництва, зменшити витрату енергії на одиницю товарної продукції та вирішити ряд екологічних пороблем.

На ринку України практично відсутні вітчизняні синтетичні миючі засоби (СМЗ), а саме поверхнево-активні речовини (ПАР) основних видів: алкілбензолсульфонати натрію, алкілсульфати спиртів та інші види ПАР. З метою покращення якості СМЗ та підвищення техніко-економічної ефективності їх одержання повинні впроваджуватись у виробництво нові технології. Одним з основних завдань подальших досліджень є розробка та реалізація проектів направлених на збільшення продуктивності СМЗ. Саме тому виникає проблема інтенсифікації існуючої технології виробництва СМЗ. В Україні виробництво СМЗ зменшилось майже у 10 раз, якщо у 1990 р. вироблялось 305 тис. т., у 2000 р. 40 тис. т., а в 2005 р. до 30 тис. т. Це викликано не лише заповненням ринку чималою кількістю закордонних СМЗ, а й відсутністю самих ПАР вітчизняного виробництва. Починаючи з 2010 року спостерігається тенденція щодо нарощення виробничих потужностей до 100 … 120 тис. т., відтак з'явилось чимало підприємств, які виготовляють СМЗ різних категорій.

Синтез ПАР можна здійснювати: оксиетилюванням естерів на основі метанолу, де вихідна сировина – ріпакова олія (такі сполуки відносяться до нейоногенних ПАР); оксиетилюванням моноетаноламідів синтетичних жирних кислот (СЖК) (такі ПАР можуть використовуватись як емульгатори і згущувачі і є вихідною сировиною для синтезу йоногенних та аніоногенних ПАР); сульфуванням у цьому випадку для синтезу використовують спирти чи ангідриди насичених і ненасичених дикарбонових кислот з сірчаним ангідридом, гідросульфітом та сульфітом натрію (такі ПАР мають підвищену стійкість до кислот). Оскільки, сульфування з використанням сірчаного ангідриду потребує певного апаратурного оформлення. Температура реакції при цьому не повинна перевищувати 283 К, реакція екзотермічна, температура досягає 333 – 343 К, тому у нашому випадку як сульфуючий агент використали гідросульфіт та сульфіт натрію. Спочатку синтезували моноетер на основі МА чи БА, надалі проводили його омилення за допомогою гідроксиду натрію та гідросульфіту натрію. Отримали кислотостійкі ПАР – α-, β-динатрієві чи тринатрієві солі МА і БА.

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено вплив природи ангідриду та температури процесу на утворення відповідних моно- та диестерів, визначено їх фізико-хімічні характеристики з допомогою інструментальних методів аналізу. Визначено оптимальні умови проведення процесу: каталізатор – сульфатна кислота у кількості 0, 01 моль/л; співвідношення реагентів А : СО = 1…2 : 1 (мол).; гідросульфіт натрію та гідроксид натрію. Аналізуючи проведені експериментальні дослідження, а саме фізико-хімічні характеристики та елементний склад, можна зробити висновок, що синтезовані продукти мають вміст основного компоненту в межах 93…97 % мас.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ 5-(НІТРОФЕНІЛ)-ФУРАН-2-КАРБОНОВИХ КИСЛОТ У КОНДЕНСОВАНОМУ СТАНІ

Костюк Р.Р.[1], Дібрівний В.М.[1], Горак Ю.І.[2], Обушак М.Д.[2], Собечко І.Б.[1]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
[2]Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна
e-mail phys.chem.lp@gmail.com

5-(Нітрофеніл)-фуран-2-карбонові кислоти – гетероциклічні сполуки феніл-фуранового ряду. Сполуки цього ряду набули широкого застосування у вигляді модифікуючих агентів при синтезі полімерних матеріалів; при переробці целюлози; при синтезі біологічно активних сполук, бо проявляють широкий спектр біологічної активності та є менш токсичні за сполуки з фурановим фрагментом. Незважаючи на достатньо широкий спектр застосування даного класу речовин їхні термодинамічні властивості у конденсованому стані, які необхідні для оптимізації процесів синтезу, зберігання, переробки, утилізації практично не досліджені.

Синтез кислот здійснювали за стандартною методикою. Ідентифікацію зразків проводили за результатами ЯМР спектроскопії.

Енергію згорання 5-(2-нітрофеніл)-фуран-2-карбонової (I), 5-(3-нітрофеніл)-фуран-2-карбонової (II) та 5-(4-нітрофеніл)-фуран-2-карбонової (III) кислот визначали в прецизійному калориметрі з ізотермічною оболонкою та статичною калориметричною бомбою. Енергетичний еквівалент калориметричної системи визначали спалюванням еталонної бензойної кислоти марки К-1 з вмістом основного компонента 99,995±0,01% мол. Кількісний аналіз продуктів згорання на вміст моно- та діоксиду вуглецю, сажі та азотної кислоти здійснювали після кожного досліду. Величини енергії згорання $U_{C(298)}$, ентальпії згорання $\Delta_c H^0_{298}$ та утворення $\Delta_f H^0_{298}$ в конденсованому стані наведено у табл. 1

Таблиця 1. Енергії та ентальпії згоряння та утворення досліджених кислот у конденсованому стані (кДж/моль)

Реч.	$-U_{C(298)}$	$-\Delta_c H^0_{298}$	$-\Delta_f H^0_{298}$						
			Експ.	Коуен		Домальський		Салмон	
				Порах.	±Δ	Порах.	±Δ	Порах.	±Δ
I	4882,5±6,5	4879,4±6,5	449,7±6,5	426,5	23,2	450,3	0,6	368,8	80,9
II	4868,5±5,3	4865,4±5,3	463,7±5,3		37,2		13,4		97,3
III	4864,2±7,3	4861,1±7,3	468,0±7,3		41,5		17,7		101,6

Експериментальне визначення та розрахунку ентальпій утворення у конденсованому стані, потребує значних затрат, що спонукає дослідників до застосування альтернативних методів розрахунку $\Delta_f H^0_{298}$ у конденсованому стані. До таких методів належать адитивні методи розрахунку, які запропоновані Коуеном, Домальським та Салмон, основним завданням яких є розрахунок значень, максимально наближених до експериментально визначених.

У таблиці 1 наведено результати обрахунків та абсолютні відхилення розрахункових значень від експериментальних.

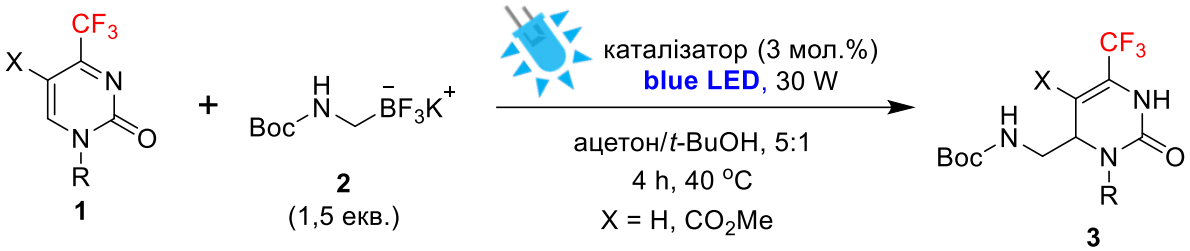
Судячи з отриманих результатів розрахунку, найменша різниця між порахованими та експериментально визначеними величинами спостерігається за методом Домальського, дещо більше відрізняються величини пораховані за методом Коуена. Що до методу Салмон, то даний метод розрахунку можна вважати не придатним для розрахунку $\Delta_f H^0_{298}$ у конденсованому стані досліджуваних речовин. Тут також вартує зауважити, що жоден з розглянутих адитивних методів не враховує поправки на *о*-, *м*- та *п*-ізомерію та міжмолекулярні і міжатомні взаємодії у досліджених речовинах.

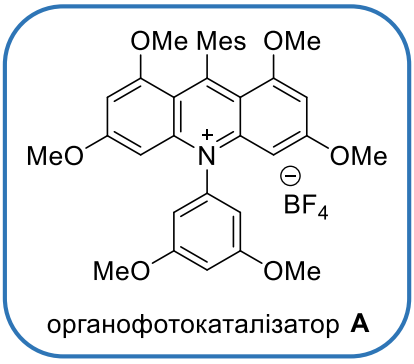
ОРГАНОФОТОКАТАЛІТИЧНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ 4-АМІНОМЕТИЛ-6-(ТРИФТОРОМЕТИЛ)-2,3-ДИГІДРОПІРИМІДИН-2(1*H*)-ОНІВ

Ткачук В.М.[1], Лук'янов О.О.[1], Сукач В.А.[1,2], Вовк М.В.[1].
[1] Інститут органічної хімії НАН України,
02660, Київ, вул. Мурманська, 5; oo.lukianov@gmail.com
[2] ТОВ «НВП "Єнамін"», 02094, Київ, вул. Червоноткацька, 78; vsukach@gmail.com

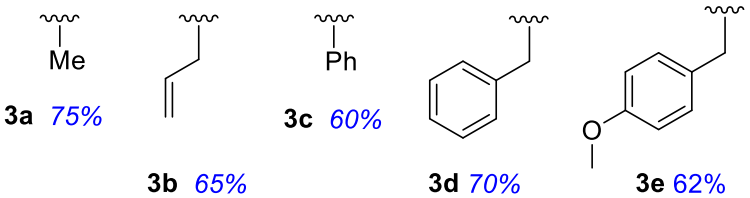
У наших попередніх роботах було досліджено реакції приєднання С-нуклеофілів до 4-трифторометилпіримідин-2-онів які відзначаються π-спряженою системою ендоциклічних C=N та C=C зв'язків [1]. Проте синтетичний потенціал таких систем в реакції приєднання карбон центрованих радикалів раніше не досліджувався. З метою розробки альтернативного методу одержання похідних фтороалкілвмісних систем нами вивчені органофотокаталітичні радикальні реакції трифторометилпіримідонів з амінометилтрифтороборатами.

На прикладі взаємодії найпростішого N-метилпіримідону **1** з N-Boc-амінометил-трифтороборатом **2** було з'ясовано вплив природи органофотокаталізатора та реакційних параметрів на перебіг радикального амінометилювання. Таким чином, знайдені оптимальні умови для регіоселективного прямого фотокаталітичного амінометилювання піримідинового циклу в положення 6. Слід відзначити, що ефективним органофотокалізатором виявився акридиновий барвник **A**, який спричиняє утворення амінометильного радикала.





Приклади замісників R синтезованих сполук **3a-e**:



Знайдено, що сполуки **1** реагують з амінометилтрифтороборатом **2** при опроміненні синім видимим LED-світлом у присутності каталізатора в суміші ацетон/*трет*-бутанол і приводять до очікуваних продуктів типу **3**, які були виділені методом препаративної хроматографії з виходами 60-75%. Встановлено, що приєднання згенерованих амінометильних радикалів відбувається виключно по ендоциклічному C=C зв'язку.

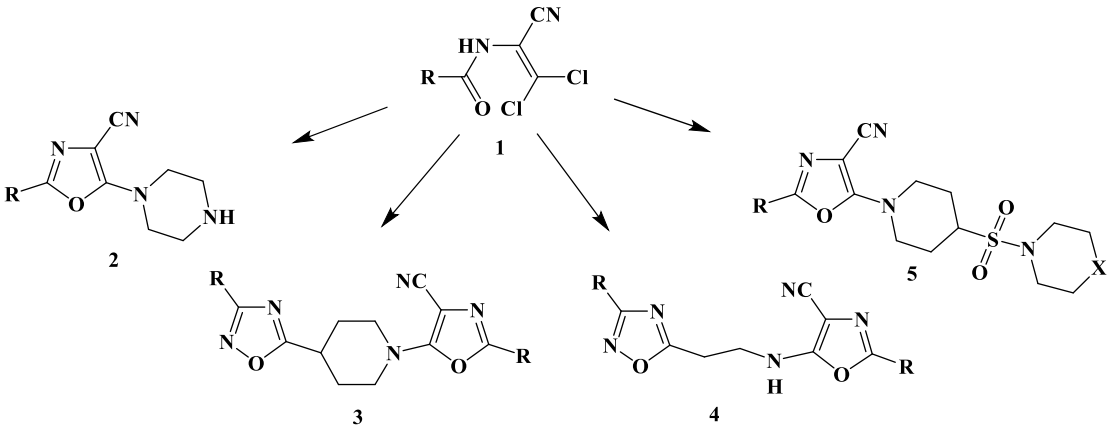
[1] (a) Tkachuk, V.M.; Sukach, V.A.; Kovalchuk, K.V.; Vovk, M.V.; Nenajdenko, V.G. *Org. Biomol. Chem.* **2015**, *13 (5)*, 1420-1428. (b) Tkachuk V.M., Mel'nikov S.V., Sukach V.A., Vovk M.V. *Chem. Heterocycl. Comp.* **2017**, *53*, 1124. (c) Tkachuk V.M., Mel'nikov S.V., Vorobey A.V., Sukach V.A., Vovk M.V. *Chem. Heterocycl. Comp.* **2019**, *55(1)*, 66.

СИНТЕЗ НОВИХ 4-ЦІАНО-1,3-ОКСАЗОЛІВ

Северін О.О., Пільо С.Г., Броварець В.С.
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України
olexandrseverin.bonh@gmail.com

Відомо, що похідні 4-ціано-1,3-оксазолу проявляють різноманітні біологічні властивості й можуть бути застосовані як перспективні антиракові та противірусні агенти, а також регулятори росту рослин [1,2]. З метою розширення бібліотеки похідних 4-ціано-1,3-оксазолу нами були синтезовані сполуки **2-5**, що містять фармакофорні групи у положенні 5 оксазольного кільця: піперазин, піперидин з сульфоніламідним залишком у бічному ланцюзі, 1,2,4-оксадіазол.

Так, циклізацією 2-ациламіно-3,3-дихлороакрилонітрилів **1** з *Boc*-захищеним піперазином одержували 4-ціано-1,3-оксазоли з *Boc*-захищеною піперазиновою групою, після зняття якої отримували 5-піперазинозаміщені 4-ціано-1,3-оксазоли **2.** Для отримання оксазолів, які містять 1,2,4-оксадіазольний фрагмент, нами спочатку були синтезовані аміни, виходячи з амідоксимів та естерів 4-піперидинкарбонової кислоти або β-аланіну. Циклізацією їх з 2-ациламіно-3,3-дихлороакрилонітрилами **1** отримували сполуки **3** і **4**. Для синтезу піперидинозаміщених похідних 4-ціано-1,3-оксазолу **5**, що містять сульфоніламідну групу в бічному ланцюзі, нами синтезований та використаний піперидин з сульфофторидною групою [3]. Реакція його з 2-ациламіно-3,3-дихлороакрилонітрилами **1** приводить до утворення 4-ціано-1,3-оксазол-5-піперидинсульфофторидів, подальша взаємодія яких з аліфатичними амінами дає сульфоніламіди **5.**



R = CH_3, C_6H_5, 4-$H_3CC_6H_4$, 4-FC_6H_4
X = CH_2, O

На даний час синтезовані сполуки проходять тестування на різні види біологічної активності.

1. Застосування похідних оксазолу загальної формули А як антиракових препаратів: пат. 124139 Україна, опубл. 26.03.2018.
2. Похідні оксазолу як регулятори росту рослин: пат. 118318 Україна, опубл. 25.09.2019.
3. Blahun O.P. et al. *JOC.* 2020. Vol. 85, N 8. P. 5288–5299.

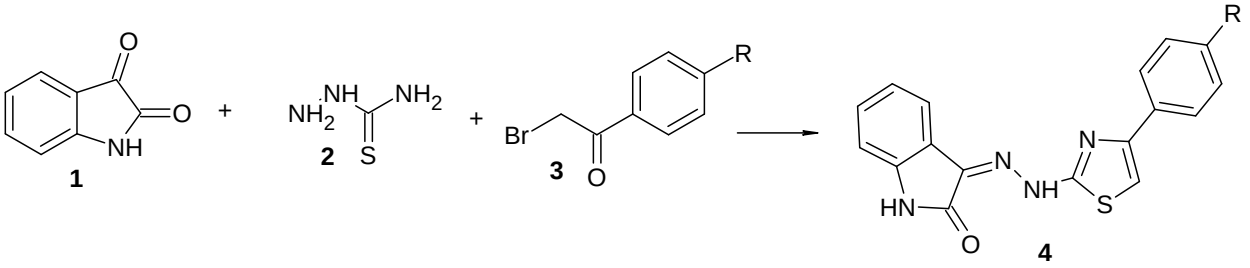
СИНТЕЗ ПОХІДНИХ ІЗАТИНУ З ТІАЗОЛЬНИМ І АРИЛФУРАНОВИМ ФРАГМЕНТАМИ

Христина Лещишак[a], Ольга Скрипська[a], Петро Ягодинець[a],
Юрій Горак[b], Микола Обушак[b]

[a]Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна
[b]Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
e-mail: o.skrypska@chnu.edu.ua

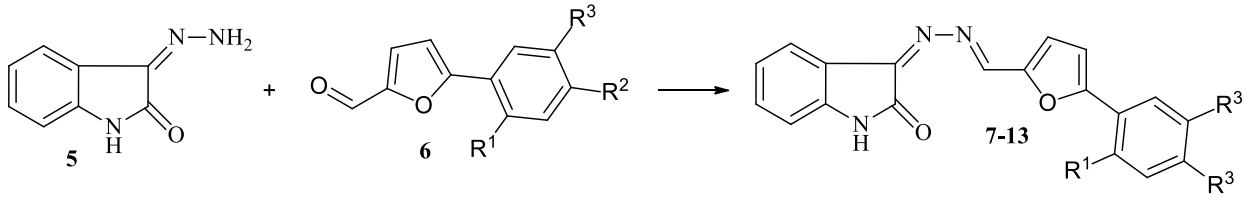
Похідні ізатину відомі широким спектром фармакологічних властивостей, у тому числі противірусною, протисудомною, протипухлинною, протитуберкульозною дією. Деякі сполуки ізатину – сунітиніб, метисазон і семаксаніб – використовують у медичній практиці, що й обумовлює актуальність досліджень в області хімії ізатину.

Для одержання похідних ізатину з тіазольним фрагментом **4** використана трикомпонентна реакція ізатину **1** з тіосемікарбазидом **2** і фенацилбромідами **3** в етанолі. Виходи продуктів реакції 52-63%.



R = H, Cl, Br, CH_3

Для синтезу похідних ізатину, що містять арилфуранові замісники (**7-13**) здійснені конденсації ізатин-3-гідразону **5** з 5-арилфурфуролами **6** в етанолі. Цільові продукти одержували з високими виходами (до 90%).



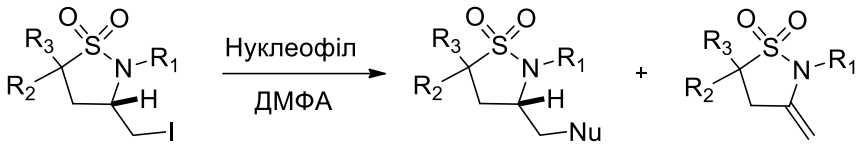
R^1 = Br; R^2, R^3 = H (**7**); R^1 = Cl; R^2, R^3 = H (**8**); R^1, R^3 = H; R^2 = Cl (**9**);
R^1, R^3 = Cl; R^2 = H (**10**); R^1 = Cl; R^2 = NO_2, R^3 = H (**11**);
R^1 = Cl; R^2 = CF_3, R^3 = H (**12**); R^1 = OCH_3; R^2 = NO_2, R^3 = H (**13**)

Будова синтезованих сполук підтверджена даними ІЧ та ЯМР-спектроскопії. Ведуться дослідження біологічної активності синтезованих сполук.

МЕТОД СИНТЕЗУ 3-(АМІНОМЕТИЛ)-ІЗОТІАЗОЛІДИН-1,1-ДІОКСИДІВ

Філімончук С.Л.1, Назаренко К.Г.1, Костюк. О.М.1.
[1] Інститут органічної хімії НАН України,
02660, Київ, вул. Мурманська, 5; Limoneyra@gmail.com

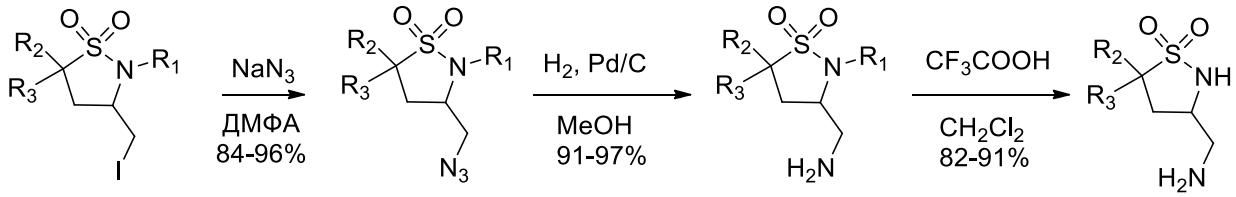
У нашій попередній роботі було розроблено метод синтезу 3-йодометил функціоналізованих похідних сультамів**1** шляхом електрофільної йодоциклізації ненасичених бутен-3-сульфонамідів[1]. Зважаючи на високу активність йодометильної групи, ми вирішили вивчити реакції сультамів **1** з нуклеофілами. При цьому було встановлено, що залежно від основності нуклеофілу можливий перебіг двох конкуруючих процесів – заміщення та елімінування.Елімінування відбувається через високу кислотність атому гідрогену в α-положенні до атому азоту.



1 **2** **3**

R_1	R_2	R_3	Нуклеофіл	Конверсія стартового матеріалу, %	T°C	Співвідношення продуктів р-ї, %	
						2	**3**
Me	H	H	NaN_3	80	+20	100	-
Me	H	H	NaN_3	100	+50	100	-
t-Bu	H	H	NaN_3	0	+20	-	-
t-Bu	H	H	NaN_3	100	+90	100	-
Me	H	H	CH_3COSK	100	+20	100	-
Me	H	H	$P(OiPr)_3$	100	+160	100	-
Me	H	H	PPh_3	0	+90	-	-
Me	H	H	KPhtal	100	+50	43	57
Me	H	H	KCN	100	+20	36	64

Реакція з азидом натрію відбувається селективно з утворенням азидометильних похідних сультамів **2** з препаративними виходами**.** В подальшому нами було отримано рядамінів **4**, шляхом відновлення азидів **2** на паладієвому каталізаторі. Крім того, якщо замісникR_1=*t*Bu або PMB, то він може бути легко знятий в кислому середовищі, що дає змогу отриматиN-H сультами **5**.



1 **2** **4** **5**

R_1=Me, Et, *t*Bu, PMB
R_2=R_3=H, (-CH_2-CH_2)

Для R_1= *t*Bu, PMB

[1] Filimonchuk, S. L.; Nazarenko, K.; Shvydenko, T.; Shvydenko, K.; Rusanov, E.; Tolmachev, A.; Kostyuk, A. Synlett **2020**, *31*, 1696.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ РОЗЧИНЕННЯ 5-(2-НІТРО-4-МЕТИЛФЕНІЛ)-ФУРАН-2-КАРБАЛЬДЕГІДУ У ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКАХ

Шевченко Д.С.[1], Собечко І.Б.[1], Горак Ю.І.[2], Обушак М.Д.[2], Дібрівний В.М.[1]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
[2]Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна
e-mail phys.chem.lp@gmail.com

Похідні арил-фуран-2-карбальдегідів проявляють широкий спектр фармакофорних властивостей, що обумовлює їх застосування як початкових речовини при синтезі основних компонентів лікарських засобів, ефективність яких, безпосередньо залежить від ступеня чистоти їх складових. Одним з найбільш розпоширених та доступних методів очищення речовин, які за нормальних умов перебувають у твердому агрегатному стані є метод перекристалізації з низки органічних розчинників. Таким чином, дослідження термодинамічних параметрів розчинності, дозволить визначити значення енергетичних властивостей молекул та оцінити затрати енергій на стадіях процесів синтезу та очищення.

Для дослідження термодинамічних властивостей розчинів у низці органічних розчинників було обрано 5-(2-нітро-4-метилфеніл)-фуран-2-карбальдегід, синтез якого здійснювали за стандартною методикою. Будову якого підтверджували за результатами ядерної магнітно-резонансної спектроскопії. Спектри ^{1}H NMR записували на спектрометрі Varian 600. ^{1}H NMR (Acetone) δ, ppm: 2.53 (s, 3H, CH_3). 6.98 (d, J = 3.7 Hz, 1H, fur), 7.54 (d, J = 3.7 Hz, 1H, fur), 7.65 (d, J = 7.8 Hz, 1H, C_6H_3), 7.79 (s, 1H, C_6H_3), 7.82 (d, J = 8.0 Hz, 1H, C_6H_3), 9.65 (s, 1H, CHO). Чистоту речовини, яка становила 99,8% мас. визначали методом рідинної хроматографії високого тиску з використанням приладу Agilent 1100 HPLC.

Розчинення проводили у герметичній скляній посудині з тефлоновою мішалкою, патрубком для відбору проб та термометром. Температуру води у термостаті підтримували з точністю ±0,1 град. Швидкість обертання мішалки становила 50 об/хв., за якої вся тверда фаза перебувала у завислому стані. Досліди проводили в режимі підвищення та пониження температури. Відсутність петлі гістерезису на кривій температурної залежності розчинності підтвердує досягнення стану близького до рівноваги. Зважування бюксів на всіх етапах проводили з точністю ± 0,0002г.

Експериментальні дані обробляли методом найменших квадратів за уніфікованою формою рівняння Шредінгера:

$$\ln X_2 = -\Delta_{sol}H/RT + \Delta_{sol}S/R$$

та представляли в таблиці 1, де A= $\Delta_{sol}S/R$, B=$\Delta_{sol}H/R$. Всі похибки наведені з врахуванням коефіцієнта Стюдента для рівня значимості 0,95.

Таблиця 1. Термодинамічні параметри розчинності 5-(2-нітро-4-метилфеніл)-фуран-2-карбальдегід в органічних розчинниках.

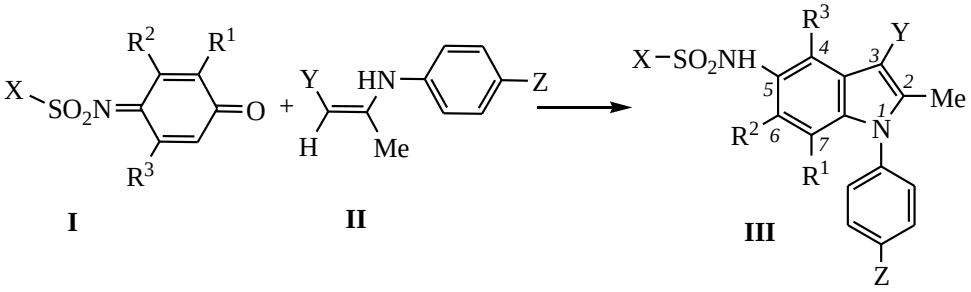
Розчинник	Темп. інтервал, К	A	B	$\Delta_{sol}H$	$\Delta_{sol}S$
				кДж/моль	Дж/моль•К
Ацетонітрил	275,2–317,0	7,68±0,71	3616±212	30,1±1,8	63,9±5,9
Етилацетат	288,5–321,3	7,32±0,99	3427±299	28,5±2,5	60,9±8,2
Пропан-2-ол	297,0–321,0	16,48±0,9	7392±310	61,5±2,6	137,0±7,5
Пропан-2-он	290,1–321,0	7,53±0,41	3340±124	27,8±1,0	62,6±3,4

ПОХІДНІ ІНДОЛУ НА ОСНОВІ N-ЗАМІЩЕНИХ 1,4-ХІНОНІМІНІВ

Авдєєнко А.П.[1], Коновалова С.О.[1], Дончак В.А.[2], Панченко Ю.В.[2]
[1]-Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна,
e-mail: chimist@dgma.donetsk.ua
[2] Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна

Похідні індолу являються біологічно активними сполуками, серед яких знайдено ефективні лікарські препарати з різною біологічною дією: місцевий анестетик бензофурокаїн, антидепресант брофаромін, нестероїдний протизапальний препарат індометацин, радіопротектор мексамін. Нейромедіатор серотонін, а також його похідне мелатонін, що бере участь у синхронізації сну, являються 5-гідроксизаміщеними похідними індолу. Крім того, похідні індолу використовуються як харчові добавки: індол-3-карбінол, DIM (дііндолілметан), бетанін. N-Заміщені 1,4-хінонміміни є гарними об'єктами для синтезу на їх основі похідних індолу, а встановлення закономірностей його перебігу дозволить в подальшому проводити спрямований синтез необхідних похідних індолу із заданими властивостями.

В даній роботі похідні індолу синтезовано в результаті реакції Неніцеску N-арил-(метил-, трифторметил-)сульфоніл-1,4-хінонімінів (**I**) з єнамінами (**II**). Вивчено вплив умов проведення реакції (реакцію проводили в ацетоні, оцтовій кислоті, дихлоретані та хлороформі) та будови вихідних N-арил-(метил-, трифторметил-)сульфоніл-1,4-хінонімінів (досліджено вплив положення та природи замісників у хіноїдному ядрі та об'єму і акцепторності замісника у атома сульфуру) на напрям перебігу їх взаємодії з 4-метилфеніліміном ацетил ацетону (**II**, Y=COMe) та етиловими ефірами 3-ариламінокротонових кислот (**II**, Y=COOEt).



I **II** **III**

I: X=Ar, Me, CF_3, R=H, Me, Cl; **II**: Y=COMe, COOEt, Z=H, Me, OMe; **III**: X=Ar, Me, R^1=H, Me, Cl, R^2=H, Me, Cl, R^3=H, Y=COMe, COOEt, Z=H, Me, OMe.

Похідні індолу (**III**) отримано тільки у хлороформі та дихлоретані для N-арил-(метил-)сульфоніл-1,4-хінонімінів (**I,** X=Ar, Me), що мають вільний зв'язок C=C у хіноїдному ядрі. Для N-феніл(метил)сульфоніл-3,5-диметил-1,4-бензохінонмоноімінів виділити похідні індолу не вдалося.

Слід зазначити, що певний вплив на швидкість реакції та легкість виділення продуктів має характер замісників у хіноїдному ядрі вихідного хіноніміну. За наявності акцепторного замісника (атома хлору) у хіноїдному ядрі реакція перебігала досить легко, майже відразу випадав кристалічний осад. У разі незаміщених у хіноїдному ядрі хінонімінів та хінонімінів з алкільними замісниками в хіноїдному ядрі реакція протікала повільніше, а процес виділення продуктів реакції значно ускладнювався.

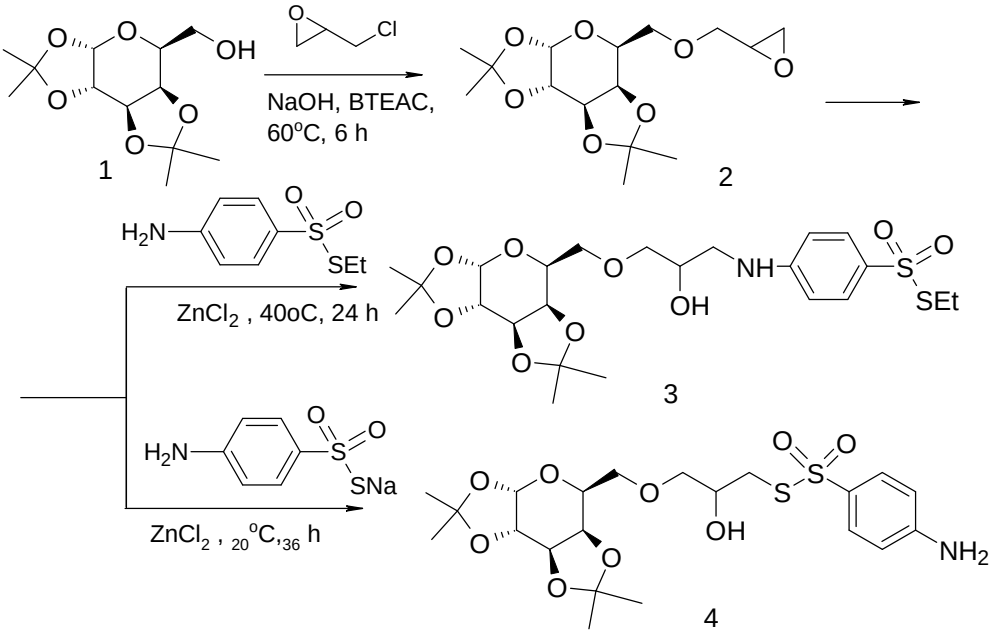
Реакцію N-трифторметилсульфоніл-1,4-бензохінонімінів (**I,** X=CF_3) з єнамінами (**II**) проводили при охолодженні до –10°C у хлороформі або суміші хлороформу та оцтової кислоти. В жодному випадку не були виділені похідні індолу. Неможливість утворення останніх в реакції N-трифторметилсульфоніл-1,4-хінонімінів (**I,** X=CF_3) з єнамінами можна пояснити сильним електроноакцепторним впливом трифторметилсульфонільної групи, що робить неможливим утворення інтермедіату у ході реакції, необхідного для утворення похідного індолу.

SYNTHESIS OF NEW SACCHARIDE-CONTAINING THIOSULFOSTERS WHICH HAVE ANTIMICROBIAL ACTION

Kateryna Kuznetsova, Roman Fleychuk, Vira Lubenets, Orest Hevus
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Kateryna.I.Kuznetsova@lpnu.ua

Thioesters of organic sulfonic acids of general formula $RSSO_2Ar$, which were obtained for the first time at Lviv Polytechnic National University, show high bactericidal and fungicidal activity. However, most of them are practically insoluble in aqueous media, which complicates their use. Therefore, to increase the water solubility of these compounds, it is advisable to introduce hydrophilic fragments into their molecules.

We have synthesized thiosulfoester esters containing a fragment of D-galactopyranose in the thiol or sulfonate component of the molecule.



As the starting compound used (D) 6-gdicidyl-1,2;3,4-di-O-isopropylidene-α-D-galactopyranose (2), which was synthesized by the interaction of 1,2;3,4-di-O- isopropylidene-α-D-galactopyranose (1) with epichlorohydrine.

Upon interaction of S-ethyl-4-aminobenzenesulfonate with epoxysaccharide (2) with high yield, saccharide-containing S-ethylarentiosulfonate (3) is formed. Due to the low nucleophilicity of the amino group of the starting ether of arenesulfothionic acid, the synthesis was performed in the presence as a catalyst of traces of zinc chloride at a temperature of 60 ° C for 24 hours. As a result of the reaction, a thioester with a galactopyranoside substituent near the amino group in the sulfonic acid component of the thioester was obtained.

To obtain thiosulfonates with saccharide substituents in the thiol fragment of the sulfothioester, epoxysaccharide (2) was reacted with sodium 4-aminobenzenesulfothionate. Significantly higher nucleophilicity of the arenesulfothionate anion compared to the amino group near the benzene ring leads to attachment exclusively to the thio group to form compound (4). The interaction products of glycidylgalactopyranose (2) by the amino group of arenesulfothionate were not detected. The structure of the compounds was confirmed by IR and NMR spectra, elemental and functional analysis, and their individuality by gas-liquid and thin-layer chromatography.

A study of antimicrobial activity of synthesized saccharide-containing thiosulfosters. Compound 3 was found to be an effective fungicide against *Candida tenuis* and *Aspergillus niger* cultures and to have selective activity against gram-positive and gram-negative bacterial cultures. Compound 4 is active against gram-positive culture of *Staphylococcus aureus* in the complete absence of action in the studied concentrations on the fungal microflora.

СИНТЕЗ ПЕРОКСИДІВ НА ОСНОВІ ДИЗАМІЩЕНИХ 1,3-ДІОКСОЛАНІВ

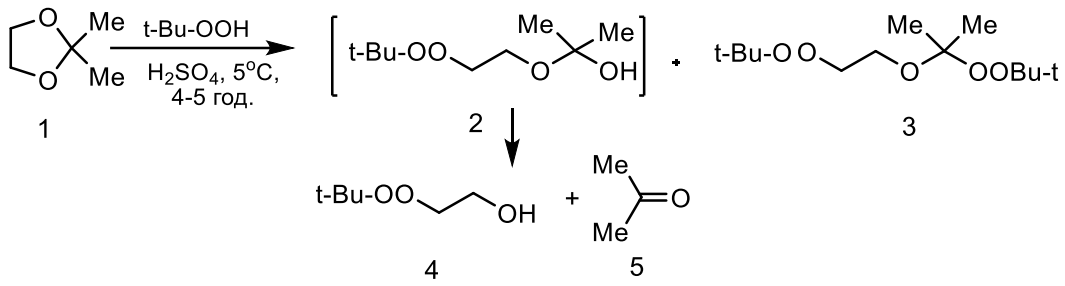
Кузнецова К.І., Флейчук Р.І., Гевусь О.І.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
Kateryna.I.Kuznetsova@lpnu.ua

На даний момент у зв'язку з розвитком хімії полімерів надзвичайно актуальним завданням є одержання нових ініціаторів, зокрема функціональних пероксидів з різною термічною стійкістю груп О-О.

Для одержання таких ініціаторів як вихідні сполуки, на нашу думку, можна використати 1,3-діоксолани. Дані сполуки в умовах кислотного каталізу здатні приєднувати нуклеофіли. Тому нами було запропоновано використати цю реакцію для одержання функціональних пероксидів.

Проведено взаємодію 2,2-диметил-1,3-діоксолану та ТБГП у присутності 70%-ної сульфатної кислоти. Вивчено вплив умов проведення процесу на вихід та склад продуктів взаємодії.

У цих умовах при дії гідропероксиду відбувається пероксидоліз діоксоланового циклу. Склад продуктів реакції залежить від температури проведення реакції, кількості та концентрації взятого каталізатора. При проведенні реакції за пониженої температури (0…5°С) і використанні 70%-ої кислоти у кількості 1 моль на 1 моль субстрату основним продуктом реакції є дипероксид (3). У присутності слідів концентрованої H_2SO_4 за температури 20°С як основний продукт утворюється трет-бутилпероксиетанол (2). У цому випадку при нижчій температурі взаємодія не відбувається.



Причиною цього, на нашу думку, є утворення унаслідок нуклеофільної атаки протонованого діоксолану трет-бутилгідропероксидом як первинного продукту взаємодії напівкеталю (2), який в умовах реакції при достатній кислотності середовища алкілює гідропероксид з утворенням дипероксиду (3), а при недостатній кількості каталізатора відщеплює ацетон з утворенням трет-бутилпероксиетанолу

Будову отриманих сполук підтверджено даними елементного, функціонального аналізу та ІЧ і ЯМР спектрів.

Ця реакція дозволяє отримувати дипероксиди, які містять первинно-третинні та дитретинні пероксидні групи з різною термічною стійкістю, а також первинно-третинні гідроксипероксиди.

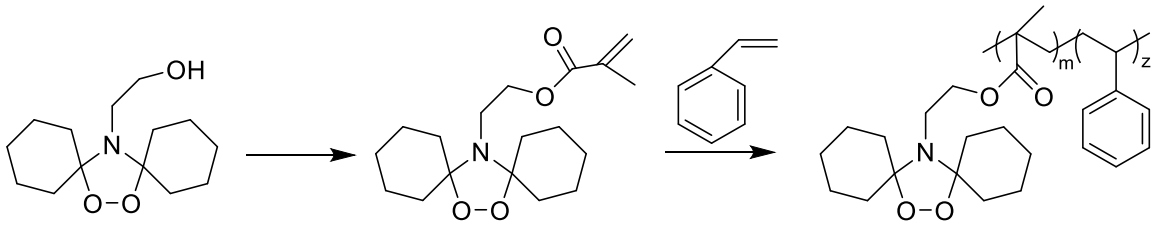
НОВІ МОНОМЕРИ НА ОСНОВІ N-ЗАМІЩЕНИХ ЦИКЛІЧНИХ АМІНОПЕРОКСИДІВ

Флейчук Р.І., Гевусь О.І.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
romanfleych@gmail.com

Одержання сучасних матеріалів медико-біологічного призначення, «розумних» полімерів, створення покрить на поверхнях різної природи постійно вимагає розробки нових ефективних ініціюючих систем. Одним з найбільш ефективних класів реакційно-здатних модифікаторів мікро- та макроповерхонь є пероксидовмісні співполімери з пероксидними групами у бічних відгалуженнях макроланцюга. Згадані кополімери внаслідок гомолізу зв'язку О-О при певних умовах здатні ініціювати вільнорадикальні процеси – полімеризації, кополімеризації, прищеплення, структурування та ін. із збереженням макроланцюга. Але, їх суттєвим недоліком є те, що в процесі гомолізу вони генерують два вільні радикали – макрорадикал і низькомолекулярний алкоксильний радикал. Останній дифундує в об'єм реакційної суміші та здатний ініціювати небажані процеси, зокрема, гомополімеризацію прищеплюваного мономеру. Цей факт може суттєво обмежувати використання пероксидних співполімерів у створенні матеріалів, які передбачається використовувати у контакті з живими тканинами (протезних виробах, інплантах, матеріалах медичного призначення, носіях для цільової доставки синтетичних лікарських субстанцій та біомолекулу клітини живих організмів).

Для усунення таких недоліків і розширення можливостей використання пероксидних співполімерів запропоновано використання макроініціаторів, які містять у бічних ланках макроланцюга фрагменти циклічних пероксидів. У процесі гомолізу зв'язку О-О циклічного пероксидного фрагменту такий макроініціатор утворює два алкоксильні радикали, зв'язані з основним макроланцюгом.

Як один з мономерів для одержання пероксидвмісного макроініціатора запропоновано ендоциклічний амінопероксид ряду метакрилатів (2). Мономер (2) отримували за типовою методикою ацилювання спиртів хлорангідридами ненасичених карбонових кислот з N-(2-гідроксиетил)похідного 1,1'-дициклогексиліденпероксиаміну (1). який було синтезовано за раніше розробленою нами оригінальною методикою, та хлороангідриду метакрилової кислоти.



1 2 3

На наступному етапі, для встановлення полімеризаційної здатності одержаного мономеру (2) було здійснено його радикальну співполімеризацію зі стиреном в ампулах у розчині ацетону в присутності АІБН як ініціатора у атмосфері азоту при 60ºС впродовж 6 год до конверсії мономерів 21.4-24.0%. За даними результатів співполімеризації мономеру (2) зі стиреном розраховано константи співполімеризації за методом Майо-Льюїса.

Після термолізу розбавленого розчину отриманого співполімеру (3) у хлоробензолі при температурі 120ºС у присутності радикальної пастки пікрилгідразиду продуктів приєднання низькомолекулярних радикалів методом тонкошарової хроматографії не виявлено. Це дозволяє зробити висновок, що в результаті гомолізу макроініціатора (3) утворюються алкоксильні радикали, зв'язані з основним макроланцюгом і практично відсутні низькомолекулярні алкоксильні радикали.

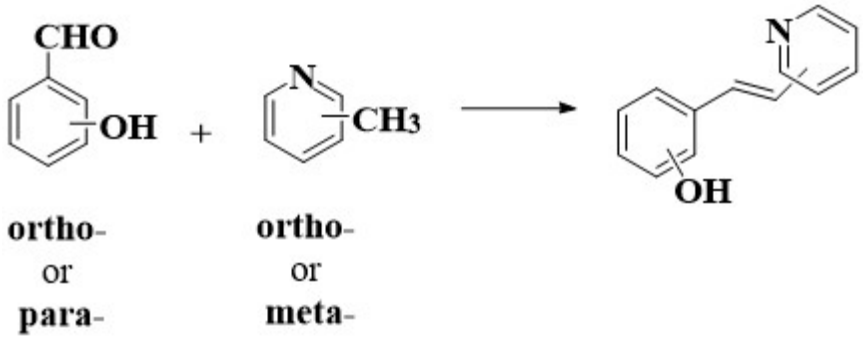
Chemistry of macromolecular compounds

SYNTHESIS AND SPECTROSCOPIC INVESTIGATIONS OF STYRYLPYRIDINES FOR OPTOELECTRONIC APPLICATIONS

Koshova E.R.[1], Ovdenko V.M.[1]
[1]Chemical Department, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 60 Volodymyrska St., Kyiv 01033, Ukraine.
e-mail: valeryovdenko@gmail.com

In recent years, much attention has been paid to the study of isomerizable classes of compounds, such as azobenzenes, azomethines and stilbene-containing substances in the context of photosensitive media development. During their photoinduced isomerization, the dipole moment changes and the redistribution of electron density leads to the further changes in linear and non-linear optical behavior. For example, light-sensitive azopolymers, that absorb in the visible UV range, are promising materials for creating on their basis holographic recording media[1]. Studies of the properties of stilbene-containing compounds allow to develop the new generation of photoinduced devices, such as photosensitizers, photoswitches and other photorespective devices[2]. Moreover, the presence of nitrogen in one of the aromatic systems can contribute solvatochromic properties[3]in guest-host composites and covalently-bonded polymers, which significantly expands the prospects for the use of these materials. Composite materials based on similar compounds and DAST (Diethylaminosulfur trifluoride) have shown their viability and interesting NLO properties.

We synthesized a series of styrylpyridines with different location of hydroxyl group and nitrogen position in the aromatic moieties. Such differences in structure will affect the rate of photoinduced linear optical processes and the magnitude of NLO responses. Therefore, it is important for a fundamental understanding of the varying the mutual arrangement of structural elements (-OH group and nitrogen in the aromatic moieties) effect for further development of "smart" polymers and polymer composites with predetermined properties.



The series of styrylpyridines was synthesized in our work using condensation reaction of α-/β-picolines with 2- or 4- hydroxybenzaldehydes. ^{1}H NMR and IR spectra were taken for these compounds to prove the structure and purity of products. Their absorption spectra in the UV range were studied under different wavelength irradiation to investigate the effect of a substituent on the rate of photoinduced isomerization.

1К. Лошманский, Е. Акимова, А. Мешалкин, В. Абашкин, А. Присакар. VI Международная конференция и молодёжная школа «*Информационные технологии и нанотехнологии*» (ИТНТ-2020), 2020, ст. 461-466

2Matos, L. S., Amaral, R. C., & Murakami Iha, N. Y. (2018). Visible Photosensitization of trans-Styrylpyridine Coordinated to fac-[Re(CO)3(dcbH2)]+: New Insights. *Inorganic Chemistry*, 57(15), 9316–9326.

[3] Koopmans, C., & Ritter, H. (2007). Color Change ofN-Isopropylacrylamide Copolymer Bearing Reichardts Dye as Optical Sensor for Lower Critical Solution Temperature and for Host−Guest Interaction with β-Cyclodextrin. *Journal of the American Chemical Society*, 129(12), 3502–3503.

ПОЛІМЕРНІ ГІДРОГЕЛІ, НАПОВНЕНІ ПОДВІЙНИМИ ШАРУВАТИМИ ГІДРОКСИДАМИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ БАРВНИКІВ ЙОННОЇ ПРИРОДИ

Бей І.М., Будзінська В.Л., Слісенко О.В., Толстов О.Л.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ, Україна
irynabei@meta.ua

Подвійні шаруваті гідроксиди (ПШГ), що належать до класу некремнійвмісних мінеральних оксидів та гідроксидів, за своїми фізичними та хімічними властивостями є дуже подібними до глинистих мінералів – вони мають шарувату будову, характеризуються широким діапазоном хімічного складу (завдяки ізоморфним заміщенням катіонів металів) та змінною величиною густини заряду шару, вони мають іонно-обмінні властивості, реакційно здатний міжшаровий простір, набухають у воді, а також подібні до глин за реологічними та колоїдними властивостями. Одним з основних напрямів практичного застосування ПШГ є їх використання як сорбентів для вилучення забруднювачів йонної природи з води та водних середовищ. Використання ПШГ як сорбентів має низку технологічних обмежень, зокрема мова йде про відділення відпрацьованого сорбенту. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми може бути створення сорбентів на основі полімерних гідрогелів, що характеризуються високими ступенями водопоглинання, наповнених синтезованими ПШГ. Полімерний гідрогель є носієм сорбента, що полегшує його відділення від середовища, порівняно із застосуванням ПШГ у вигляді порошку, а високий ступінь набухання гелю не перешкоджає контакту сорбента з молекулами забруднювача всередині гелю.

В даній роботі було синтезовано полімерні гідрогелі на основі акриламіду та гідроксиетилметакрилату у співвідношені 70/30 мас.ч. відповідно. Як наповнювач-сорбент використовували синтетичний ПШГ на основі нікелю та алюмінію, отриманий за загальною методикою синтезу алюміній-вмісних ПШГ [1]. Вміст наповнювача в гелі варіювали від 30 до 70 мас.% в перерахунку на суху речовину. Як модельний забруднювач використовували розчин метилоранжу з вмістом барвника 0,05 ммоль/л.

Досліджено кінетику сорбції барвника зразками наповнених гідрогелів. Контроль вмісту метилоранжу у робочому розчині здійснювали за допомогою фотометричного аналізу. Отримані результати свідчать, що сорбційна ємність досліджуваних зразків гідрогелів відносно метилоранжу становить від 0,007 до 0,011 ммоль/г (в перерахунку на суху речовину), залежно від вмісту наповнювача в гелі. При цьому ступінь вилучення барвника з розчину становить не менше 90%, а для гелів з вмістом наповнювача-сорбента 70 мас.% цей показник досягає значення 98%.

Для регенерації відпрацьованих полімерних гідрогелевих сорбентів було використано 0,01 М розчин натрій карбонату. Показано, що за два цикли десорбції вдається досягти вилучення близько 70% сорбованого наповненими гідрогелями барвника незалежно від вмісту ПШГ в композиті та кількості сорбованого ним барвника.

Отримані результати свідчать, що полімерні гідрогелі, наповнені подвійними шаруватими гідроксидами є перспективними матеріалами для розробки на їхній основі сорбентів, що можуть використовуватися для очищення води від забруднювачів йонної природи.

1. Layered Double Hydroxides / C. Forano, T. Hibino, F. Leroux, C. Taviot-Guého // Faïza B. Developments in Clay Science. Vol. 1 / B. Faïza, L. Gerhard. – Elsevier: Amsterdam. – 2006. – P. 1021–1095.

THERMOSTABLE CYANATE ESTER RESIN / HEXAGONAL BORON NITRIDE NANOCOMPOSITES

Grigoryeva O.P.[1], Fainleib A.M.[1], Starostenko O.M.[1],Shulzhenko D.M.[1], Gavrylyuk N.A.[2,3], Zolotarenko An.D.[2,3], Schur D.V.[3], Grande D.[4]

[1]Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[2]Chuiko Institute of Surface Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[3]Frantsevich Institute for Problems of Material Science of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[4]Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, Thiais, France

e-mail: *grigoryevaolga@i.ua*

The novel thermostable nanocomposites based on densely cross-linked Cyanate Ester Resin derived from dicyanate ester of bisphenol E (CERE) and Hexagonal *Boron Nitride* (h-BN) have been successfully synthesized and studied by using Dynamic Mechanical Thermal Analysis (DMTA) method, the effect of h-BN nanoparticles on viscoelastic properties of the nanocomposites created have been fixed. The initial components were thoroughly mixed and then poured into a PTFE-coated mold followed by heating the composition in an oven from 20 °C to 300 °C at a heating rate of 0.5 °C/min.

From DMA data (Fig. 1, Table 1) the improvement of viscoelastic properties of the thermostable CERE polymer matrix formed *in situ* with different content of h-BN can be clearly observed, *i.e.* increase of storage modulus values (*E'*) in a glassy region while maintaining high values of the glass transition temperatures (T_g) for all the nanocomposites created. Slight decrease of T_g value for the nanocomposite with 2.0 wt.% of h-BN probably is due to some aggregation of h-BN nanoparticles. These high performance polymer nanocomposites are perspective for application in aerospace structures and microelectronics as high modulus materials.

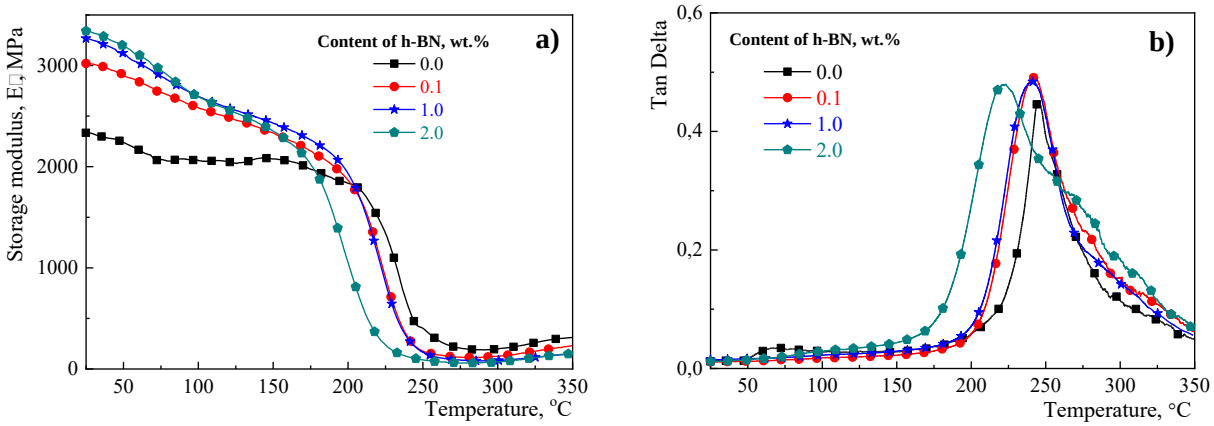


Fig. 1. Temperature dependencies (at 10 Hz) of storage modulus *E'* and Tan Delta for the CERE/h-BN nanocomposites studied (nanofiller content indicated in the plot)

Table1. DMTA data for the CERE/h-BN nanocomposites studied

Content of h-BN in CERE/h-BN nanocomposites,wt.%	E'_{100^oC}, МПа	T_g (from Tan Delta),°C	*h* (Tan Delta)
0.0	2064	245	0.45
0.1	2582	242	0.49
1.0	2695	241	0.48
2.0	2693	223	0.48

EFFECT OF HEXAGONAL BORON NITRIDE NANOPARTICLES ON THE MORPHOLOGY OF THERMOSTABLE NANOCOMPOSITES BASED ON CYANATE ESTER RESIN

Grigoryeva O.P.[1], Fainleib A.M.[1], Starostenko O.M.[1], Shulzhenko D.M.[1], Gavrylyuk N.A.[2,3], Zolotarenko An.D.[2,3], Schur D.V.[3], Grande D.[4]

[1]Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Chuiko Institute of Surface Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[3]Frantsevich Institute for Problems of Material Science of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[4]Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, Thiais, France
e-mail: grigoryevaolga@i.ua

The novel high performance thermostable film forming nanocomposites have been synthesized successfully from Cyanate Ester Resin (CER) monomer (based on dicyanate ester of bisphenol E, DCBE) *in situ* with well-distributed hexagonal *Boron Nitride* (h-BN) nanoparticles. The effect of h-BN nanoparticles on the morphology of the CER/h-BN nanocomposites created have been investigated by using Scanning Electron Microscopy (SEM). An Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX) has been also used to provide elemental identification and quantitative compositional information of the samples studied. In the present study, before synthesis the DCBE and h-BN nanoparticles were thoroughly mixed and then poured into a PTFE-coated mold followed by heating the composition in an oven from 20 °C to 300 °C at a heating rate of 0.5 °C/min. The content of h-BN in the samples studied was varied from 0.1 to 2.0 wt.%.

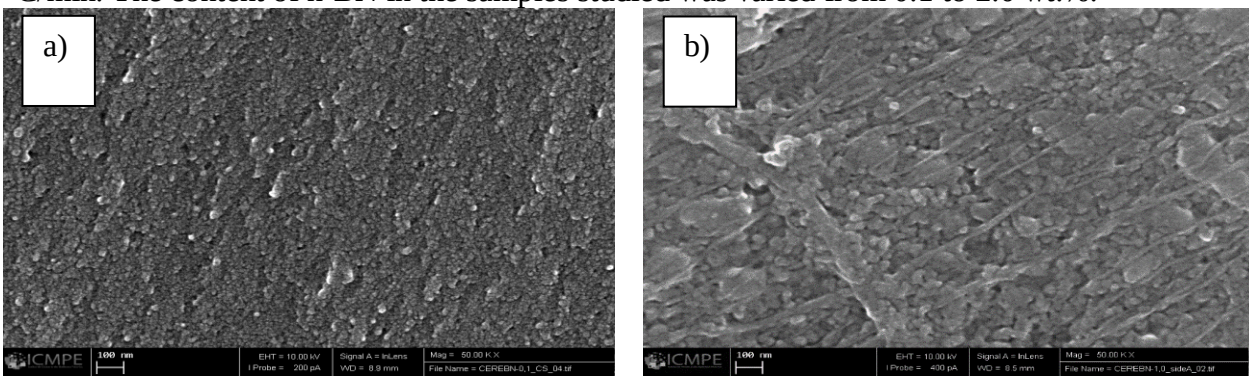


Fig. 1. SEM micrographs of the CER/h-BN nanocomposites at different content of h-BN nanoparticles, wt.%: a) 0.1 (cross-section); b) 1.0 (surface)

SEM analysis (Fig. 1) of the micrographs of CER/h-BN nanocomposites demonstrates generation of some nanoporous structure (black cycles) with pore sizes less than ~50 nm, however at higher content of h-BN nanoparticles the higher size of pores have been observed. Also it was found that increasing content of h-BN nanoparticles up to 2 wt.% leads to aggregation of the particles in the CER/h-BN nanocomposites created that is confirmed by EDX method (Fig. 2). We concluded that optimal content of h-BN nanoparticles in the CER/h-BN compositions is equal or less than 1.0 wt.%.

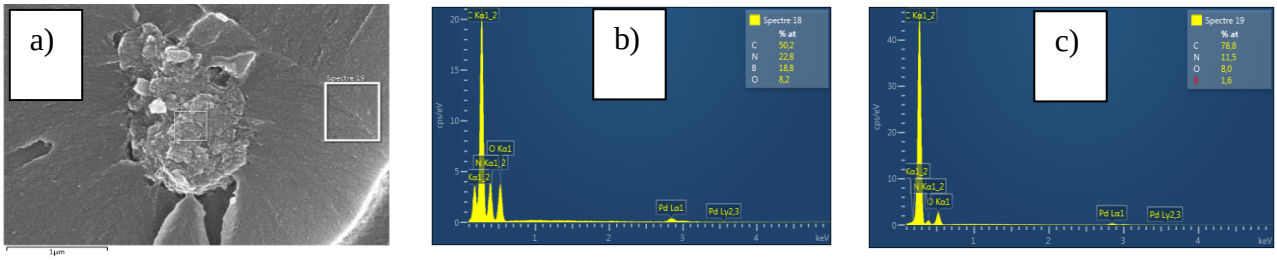


Fig. 2. CER/h-BN=98/2 (wt.%) nanocomposite: a) SEM micrograph; b) EDX analyses of the h-BN aggregates; c) EDX analyses of the CER matrix

STUDY OF THE STRUCTURAL PARAMETERS OF POLYMER NANOCOMPOSITES FILLED WITH TITANIUM DIOXIDE

Horokhov I. V., Asaulyuk T. S., Lavrik V. M.
Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine
kulish.in.411@gmail.com

Metal oxide nanoparticles are widely used as nanofillers due to their great technological and industrial value. The combination of the properties of inorganic nanoparticles, in particular rigidity and thermal stability, with the technological characteristics inherent in a polymer is of particular importance for obtaining nanocomposites with desired properties.

Typically, three methods are used to form polymer / metal oxide nanocomposites. The first is direct mixing of the polymer and nanopowder, either as discrete phases (known as melt mixing) or in solution (solution mixing). The second is a sol-gel process that starts with a molecular precursor at ambient temperature and then forms a metal or metal oxide structure by hydrolysis and condensation. The third method is in situ grafted copolymerization of macromolecular chains on the surface of a nanopowder.

One of the most studied metal oxides is titanium dioxide (TiO_2) due to its low cost, non-toxicity, good electrical, chemical, thermal and photocatalytic properties, and the ability to absorb UV light. It is known that the introduction of fillers in polymers significantly changes the properties of polymer composite materials.

In this regard, the purpose of the work was to study the influence of TiO_2-filler on the structural characteristics of the styrene acrylic polymer films.

In this work an aqueous dispersion of styrene acrylic polymer Lacrytex 430 manufactured by OOO Polymer-Lak (Ukraine) was studied as a film former. A polymer nanocomposite was created by introducing previously prepared suspensions of TiO_2 in various concentrations into an aqueous dispersion of styrene acrylic polymer.

The degree of interaction between components of the mixture was estimated by sol-gel analysis through the equilibrium swelling of nanocomposites in solvents (Table 1).

Table 1. Structural parameters of styrene acrylic polymer films filled with TiO_2

TiO_2 content in polymer film, wt%	Structural characteristics		
	Interaction index polymer/filler	Molecular weight of the chain segment, M_c, g/mol	Crosslinking density, $v \times 10^{-3}$, mol/cm^3
without additives	–	52	9.6
1	0.94	52	9.6
2	0.97	52	9.6
3	1.01	62	8.1
4	1.02	67	7.5
5	1.03	67	7.5

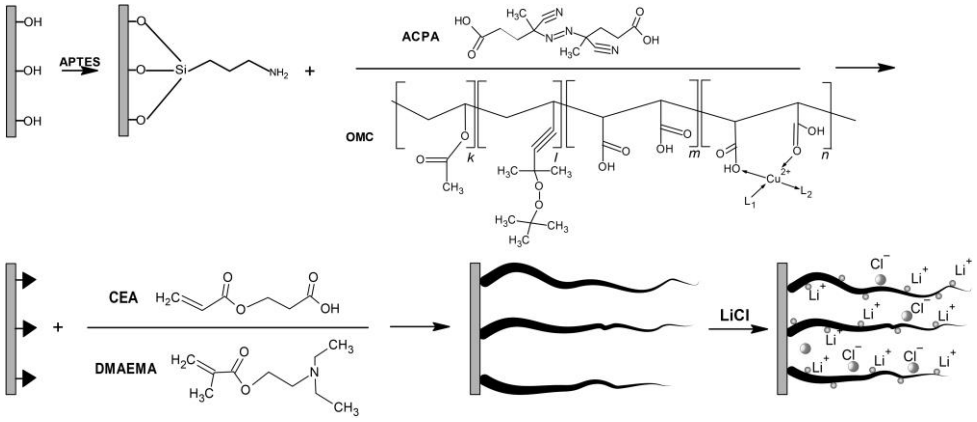
According to the results of the study (Table 1), it was found that the introduction of TiO_2 nanoparticles into the styrene acrylic polymer Lacrytex 430 does not lead to an improvement in the structural parameters of nanocomposites. At a concentration of nano-TiO_2 up to 2 wt%, the average molecular chain length and the degree of crosslinking remain unchanged. Increasing the concentration of TiO_2 reduces the studied parameters. The TiO_2 content above 3 wt% increases the average molecular length, reduces the crosslinking density, which may be a consequence of the TiO_2 particles agglomeration in the polymer.

Analysis of the results of studying the structural parameters of the polymer nanocomposites based on styrene-acrylic polymer Lacrytex 430 showed that nano-TiO_2 addition does not adversely affect structural parameters of the polymer matrix at a concentration of 1 – 2 wt%.

STUDY OF THE RESISTANCE OF POLYELECTROLYTE BRUSHES FORMED ON CERAMICS VIA SURFACE-INITIATED POLYMERIZATION

Izhyk O.B.[1], Balaban O.V.[1], Mitina N.Ye.[2],Volianiuk K.A.[2],
Harhay Kh.I.[2], Grygorchak I.I.[1], Zaichenko O.S.[1,2]
[1]Department of Applied Physics and Nanomaterials Science, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
[2]Department of Organic Chemistry, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
oleh.b.izhyk@lpnu.ua

A number of unsolved shortcomings such as poor cyclability, low capacity, lithium dendrite growth etc. should be overcome for improvement of energy storage devices. The design of batteries includes providing the shortest lithium-ion pathways, high conductivity, efficient redox reaction, thermal stability, high specific surface area, etc. Usage of polyelectrolyte brushes could solve several issues at once: short ion vacancy jump along the chain, high surface coverage, preventing electrodes corrosion, preserving from undesirable volume changes during intercalation, solid-state electrolyte layer. That is why efficient and reproducible methods for growing functional polymer brushes possessing ion conduction, tunable grafting, thickness, adhesion, and other functionality are needed. Here we proposed the construction of polyelectrolyte brushes of cationic and anionic type via the "grafting from" method and studied properties of modified glass and sitall surfaces. Surface modification of ceramic slides used as model substrates easily expands on electro-conductive metallic, graphene and polymer substrates or nanofibers. The general idea is described on the schema below.



Impedance spectroscopy, atomic force microscopy, contact angle analysis were applied to collect results.

First of all, AFM studies showing layer thickness around 30 nm for sitall and 500 nm for glass confirmed polymer brushes immobilization while hydrophilic behavior of modified substrates was noticed too. Secondly, we found that the layer thickness, as well as a resistance value, is strongly dependent on substrate nature. Resistance on sitall substrate compared to glass was much higher for brushes grown by ACPA initiator due to peculiarities of the brush formation and lower packing density of polymerization active sites. On the contrary, growing of the brush on glass led to unexpected proton conduction that obviously originated from the interaction of polymer chains and some amount of absorbed water molecules. The lowest resistance value after polymer brushes formation showed the 6 orders of conduction enhancement. The impact of substrate is not so significant for OMC initiator because the packing density of grafted molecules is defined predominantly by the amount of oligoperoxide initiating centers of radical polymerization in comparison with the impact of substrate. After incorporation of lithium-ions, 2 orders of the conduction increase were revealed. We believe that materials synthesized by the proposed approach are possible candidates for lithium batteries, supercapacitors, proton membranes and so on.

RENEWABLE ADHESIVES FROM PLANT OIL-BASED MONOMERS FORMULTISUBSTRATE APPLICATIONS

Kirianchuk V.[1], Bon I.[2], Domnich B.[2], Nichols J.[3], Demchuk Z.[2,4], Pourhashem G.[2], Voronov A.[2]
[1]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
[2] North Dakota State University, Fargo, ND, USA, [4]Oak Ridge National Laboratory
[3]Seton Hill University, Greensburg, PA, USA
vasuluna411@ukr.net

The design of a robust platform for the synthesis of multisubstrate adhesives is an innovative key technology in a wide variety of industrial applications, including building materials, flooring, window construction, clothes, shoes, electronics, wallcovering, cars, airplanes, etc. The usage of biobased monomers from renewable resources is a promising platform for the synthesis and implementation of new environmentally friendly industrial polymer adhesives for multisubstrate applications. The structural features of plant oils provided by variable unsaturation in oils make the plant oil-based monomers (POBMs) a promising candidate to be applied in latex adhesivesto replace petroleum-based counterparts in adhesives manufacturing. The developed biobased latex adhesives are expected provide a competitive performance in regards toto petroleum-based benchmarks. For this purpose, a series of plant oil-based latex adhesives were synthesized, characterized, and applied to substrates provided by industrial partners for the adhesives evaluation .

In this study, (mini)emulsion processes are used to synthesize plant oil-based acrylic latexes by combining POBMs with butyl acrylate and methyl methacrylate. The POBM fragments were incorporated into latex copolymers at different ratios (up to 40 % wt.) partially replacing butyl acrylate, while methyl methacrylate was applied at a constant ratio (55% wt.). The copolymer composition was varied to determine the best performing latex adhesives formulations (monomer conversion, latex particle size distribution, latex stability, adhesive properties, etc.). The relationships between contact angle, contact angle hysteresis, adhesion, and wettability were studied to support adhesives evaluation measurements.

Adhesive properties of synthesized latex copolymers were determined using shear and peel testing (ASTM D2339-98 and D1876-08) on various model substrates. Incorporation of POBM fragments into latex copolymers improves adhesives peel strength on most substrates we tested. Adhesive performance of plant oil-based adhesives on various substrates can be additionally enhanced by varying adhesive consumption. The obtained adhesive strength values for plant oil-based latex adhesives were compared with reference data from literature and for the commodity adhesives provided by industrial partners.

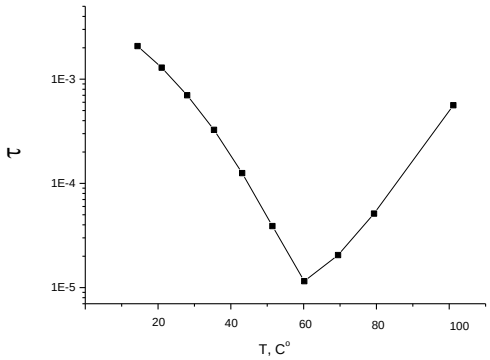
In summary, the obtained experimental data justify plant oil-based latexes potential as adhesives as well as their utility on multiple various substrates

CARBOHYDRATE POLYELECTROLYTE BASED ION CONDUCTING POLYMER FILMS

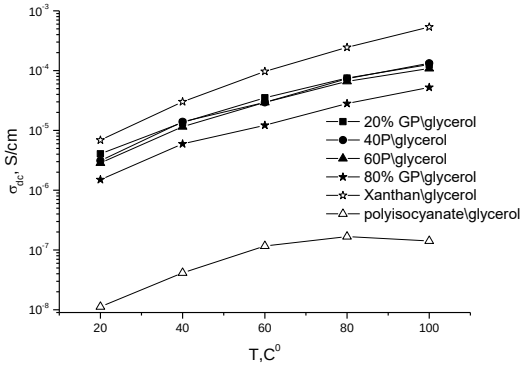
Kozak N. V., Nesin S.D., Minenko M.M.
Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
kozaksmalt@ukr.net

Carbohydrate polyelectrolites are renewable, biocompatible and biodegradable reagents attractive in synthesis of ion conducting solid materials for electronic devices with versatile technical, chemical and physical properties [1-3]. In contrast to the liquid electrolytes, the solid ones almost do not have problems with leakage or pressure changes. Microbial exopolysaccharide xanthan (with cellulose-like backbone and tri-saccharide side chains containing β-D-mannose, β-1,4-D-glucuronic acid and β-1,2-D-mannose residues together with a pyruvic acid unit) is an anionic brush-like hetero polysaccharide. To synthesize ecologically friendly solid polymer electrolyte matrices based on modified xanthan gum the ionic conductive systems were developed using blocked polyisocyanate as cross-linking agent, glutaraldehyde, plasticized with ethylene glycol, and doped with acetic acid as ions source or using xanthan-polyvinyl alcohol mixture doped with acetic acid with formaldehyde cross-linker [2,3].

The conductivity level of all of these systems has humidity sensitive value and depends on water content in polymer which in turn decreases with increasing of temperature. The reaction press-molding of xanthan-polyisocyanate glycopolymers with glycerol addition allows overcoming such temperature influence.



Relaxation time vs temperature for Xanthan



dc conductivity vs Temperature for glycerol doped GPs

Another way of polysaccharide modification with blocked isocyanates is application of their water-soluble analogs. This way allows homogeneous mixing of components in common solvent-water before casting and\or reaction. The resulting films partially swelled in glycerol demonstrate two order rise of conductivity as compared with initial GP.

[1] N. Kozak, A. Hubina *Current Trends in Polym Sci,* **2012**.23-27
[2] F.C. Tavares, D.S. Dörr, A. Pawlicka, C.O. Avellaneda *J. Appl. Polym. Sci.* 135, 46229. **2018**,
[3] N Kozak, K. Didenko, Z. Gagolkina, S. Nesin. *12th Int. Conf. Electronic Processes in Organic Matters* **2020**

ATMOSPHERIC STABILITY OF HEMP WOOD CORE REINFORCED EPOXYURETHANE POLYMER COMPOSITES

Samoilenko T.F., Yashchenko L.M., Yarova N.V., Brovko O.O.
Institute of macromolecular chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
s_t_f@ukr.net

In recent decades, natural lignocellulosic fillers tend to replace traditional synthetic fibres in polymer composites due to their ecological and specific advantages. But mostly, applications of biocomposites are limited to interior ones due to the sensitivity to the influence of atmospheric factors provoking deterioration of the material's stiffness and strength. Such a concern about the durability of biocomposites requires extended studies of their degradation.

Therefore, the aim of the research given is to investigate the atmospheric stability of obtained hemp wood core (HWC) reinforced biocomposites on the basis of organic-inorganic epoxyurethane polymer matrices with partial or complete replacement of the synthetic epoxy component with sustainable ESO under accelerated weathering test.

For synthesis of epoxyurethane (EU) polymer matrices isocyanate component, epoxy component, and sodium silicate were combined in a mass ratio of 80/20/20. The epoxy component was prepared by mixing epoxy resin and epoxidized soybean oil (DER-331/ESO) in the ratios of 100/0, 70/30, 50/50, 30/70, and 0/100 with formation of EU-0, EU-30, EU-50, EU-70, and EU-100 matrices respectively. HWC reinforced biocomposites with 60 and 70 wt% filling were elaborated at 140°C under a 10 MPa pressure by the hot press machine. Accelerated weathering test was carried out for 1 month using a climatic chamber (UVC radiation of maximum intensity at 240 nm and 98% humidity at elevated temperature (60±5°C)). Flexural strength of the samples of biocomposites was determined before and after the test.

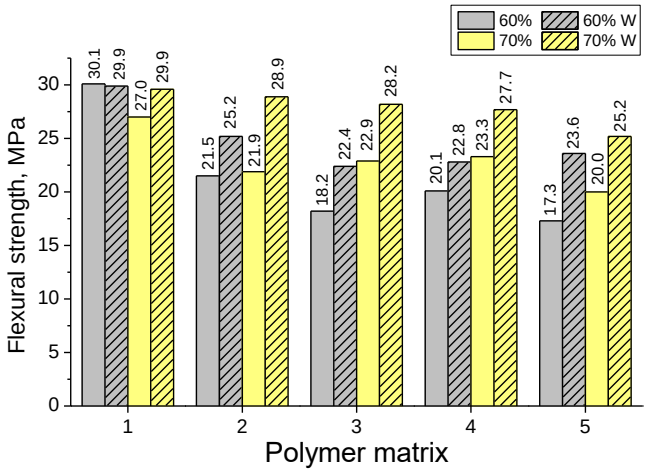


Fig. 1. Flexural strength of unweathered and weathered (W) samples of composites on the basis of 1) EU-0, 2) EU-30, 3) EU-50, 4) EU-70, and 5) EU-100 matrices with different HWC filling

Fig. 1 concludes that flexural strength of unweathered EU-0 composites is almost equal to the flexural strength of respective weathered samples. Alternatively, the composites based on ESO-containing matrices exhibit significant enlargement (by 13.4-32.0%) in flexural strength after accelerated weathering. Nontrivial improvement of mechanical properties of biocomposites after ageing is associated with special complex conditions in a climatic chamber. They promote crosslinking reactions due to UV-induced surface activation as well as post-curing reactions of residual isocyanate groups with moisture or hydroxyl groups of HWC filler and opening of epoxy rings brought out by temperature. In particular, previous IR-spectroscopy investigations have justified the formation of polyurethane and polyurea bonds during post-curing processes. Such a behavior is the evidence of high atmospheric stability of obtained hemp wood core reinforced epoxyurethane composites.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРОВАНИХ ПЛІВОК БІОСУМІСНИХ ПОЛІМЕРІВ ТА НАНОКОМПОЗИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ

О.М. Шевчук, Н.М. Букартик, М.Р.Чобіт, В.С. Токарев
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
E-mail: oshevch@polynet.lviv.ua

Наноструктурні гібридні матеріали на основі полімерних систем з тривимірною сітчастою структурою та вбудованими мінеральними наночастинками, особливо композити на основі біосумісних та біодеградабельних полімерів, викликають підвищену увагу через їх унікальні та корисні властивості, які можуть бути використані у матеріалах для біотехнології, медицини, тканинної інженерії, електроніки, аерокосмічної промисловості, каталізу, мембран, покриттів і т.п. Метою даної роботи є дослідження процесів формування структурованих полімерних та нанокомпозитних плівок на основі біосумісних полімерів полівінілового спирту (ПВС), поліакриламіду (пАкАм), полі(2-етил-2-оксазоліну) (ПЕОК) з вбудованими мінеральними наночастинками (гідроксиапатиту (ГАП), Fe_3O_4, SiO_2), модифікованими реакційноздатними пероксидвмісними кополімерами (РК).

Структуровані полімерні та нанокомпозитні плівки на основі біосумісних полімерів і модифікованих мінеральних наночастинок були отримані шляхом радикального структурування, ініційованого пероксидовмісними реакційноздатними кополімерами. Показано, що ступінь зшивки зростає зі збільшенням концентрації пероксидовмісних кополімерів в плівці та збільшенням вмісту пероксидних груп в кополімері. В той же час, температурна залежність ступеню зшивки значною мірою визначається природою біосумісного полімеру. Для плівок на основі ПВС та пАкАм ступінь зшивки зростає зі збільшенням температури та часу отвердження, тоді як для плівок на основі ПЕОК при підвищених температурах (393-413К) залежність гель-фракції плівок від часу має екстремальний характер, а за температури 373К спостерігається монотонне зростання величини гель-фракції з виходом на плато після 3 год. отвердження. Очевидно, це пояснюється термоокислювальною деструкцією ланцюгів ПЕОК під впливом високої температури та кисню, якій сприяють вільні радикали, сформовані при розкладі пероксидних фрагментів РК. Введення в полімерні плівки додаткових вінілових мономерів, зокрема гідроксиетилметакрилату (ГЕМА) та біфункціонального N,N'-метилен-біс-акриламіду (МБА), зумовлює зростання величини гель-фракції на 25-180% у випадку ГЕМА та на 30-320% у випадку МБА в залежності від концентрації РК та параметрів процесу. Закономірності структуруваннння нанокомпозитних плівок, наповнених мінеральними НЧ, ініційованого пероксидними фрагментами РК, іммобілізованими на поверхні НЧ, є подібними до процесів структурування полімерних плівок. Так для плівок на основі ПВС та пАкАм має місце монотонне зростання величини гель-фракції плівок від часу в усьому дослідженому температурному діапазоні, а для плівок ПЕОК – зростання величини гель-фракції з часом при 373К та її екстремальна залежність від часу при підвищенні температури отвердження. Причому, максимальні значення гель-фракції спостерігаються для зразків, наповнених мінеральними НЧ з найбільшим вмістом пероксидних фрагментів в полімерній оболонці.

Структуровані плівки здатні до набрякання у воді. Ступінь набрякання варіюється від 500% до 2000%, зменшуючись зі збільшенням вмісту пероксидних груп в плівці та при введенні додаткового структуруючого агенту, тобто зі збільшенням ступеню структурування. Одержані нанокомпозитні плівки характеризуються достатньо високими фізико-механічними властивостями (міцність та відносне видовження при розриві), які залежать від природи біосумісного полімеру, РК та мінеральних наночастинок, що робить їх перспективними матеріалами для різноманітних застосувань.

STRUCTURE-PROPERTIES RELATIONSHIPS FOR NANOCOMPOSITES OF CYANATE ESTER RESIN FILLED WITH FULLERITE C_{60}

Fainleib A.M.[1], *Starostenko O.M.*[1], Grigoryeva O.P.[1], Shulzhenko D.M.[1], Gavrylyuk N.A.[2,3], Zolotarenko Ol.D.[2,3], Schur D.V.[3], Grande D.[4]

[1]Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[2]Chuiko Institute of Surface Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[3]Frantsevich Institute for Problems of Material Science of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[4]Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, Thiais, France

e-mail: starostenko.o.m@nas.gov.ua

Cyanate ester resins (CER) possess an unique combination of high-performance characteristics, such as excellent thermal and chemical stability, durability at elevated temperatures, superior adhesion to various substrates etc. That's why CER-based polymer composites and nanocomposites are widely used now for producing high temperature structural or functional materials in aerospace and microelectronics.

In the present study, the nanocomposites based on densely cross-linked Cyanate Ester Resin (CER), derived from monomer dicyanate ester of bisphenol E (DCBE), and Fullerite C_{60}, with Fullerite content c = 0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 wt.% were synthesized and studied. For this, the needful amount of fullerite C_{60} was dispersed in DCBE monomer at 100 °C and stirred at 1300 rpm for 2 hours. Then the compositions obtained were poured into PTFE-coated mold and were cured over the temperature range from 20 °C to 300 °C with a heating rate of 0.5 °C/min. The morphology of the nanocomposites synthesized was examined by scanning electron microscopy (SEM). The thermogravimetric analysis (TGA), differential scanning calorimetry (DSC), and dynamic mechanical analysis (DMA) (multifrequency) techniques were used for characterization of thermal stability, thermophysical and viscoelastic properties of these nanocomposites.

SEM analysis of micrographs for the CER/Fullerite C_{60} = 99/1 wt.% nanocomposite demonstrates generation of nanoporous structure with pore sizes ranging from D_p ~ 30 to 180 nm (see fig.1). It is found that all the nanocomposites developed possess high thermal stability in argon ($T_{d5\%} \approx$ 400-447 °C, $T_{d\,max} \approx$ 446-454 °C) and char residue 48-50 % (at 800 °C). The introduction of just 0.01 wt.% of Fullerite C_{60} into CER matrix increases the value of $T_{d\,5\%}$ by 8 °C. From DMA data (fig.2) the reinforcing effect of Fullerite C_{60} is observed that becomes apparent in increasing glass transition temperature (T_g from loss modulus, E'') value for the nanocomposites with the smallest content of Fullerite C_{60} (c = 0.01, 0.05 wt.%) and storage modulus, E' in a glassy region for all the nanocomposite samples studied.

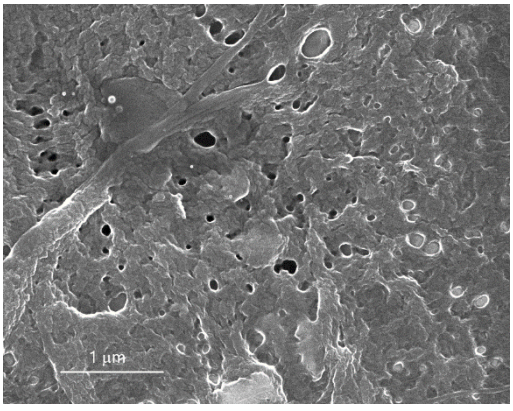


Fig. 1. SEM micrograph of the CER/Fullerite C_{60} = 99/1 wt.% nanocomposite

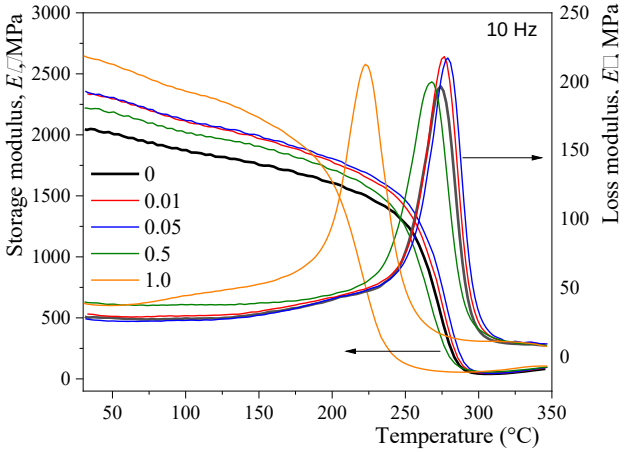


Fig. 2. Dependence of storage modulus E' and loss modulus E'' on temperature at 10 Hz for CER/Fullerite C_{60} nanocomposites (content of Fullerite C_{60} indicated in the plot)

CURING REACTION OF CYANATE ESTER RESIN WITH BENZOXAZINE

Starostenko O.M.[1], Grigoryeva O.P.[1], Shulzhenko D.M.[1], Fainleib A.M.[1], Grande D.[2]
[1]Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, Thiais, France
E-mail: Starostenko.O.M@nas.gov.ua

In this work, the kinetic peculiarities of dicyanate ester of bisphenol E (DCBE) polycyclotrimerization in the presence of bisphenol A based benzoxazine (BOA) were investigated by DSC (TA DSC25) under nitrogen atmosphere, in a temperature range from 30 °C to 350 °C at a heating rate of 5 °C/min. DCBE/BOA blends (100/0, 98/2, 95/5, 90/10 and 75/25 wt/wt compositions) were prepared studied.

It is well known that cyanate ester resins during high temperature polymerization transform to densely cured polycyanurate networks (PCN) and benzoxazines form polybenzoxazine (PBA) networks at high temperature through reaction of polymerization with oxazine cycle opening. The copolymerization of DCBE and BOA is possible as well via reaction of cyanate groups of DCBE with phenolic groups of PBA. Figure 1*a* shows the DSC thermograms for the neat DCBE and all the blends of different composition. It is seen that introduction of BOA into DCBE leads to shifting of the polymerization exotherm maximum, i.e. the curing temperature peak, toward much lower temperatures from 260 °C for individual DCBE to 180 °C for the blend with 25 wt.% of BOA. Interestingly, for the blends containing 5 and 10 wt.% of BOA two exothermic peaks on DSC thermograms are fixed. We suppose that the first exothermic peak (at 206 and 193 °C, correspondingly) is due to the coreaction between the DCBE and BOA, and the second exothermic peak (at 219 and 214 °C, respectively) is due to the self-polymerization of DCBE. For the DCBE/BOA=75/25 blend DSC thermogram shows three peaks, where the third peak at 250 °C is due to the self-polymerization of BOA. Fig. 1*b* depicts the temperature dependence of DCBE conversion values for individual DCBE and all the blends studied. One can see that with increasing BOA content in the blend the induction period of DCBE conversion decreases and the reaction occur faster. We conclude that the thermal polycyclotrimerization of DCBE is catalyzed by the phenolic groups of BOA mostly at the early stages of polymerization.

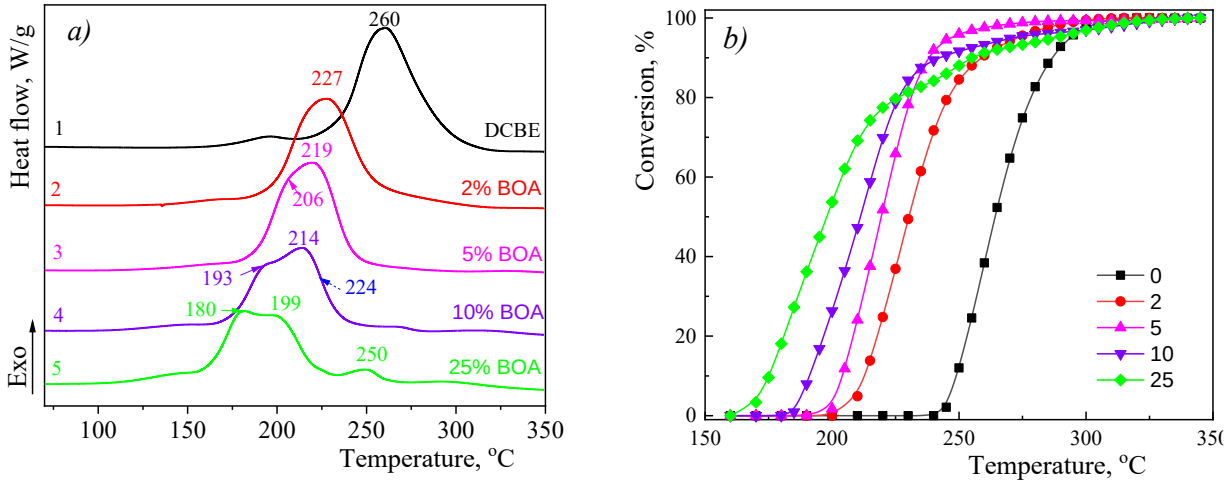


Fig.1. DSC thermograms (a) and temperature dependence of conversion (b) for individual DCBE and in DCBE/BOA blends (BOA content indicated in the plot)

ОДЕРЖАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СМОЛ ЕМУЛЬСІЙНОЮ ОЛІГОМЕРИЗАЦІЄЮ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ НАФТОПЕРЕРОБКИ

Субтельний Р.О., Данилів А.А.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
roman.o.subtelnyi@lpnu.ua

При виробництві газоподібних олефінів (етилену та пропілену) шляхом піролізу нафтових фракцій (бензин, дизельне паливо) утворюється 30-35% побічних продуктів – рідких продуктів піролізу (РПП). З них виділяють фракції з вузьким інтервалом температур кипіння, зокрема, фракцію С9 (423-473 К), містить ненасичені ароматичні вуглеводні і використовується для одержання ароматичних вуглеводневих смол (олігомерів) відомих під назвою нафтополімерні смоли. Для промислових методів ініційованої олігомеризації вуглеводневих фракцій характерними є: висока температура реакції, значна тривалість реакції, складність виділення цільових продуктів, достатньо високе їх забарвлення, що істотно впливає на властивості та собівартість продукту. Частково усунути їх пропонується шляхом проведення олігомеризації фракції С9 у емульсії із використанням розчинних у дисперсійному середовищі ініціаторів у присутності аніоноактивних емульгаторів 1-го роду.

Сировина - фракція С9 РПП дизельного палива (бромне число – 68 г Br2/100г; густина – 936 кг/м^3; вміст смолоутворювальних компонентів фракції– 26,09 %.; у т.ч. стирен - 17,85 %; вінілтолуени - 6,99 %; інден 1,25 %).

Склад реакційної суміші емульсійної олігомеризації:

- дисперсійне середовище – вода;
- дисперсна фаза – вуглеводнева фракція С9 (мономер);
- емульгатор - олеат натрію, стеарат натрію, Е-30 (суміш лінійних алкансульфонатів з довжиною вуглецевого ланцюга - С15, із загальною формулою R-SO3Na);
- ініціатор – персульфат калію ($K_2S_2O_8$)., розчинний у фракції С9.

Основні досліджувані параметри емульсійної олігомеризації:

- тривалість реакції – 20-180 хв.
- температура реакції 303-333 К,
- концентрація емульгатора – 0,6-1,0 % (у перерахунку на дисперсійне середовище),
- концентрація ініціатора – 0,5-2,0 % (у перерахунку на фракцію С9);
- інтенсивність перемішування (Re = 6870-10120),
- об'ємне співвідношення фракція С9: вода:[1:1], [1:2], [1:3], [1:4].

За відсутності буферних добавок pH реакційної суміші становить 2,8. Реакційну суміш розділяли центрифугуванням (4 000 хв-1) та досушували відділений олігомер.

Отримували продукт з виходом 14 – 23%, молекулярною масою 650 -750 та температурою розм’якшення 347 – 353 К. Непрореаговані вуглеводні використовували в якості сировини для синтезу циклопентадієнової смоли термічною олігомеризацією за температури 453 К.

Встановлено, що основним чинником який впливає на вихід вуглеводневої смоли є тривалість реакції (коефіцієнт кореляції 0,88). У досліджуваному інтервалі змінних вихід вуглеводневої смоли (олігомеризація у прямій емульсії) має чітко виражену кореляцію лише із тривалістю реакції (0,88). Вплив інших умов реакції на вихід продукту незначний.У досліджуваному температурному діапазоні вихід вуглеводневих смол не залежить від температури, що дозволяє проводити процес при температурі 303 К; підвищення інтенсивності перемішування з Re = 6870 до Re = 10120 не впливає на перебіг олігомеризації у прямій емульсії.

Високе значення (-0,94) кореляції виходу та бромного числа свідчить про перебіг реакції олігомеризації мономерів за ненасиченими зв'язками.

Результати хроматографічного аналізу свідчать, що в реакцію низькотемпературної емульсійної олігомеризації вступають в основнjму стирен, та його похідні.

SULFOCONTAINING POLYMER MEMBRANES FOR Co (II) and Ni(II) REMOVAL

Zhyhailo M.M.[1], Demchyna O.I.[1], Yevchuk I.Yu.[1], Malynych Ya.S.[2]
[1]Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels L.M. Lytvynenko Institute of Physico-organic Chemistry and Coal Chemistry NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine
[2]Lviv Physics and Mathematics Lyceum, Lviv, Ukraine
zhyhailo.mariia@gmail.com

Among global environmental challenges water purification is of a great interest. Recently polymers and nanocomposites have played a significant role in finding solutions to current environmental problems. They have found interest due to their high potential for elimination of pollutants, in particular, heavy metals. There are many studies on metal removal using polymeric ion exchangers containing sulfonic acid as a functional group.

We have synthesized cross-linked polymer membrane P(AN-*co*-AMPS-*co*-AA) using acrylonitrile (AN), 2-acrylamide-2-methyl-1-propanesulfonic acid (AMPS) and acrylic acid (AA) by UV-initiated radical polymerization. *N,N´*- methylene-bis-acrylamide (MBA) was used as a cross-linking reagent and IRGACURE 651 as a photoinitiator. Nanocomposite membrane was synthesized in the same manner additionally adding the sol-gel system (SGS) based on TEOS. Feed compositions (wt. %) for preparation of polymer and polymer/silica membranes are presented in Table 1.

Table 1

Feed compositions for membrane preparation

Sample	AN	AMPS	AA	MBA	PhI	SGS
S1 P(NA-*co*-AMPS-*co*-AA)	60	25	15	3	2	
S2 P(NA-*co*-AMPS-*co*-AA)/SiO_2	60	25	15	3	2	20

The synthesized membranes were employed to remove Co(II) and Ni(II) from aqueous solutions of $Co(NO_3)_2$ and $Ni(NO_3)_2$ (50mg/L). The investigation of the removal capacity of the materials was performed on the optical density of the solutions at a wavelength of 516 nm for Co(II) and 395 nm for Ni(II) using a spectrophotometer Spekol-11 (Fig. 1). The amount of the membrane in solution was 2g/L.

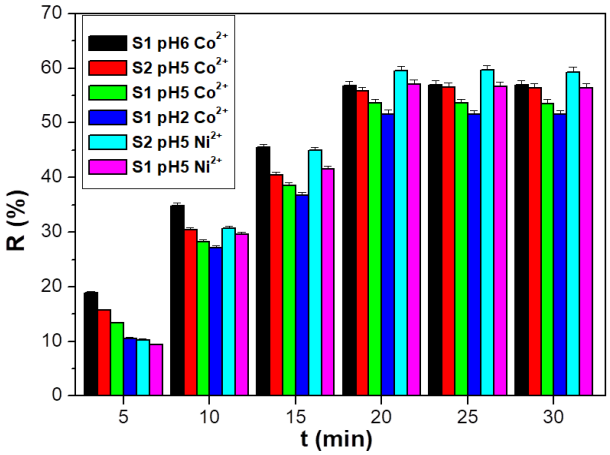


Fig. 1. Adsorption vs time

All the synthesized membranes showed a high removal capacity for Co(II) and Ni(II) (up to 60 %). The samples reached equilibrium after 20 min. Polymer/silica membranes were found to have greater removal ability compared to polymer ones. The adsorption capacity of the sample S1 sufficiently increased with pH.

ОПТИЧНО ПРОЗОРИЙ УДАРОМІЦНИЙ КОМПОЗИТ НА ОСНОВІ ВЗАЄМОПРОНИКНИХ ПОЛІМЕРНИХ СІТОК ПОЛІМЕТИЛМЕТАКРИЛАТ/ПОЛІУРЕТАН

Антоненко О.І., Ігнатова Т.Д., Бабкіна Н.В., Косянчук Л.Ф.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ, Україна
e-mail: ant111@i.ua

При створенні високотехнологічного прозорого поліметилметакрилату (ПММА) однією з основних вимог до його властивостей є поєднання оптичної прозорості та високої стійкості до удару. Системний пошук та детальні дослідження з отримання ударомічного ПММА показали ефективність використання його сумішей з поліуретанами (ПУ), зокрема послідовних взаємопроникних полімерних сіток (ВПС) ПММА/ПУ, що формуються *in situ*. Детально описані ВПС, в яких використовували ПУ на основі олігоетерів. Проте, відсутні такі дослідження з модифікації ПММА ПУ на основі олігоестерів. Наведені дослідження присвячені вивченню умов формування (кінетики реакцій утворення ПММА і ПУ, фазового поділу, який може відбуватися при перебігу реакцій) послідовних ВПС - зшитий ПММА (зшивач триетиленглікольдиметакрилат (ТГМ))/зшитий ПУ (на основі гексаметилендіізоціанату, олігодіетиленгліколькадипінату ММ 1500, триметилдолпропану) складу 75/25; 80/20; 85/15 мас. %, а також в'язкопружних, механічних і оптичних властивостей одержаних систем.

Дослідження кінетики утворювання компонентів ВПС показало зростання швидкості полімеризації метилметакрилату (ММА) зі збільшенням кількості ПУ складової. За даними методу світлорозсіяння за час перебігу хімічних реакцій інтенсивність світлорозсіяння сумішами, що формуються, не змінюється, що свідчить про відсутність фазового поділу в системі. Отримані кінцеві матеріли прозорі (коефіцієнт пропускання складає 95 %).

Дослідженнями в'язкопружних характеристик ВПС (ПММА-ТГМ)/ПУ за кімнатної температури (25 ºС) встановлено, що модифікація зшитого ПММА сітчастим ПУ приводить до суттєвого зниження значень модуля пружності (E'), що є важливим для зниження крихкості склоподібного пластика. Показано, що при збільшенні вмісту ПУ зростає значення модуля втрат (E''), і це вказує на можливість покращання ударостійкості матеріалу. Найбільші значення E'' мають ВПС з 20 та 25 мас. % сітчастого ПУ. Для ВПС з 20 мас. % ПУ на залежностях $E''(T)$ спостерігається один широкий релаксаційний перехід, що може вказувати на існування значної міжфазової області, в якій відбувається суміщення компонентів при формуванні такої системи.

При збільшенні вмісту ПУ у ВПС утворюються щільніша сітка ПММА (знижується M_c внаслідок того, що на меншу кількість ММА припадає та ж сама кількість ТГМ, яка використовувалась для всіх ВПС), в результаті чого зростає міцність на розрив (σ_p) ВПС (склад ПММА/ПУ 80/20 мас. %). Водночас найбільше відносне подовження (ε_p) спостерігається для складу ПММА/ПУ 75/25 мас. %. При цьому ударна міцність за Шарпом зростає зі збільшенням вмісту в них ПУ складової для всіх зразків ВПС. На основі порівняльного аналізу фізико-механічних властивостей досліджених ВПС можна зробити висновок, що оптимальним співвідношенням вихідних компонентів для (ПММА-ТГМ)/ПУ ВПС з найкращими міцнісними характеристиками є 80/20 мас. %.

Таким чином, вивчення умов утворення ВПС на основі ПММА-ТГМ і ПУ з олігоестерною складовою та дослідження їхніх оптичних, фізико-механічних і в'язко-пружних властивостей показало можливість отримання оптично прозорого матеріалу з достатньо високим показником ударної в'язкості.

ПРОТОНОПРОВІДНІ МЕМБРАННІ КАТАЛІЗАТОРИ В РЕАКЦІЯХ ОДЕРЖАННЯ СПИРТІВ ТА ЕТЕРІВ

Баран М.М., Ткаченко Т.В., Каменських Д.С., Євдокименко В.О., Кашковський В.І.
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, Київ, Україна
baranmaria48@gmail.com

Мембранні технології мають цілий ряд переваг перед традиційними, оскільки вони не потребують громіздкої апаратури і значної чисельності персоналу для обслуговування, можуть бути повністю автоматизованими. Специфічною властивістю мембран є здатність селективно пропускати деякі з компонентів суміші, що розділяється, завдяки дії певної рушійної сили, яка виникає при наявності градієнту концентрації, тиску, електричного потенціалу або комбінації деяких із згаданих факторів. Використання мембран дозволяє вирішити проблеми розділення сумішей органічних речовин різного складу, видалення води із водно-органічних розчинів. Тому, метою нашої роботи було дослідити реакції гідратації олефінів і міжмолекулярної дегідратації спиртів на іонообмінних мембранних каталізаторах у потоці спрямованих протонів.

Досліджено реакції гідратації пропену до ізопропанолу та дегідратації спиртів C_1-C_4 до етерів в потоці гідратованих протонів. Реакцію здійснювали в оригінальному реакційному об'ємі, утвореному двома протонопровідними каталітичними мембранами, в інтервалі температур 50-160 ^oC та тисків 0,1-1,9 МПа. У якості протонопровідних каталітичних мембран використані промислові МФ-4-СК та Nafion, а також одержані нами типу ЄМС. Останні отримані на основі сульфокатіонообмінних смол MSC-H і Purolite CT-275 та зв'язуючого хлорсульфованого поліетилену, характеризуються питомою протонною провідністю $2,5 \cdot 10^{-5}$ См/см, обмінною ємністю 2,3-2,6 мг·екв/г і стійкістю по відношенню до дії полярних розчинників, яка перевершує відомі промислові мембрани типу Nafion у 300 раз.

Виявлено вплив потоків гідратованих протонів крізь каталітичні мембрани на їх активність в процесі гідратації пропену. Зміна активності пов'язана зі здатністю протонних потоків створювати і стабільно підтримувати певну структуру гідратної сфери активних центрів. Встановлено, що гідратна сфера кислотного центру при оптимальних співвідношеннях потоків гідратованих протонів в умовах реакції гідратації пропену містить 18-20 молекул води. За таких умов питому каталітичну активність мембранних каталізаторів вдалося підвищити в 5 разів у порівнянні з активністю гранульованих каталізаторів в проточному реакторі. Запропоновано нову модель структури іоногенного центру мембранного каталізатора, яка пояснює механізм транспорту гідратованих протонів, їх дегідратуючу здатність і каталітичну активність мембран за умов гідратації пропену. Запропоновано схему первинної активації олефіну на іоногенному центрі в реакції гідратації пропену.

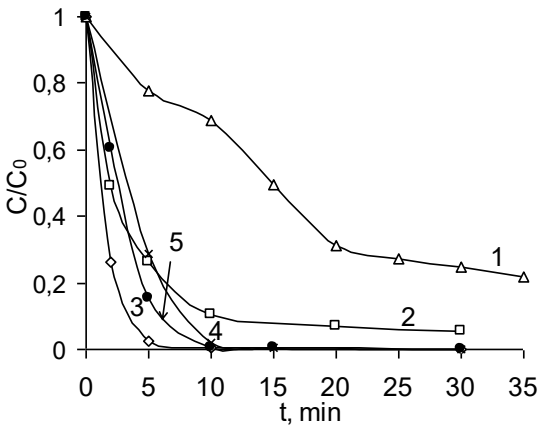
Дослідженням каталітичних властивостей розроблених мембран типу ЄСМ у реакціях дегідратації спиртів до етерів у міжмембранній реакційній «клітці» показано, що потоки протонів зумовлюють нерівноцінність активних центрів вхідної і вихідної сторін каталітичних мембран по відношенню до перетворення спирту. Підвищення каталітичної активності мембран з вхідної сторони забезпечується примусовим відведенням утворюваної у дегідратації води із реакційного простору в складі гідратного оточення протона і, як наслідок, відновленням високого рівня кислотності активних центрів. Виявлено, що здійснення реакції міжмолекулярної дегідратації спиртів на мембранних каталізаторах дозволяє підвищити продуктивність процесу по відношенню до етерів у 1,9-2,9 раз порівняно з продуктивністю промислових гранульованих каталізаторів MSC-H і Dowex 50W-X8, а з потоком протонів – у 2,2-3,3 рази. При переході від традиційної технології до мембранної з потоком протонів спостерігається підвищення селективності по відношенню до етерів у 4 рази.

ОСОБЛИВОСТІ ФОТОДЕГРАДАЦІЇ МЕТИЛОРАНЖУ В ПРИСУТНОСТІ ДІОКСИДУ ТИТАНУ ТА ЦИКЛОДЕКСТРИНІВ У РІЗНИХ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Бардадим Ю.В., Кобилінський С.М., Кобріна Л.В., Рябов С.В.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Київ, Україна
yuliia.bardadym@gmail.com

Очистка стічних вод, що містять органічні забруднювачі, є однією із найважливіших екологічних проблем сьогодення. Серед таких органічних сполук основне місце займають барвники, які широко застосовуються у різних галузях промисловості та в побуті. Фізико-хімічні методи, такі як коагуляція, флокуляція, мембранне розділення і адсорбція на активованому вугіллі, є ефективними, проте не усувають проблему вторинного забруднення. Фотокаталітичне окиснення за участю напівпровідників під дією ультрафіолетового (УФ) опромінення або сонячного світла є доволі перспективним, безпечним і ефективним методом видалення органічних забруднювачів із водного середовища.

Метою даної роботи було вивчення впливу β-циклодекстрину та його похідних - 2-гідроксипропіл-, сульфобутил-, карбоксиметил- та зексил-β-циклодектрину на фотокаталітичну деградацію метилоранжу у водних розчинах за участю діоксиду титану. Досліджено вплив концентрації метилоранжу (МО) (30–115 мг/л) та циклодекстринів (ЦД) (0,09–0,5 г/л), їхнього мольного співвідношення при pH середовища 2,5 - 6 в дистильованій, річковій (pH 6,52) та бюветній воді (pH 7,07) на перебіг фотодеструкції метилоранжу. Одержану суспензію TiO_2:ЦД:МО піддавали УФ-опроміненню трьома лампами потужністю 8 Вт та довжиною хвилі 365 нм кожна, або з двох таких ламп та однієї бактерицидної лампи з довжиною хвилі 254 нм.



Криві фотодеструкції метилоранжу за 10 та 12 циклів опромінення для TiO_2–β-ЦД (1 – 4) та 15 циклів для КМ-β-ЦД (5) в бюветній воді (pH 2.5) при різних концентраціях H_2O_2 та МО: $1{,}1\cdot10^{-3}$ моль/л, 30 мг/л (1), $2{,}2\cdot10^{-3}$ моль/л, 30 мг/л (2), $3{,}3\cdot10^{-3}$ моль/л, 30 mg/l (3), $6{,}6\cdot1010^{-3}$ моль/л, 60 mg/l (4, 5); мольне співвідношення МО:ЦД = 1:0,5.

За даними УФ спектроскопії встановлено, що для ефективного перебігу фотодеструкції метилоранжу впродовж декількох циклів, зокрема, щонайменше 15 циклів, є необхідною присутність H_2O_2 з концентрацією $3\cdot10^{-3}$ та $6\cdot10^{-3}$ моль/л для С (МО) = 30 та 60 мг/л, відповідно. Знебарвлення метилоранжу для вказаних концентрацій відбувалось за 5 та 10 хв, відповідно. Використання циклодекстринів в фотокаталізі також дає змогу знизити концентрацію TiO_2 з 1 г/л до 0,7 г/л без суттєвої втрати активності.

Також було досліджено фотодеструкцію метилоранжу з використанням одержаних полімерних композитів на основі полівінілового спирту (ПВС) та TiO_2 із вмістом останнього від 10 до 25 %. Найбільш ефективно фотодеструкція відбувалась на композиті зі співвідношенням ПВС-TiO_2 85:15. Повне знебарвлення метилоранжу при цьому відбувалось за 25 хв, тоді як при використанні вихідного TiO_2 – за 60 хв. Введення в такі композити додатково наночастинок срібла у кількості 0,1 – 1 % прискорювало перебіг фотодеструкції і тому знебарвлення відбувалось за 15 – 20 хв. При використанні циклодекстринів та композитів ПВС-TiO_2-(Ag) різниця в ефективності фотодеструкції метилоранжу збільшувалась при зменшенні концентрації TiO_2 в суспензії з 1 г/л до 0,7 г/л.

ВПЛИВ ТЕРМОДИНАМІКИ ВЗАЄМОДІЙ КОМПОНЕНТІВ НА ВИВІЛЬНЕННЯ БАС З НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІУРЕТАН/ ПОЛІ(2-ГІДРОКСИЕТИЛМЕТАКРИЛАТ) НОЇ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ ТА МОДИФІКОВАНИХ НАНООКСИДІВ

О.М. Бондарук[1], Л.В. Носач[2], І.І. Геращенко[2], Л.В. Карабанова[1]
1 Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,
Харківське шосе,48, Київ 02660, Україна, bondarukoksanam@i.ua
2 Інститут хімії поверхні імені О.О. Чуйка НАН України,
Генерала Наумова,17,Київ 03164,Україна

Синтезовані нанокомпозити на основі поліуретан-полі(2-гідроксиетилметакрилат)- ної матриці та нанооксидів, модифікованих біологічно активними сполуками, для біомедичного застосування. Проведено комплексне дослідження структури та властивостей одержаних нанокомпозитів. Показано, що нанокомпозити демонструють регульоване та пролонговане вивільнення біологічно активних сполук (БАС) в водне середовище. Параметри вивільнення залежать від структури, складу нанокомпозитів та термодинамічної спорідненості наповнювачів до полімерної матриці.

На основі концентраційних залежностей середньої вільної енергії змішування розчинника з напів-ВПС, з нанокомпозитами та з наповнювачем обраховані значення вільної енергії взаємодії полімера з наповнювачем $\Delta G^{*}_{п\text{-}н}$. Показано, що максимальні показники вільної енергії взаємодії з матрицею має нанонаповнювач денсил. При механо-сорбційному нанесенні БАС на поверхню нанокремнезему, відбувається відносне зниження показників вільної енергії взаємодії з матрицею, тобто зниження адгезії полімерних компонентів матриці до наповнювачів. Це спостерігається для наповнювачів, що модифіковані БАС - гліцином, триптофаном, оксидом цинку.

Досліджено водопоглинання синтезованими нанокомпозитами та показано, що введення наповнювача денсилу в різні матриці (ПУ, напів-ВПС17, напів-ВПС37), в цілому, призводить до підвищення водопоглинання, але воно немонотонно змінюється з вмістом нанонаповнювача. Така концентраційна залежність водопоглинання пов'язана з розподілом наночасток наповнювача в матрицях, його агрегації при вмісті 10-15%, та формуванні поверхневих шарів матриць, які можуть складатися як з поліуретану, так і з обох полімерних компонентів в багатокомпонентних полімерних матрицях. Показано, що гідрофільність створених нанокомпозитів залежить від складових компонентів матриці та від кількості наповнювача, вона зростає як при введенні другого компонента матриці ПГЕМА, так і при введенні наповнювача денсилу.

Важливим показником, що характеризує біоактивність створених нанокомпозитів, є профіль вивільнення БАС із них в оточуючий розчин. Спостереження за вивільненням сполук цинку і срібла і реєстрацію зміни маси зразків проводили близько 16 діб. Найменше вивільнення йонів срібла, не більше 30%, спостерігалось для композитів на основі ПУ матриці. При введенні в матрицю другого, гідрофільного полімеру (ПГЕМА), вивільнення йонів срібла проходить швидше і досягає максимального рівня 55–60% на сьому добу. Іони цинку найкраще вивільняються з композиту на основі ПУ з досягненням 100 % виходу цинку на шосту добу. Напів-ВПС з різним вмістом ПГЕМА показали приблизно однакову кінетику вивільнення з виходом близько 90 % цинку на 14 добу.

Проведені дослідження дозволили зробити висновок, що уповільнення вивільнення БАС відбувається з нанокомпозитів у випадках формування нанодоменної структури матриці з доменів різних полімерів, та з нанокомпозитів де є термодинамічна спорідненість між полімерною матрицею та наповнювачем. Прискорення вивільнення БАС в середовище відбувається при формуванні нанокомпозитів, де відсутня термодинамічна спорідненість між полімерною матрицею та наповнювачем.

ВПЛИВ НЕОРГАНІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ, СОРБЦІЙНІ, ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ, ЩО МІСТЯТЬ ДІОКСИД КРЕМНІЮ

Будзінська В.Л., Бей І.М., Слісенко О.В., Толстов О.Л.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ, Україна
e-mail budzinska@meta.ua

Важливим питанням сьогодення є створення нових композиційних полімерних систем (КПС), які б мали нові «кращі» властивості за своїх попередників і тим більше за «чисті» полімери. Це питання можна вирішити шляхом створення систем, які містять органічну і неорганічну складові, та поєднують їх властивості, утворюючи композити із властивостями, які на багато кращі, за властивості вихідних компонентів. Варіювати властивості КПС можна як шляхом кількості складових, так і шляхом введення до системи різноманітних модифікаторів і наповнювачів. Виходячи з вище викладеного мета роботи полягала у створенні композиційних полімерних матеріалів, що містять діоксид кремнію, проведені вибору природи наповнювача та його кількості для підвищення технологічності застосування КПС та досліджені фізико-хімічних властивостей різних за складом композиційних полімерних матеріалів. Нами були створені композиційні полімерні системи на основі поліізоціанату, силікату натрію та різних наповнювачів (мілкодисперсний пісок (МДП та річковий пісок (РП)). Фізико-механічні дослідження створених КПС показали, що введення як МДП (у кількості 40% ваг.) так і РП (у кількості 40% ваг.) призводить до зниження показників міцності та деформативності кінцевих матеріалів, що свідчить про вплив наповнення на структуру і пористість композиційних полімерних систем. Для вивчення цього питання проведено дослідження паропроникності та сорбційної ємності (за H_2O) наповнених піском КПС. Встановлено, що введення до складу композицій 20% ваг. піску приводить до збільшення паропроникності зразків на 50% у порівнянні з не наповненими системами, в той час як збільшення наповнювача до 40% ваг. лише у 5 разів. При цьому слід відмітити, що введення наповнювача в кількості 20% ваг. приводить до зростання вдвічі сорбційної ємності КПС, в той час як для композитів з 40% ваг. наповнювача значення сорбційної ємності близькі до значень композитів без наповнення. Проведені дослідження по паропроникності та сорбційній ємності визначили умови наповнення композитів, так найкращі зразки можливо отримати при наповненні сумішшю МДП та РП у співвідношенні 1:4, при цьому наповнення композицій проведено на 100 та 150%. Створені таким чином КПС досліджували на стійкість до дії агресивних середовищ, агресивними середовищами були обрані: технічна вода, 15% HCl, 15% H_2SO_4, 25% NaOH та 42% NaOH. Стійкість визначали шляхом виміру межі міцності та деформативності при стисканні композицій після 10, 30 та 180 діб перебування зразків в агресивних середовищах. Аналіз результатів досліджень дозволяє зробити висновок, що при наповнені композицій показники міцності та деформативності при стисканні падають в порівнянні з ненаповненими складами композицій, але вони залишаються сталими при витримці в агресивних середовищах. Це свідчить про те, що розроблені композиції та композити на їх основі стійкі до дії агресивних середовищ протягом тривалого часу (180 діб).

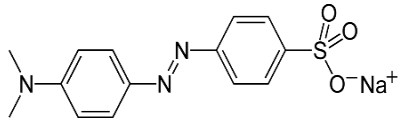
Таким чином, в результаті проведеної роботи встановлено, що введенням різної кількості наповнювачів можна регулювати фізико-механічні властивості композиційних полімерних систем. Встановлено, що наповнення композицій впливає на їх структуру і пористість. Показано, що паропроникність та сорбційна ємність наповнених зразків КПС падає зі збільшенням проценту наповнення композиції.

Створені композиції та композити на їх основі можна рекомендувати для захисту цегли, бетонних, залізобетонних конструкцій, які працюють в кислих, лужних середовищах різної концентрації.

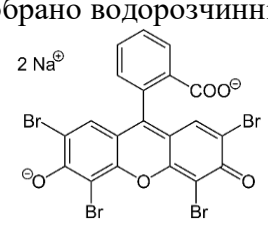
СТРУКТУРНІ ТА СОРБЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛІМЕРОПОДІБНИХ ПОДВІЙНИХ ШАРУВАТИХ ГІДРОКСИДІВ ТИПУ $(Me^{2+})_2Al^{3+}(OH)_7$

Бей І.М., Слісенко О.В., Будзінська В.Л., Толстов О.Л.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна
a.tolstov@ukr.net

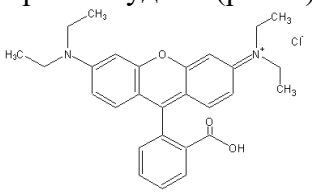
Створення нових високоефективних синтетичних сорбентів є важливим напрямом сучасної хімічної технології завдяки широкому колу їх практичного застосування. Ці матеріали використовують в технологіях сепарації та концентрування, для виготовлення селективних мембран, як лікарські засоби та харчові добавки, в технологіях очищення середовищ від потенційних забруднювачів довкілля. Серед різноманіття неорганічних синтетичних сорбентів особливу роль займають подвійні шаруваті гідроксиди (ПШГ). За своєю будовою вони нагадують природні шаруваті мінерали – глини, мають полімероподібну будову та, але завдяки широким можливостям варіювання іонного складу ПШГ, здатні піддаватись певним хімічним змінам для надання низки специфічних властивостей. Для вивчення потенціалу ПШГ з видалення органічних забруднень з водних середовищ було синтезовано низку шаруватих сорбентів типу $(El^{2+})_2Al(OH)_7$ (де El = Mg^{2+}, Zn^{2+} або Ni^{2+}) та вивчено їхні структурні та сорбційні характеристики. Зразки ПШГ було синтезовано осадженням та конденсацією гідроксидів металів з суміші їх солей під постійним контролем pH середовища. Структурні характеристики одержаних ПШГ було вивчено ІЧ-спектральним, рентгенофазовим (РФА) та термогравіметричним (ТГА) методами аналізу. Як модельні забруднювачі обрано водорозчинні барвники різної будови (рис. 1).



Метиловий оранжевий (МО)
(λ_{max} = 462 нм; ε = 25100)



Еозин Н (ЕН)
(λ_{max} = 520 нм; ε = 82000)



Родамін Б (РБ)
(λ_{max} = 554 нм; ε = 108000)

Рис. 1. Будова та характеристики модельних забруднювачів (барвників)

Згідно даних РФА отримані матеріали мають шарувату будову з міжшаровою відстанню 0,74-0,75 нм та різним розміром елементарних структуротвірних кристалів. За результатами ІЧ-спектроскопії шарувати будова змішаних гідроксидів підтримується аніонами CO_3^{2-}, що розміщаються в міжшаровому просторі та певною часткою залишкових NO_3^- іонів. Термічний розклад ПШГ, відповідно до дериватограм ТГА, має складний характер, як результат різної стабільності зв'язків El-OH та El-O-C гідроксидів та карбонатів відповідних металів, та ступінчастим характером їхньої деструкції.

Таблиця 1. Сорбційні характеристики зразків ПШГ

ПШГ	Сорбційна ємність, ммоль/г			Ефективність сорбенту χ, %		
	МО	ЕН	РБ	МО	ЕН	РБ
ZnAl	0,061	0,012	0,006	49,9	5,6	8,8
MgAl	0,090	0,020	0,002	72,2	12,0	2,6
NiAl	0,121	0,109	0,003	96,7	82,4	2,6

Результати оцінки сорбційних властивостей ПШГ (Табл. 1) свідчать про їх пряму залежність від будови сорбенту та заряду молекул барвників. Зокрема найкращу сорбційну активність має NiAl-ПШГ, який продемонстрував найнижчий рівень структурної організації. Натомість велика кількість аніонообмінних центрів на поверхні кожного шару ПШГ сприяє високому рівню сорбції органічних сполук, що мають у своєї будові аніонні центри – сульфонатні та карбоксилатні групи.

КАТІОННІ ПОЛІСАХАРИДИ ЯК ФЛОКУЛЯНТИ

Сасин Д.В., Юринець І.В., Будішевська О.Г.
Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Украна,
olha.h.budishevska@lpnu.ua

Найбільш поширеними полімерними флокулянтами у процесах очищення промислових і побутових стічних вод є синтетичні катіонні або аніонні полімери, зокрема поліакриламід (ПАМ), гідролізований ПАМ, кополімери акрилатів. Однак синтетичні катіонні полімери, є недешевими, як карболанцюгові полімери, важко розкладаються у природі, а при їх розкладі можливе утворення токсичних і канцергенних сполук.

Полімерні флокулянти природнього походження, такі як модифіковані полісахариди на відміну від синтетичних є біодеградабельні, продукти їх розкладу нетоксичні, економічно вигідні, джерела одержання – поновлювальні і невичерпні. Їх використання при очищенні стічних вод харчової промисловості, зокрема від залишків білків, дозволить використовувати осади у сільському господарстві як добрива, для годування худоби і не спричиняти вторинне забруднювання природного середовища.

Було проведено дослідження використання катіонних полісахаридів хітозану і катіонного крохмалю як флокулянтів для осадження бичачого сироваткового альбуміну (БСА) з водних розчинів. Для досліджень використовували розчини хітозану (Хіт) із ступенем деацетилювання 0,82 та синтезований нами катіонизовний кукурудзяний крохмаль (ККК) із ступенем заміщення 0,21 [1].

Турбідиметричним методом за допомогою світлофотомера показано, що процес флокуляції і утворення осаду БСА суттєво залежить від pH водного середовища. При pH менше ізоелектричної точки БСА (pI БСА~4,8) флокуляція під дією Хіт не спостерігається, очевидно унаслідок позитивних значень ζ-потенціала макромолекул БСА [2] і відсутності їх взаємодії з макрокатіонами Хіт. При використанні ККК як флокулянта при pH < pI утворення осаду також не спостерігали.

При pH більше pI БСА, а саме при pH у середовищі після додавання розчинів Хіт або ККК розрахованої концентрації до розчину БСА спостерігали швидке зростання абсорбції світла (λ 560 нм), зумовлене утворенням флокул з наступним повільним утворенням осаду і освітленням середовища. Встановлено, що найефективніше флокуляція БСА під дією Хіт відбувається при оптимальній концентрації біля 35 мг/л. При збільшенні концентрації флокулянта Хіт кількість осаду зменшується, що можна пояснити утворенням стійких до осадження міжмолекулярних комплексів БСА-Хіт.

При збільшенні концентрації флокулянта ККК від 35 мг/л до 660 мг/л спостерігали збільшення абсорбції світла у перші хвилини після змішування розчинів БСА і ККК з наступним освітленням, що свідчить про відсутність процесу утворення стійких міжмолекулярних комплексів БСА-ККК.

Отримані турбідиметричним методом результати підтверджені визначенням повноти довільного осадження БСА під дією Хіт і ККК протягом 6 діб. Визначено, що повнота осадження БСА при оптимальній концентрації Хіт і pH 6,0 складає 43 %. В той час, як повнота осадження БСА під дією ККК збільшується від 11% до 62% при зростанні у межах концентрацій 160 мг/л до 660 мг/л при pH 10.

Показано, що в ІЧ спектрах БСА, осадженого під дією флокулянта ККК смуга Амід-І (1650 - 1623 $см^{-1}$) [2], характеризується меншими хвильовими числами, ніж в ІЧ спектрах фракції БСА, яка залишається розчиненою у надосадковій рідині, що пояснили різним впорядкуванням ланцюгів БСА.

1. О.А. Костик, О. Г. Будішевська, В.Б. Вострес, З.Я. Надашкевич, С. А. Воронов Катіонний крохмаль як флокулянт // Journal of Chemistry and Technologies.-2020.- 28, №1.- С.17-26.

2. Т.Н. Носенко, В.Е. Ситникова, И.Е. Стрельникова, М.И. Фокина Практикум по колебательной спектроскопи. - СПб: Университет ИТМО, 2021. – 173 с.

БІОДЕГРАДАБЕЛЬНІ ПІНОПОЛІУРЕТАНОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ З АЛЬБУЦИДОМ

Вислогузова Т.В., Рожнова Р.А.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ, Україна
rudenchyk@gmail.com

Пінополіуретанова (ППУ) матриця широко використовується при виготовленні композиційних матеріалів медичного призначення завдяки своїм фізико-механічним властивостям, біосумісності, здатності пролонговано вивільняти лікарські речовини та біодеградабельності. Тому, метою роботи є створення та дослідження ППУ композиційних матеріалів з альбуцидом як перспективних матеріалів для використання в офтальмологічної хірургії як імплантатів з антимікробною дією.

ППУ композити з альбуцидом були отримані на основі діізоціанатного форполімеру (синтезованого з поліоксипропіленгліколю та 2,4-;2,6-толуїлендіізоціанату), каталізатора 2,4,6-трис(диметиламінометил)фенолу та альбуциду (у кількості 5 % мас.). Отримані ППУ являють собою сітчастий полімер загальної формули зображеної на рис. 1.

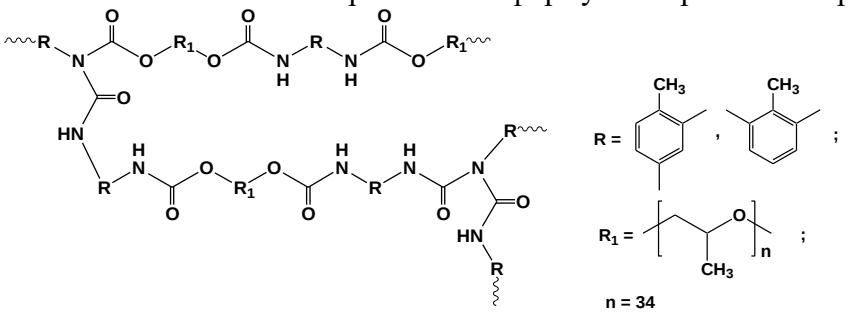


Рис. 1. Структурна формула ППУ

Проведені дослідження структури та властивостей ППУ композиційних матеріалів з альбуцидом та встановлено, що вони проявляють адгезію, термостійкість і мають мікропористу структуру (табл. 1).

Таблиця 1. Властивості ППУ композитів з альбуцидом

Зразки	σ, МПа	$T_{поч. розкл.}$, °С	$T_{макс. шв. розкл.}$, °С	Діаметр пор, мкм	Пористість, %
ППУ	1,16	172,05	313,26	69,9-1519,0	61,5
ППУ з альбуцидом	1,16	162,84	303,83	43,2-953,8	51,1

Здатність до біодеградації досліджували за зміною структури, фізико-механічних і теплофізичних характеристик під впливом модельних середовищ, що імітують середовище організму (біологічне середовище 199, фізіологічний розчин) протягом 2-х тижнів, 1, 3 і 6 місяців. За результатами випробувань встановлено, що вплив БС 199 та фізіологічного розчину на структуру та властивості ППУ композиційних матеріалів з альбуцидом аналогічний. Після інкубації у модельних середовищах відбуваються процеси біодеградації, що підтверджуються зниженням адгезійної міцності. Також для ППУ композитів з альбуцидом спостерігається зниження T_c і підвищення ΔC_p, підвищення $T_{поч. розкл.}$ і $T_{макс. шв. розкл}$, що супроводжується перерозподілом водневих зв'язків NH-груп поверхневого шару зразків.

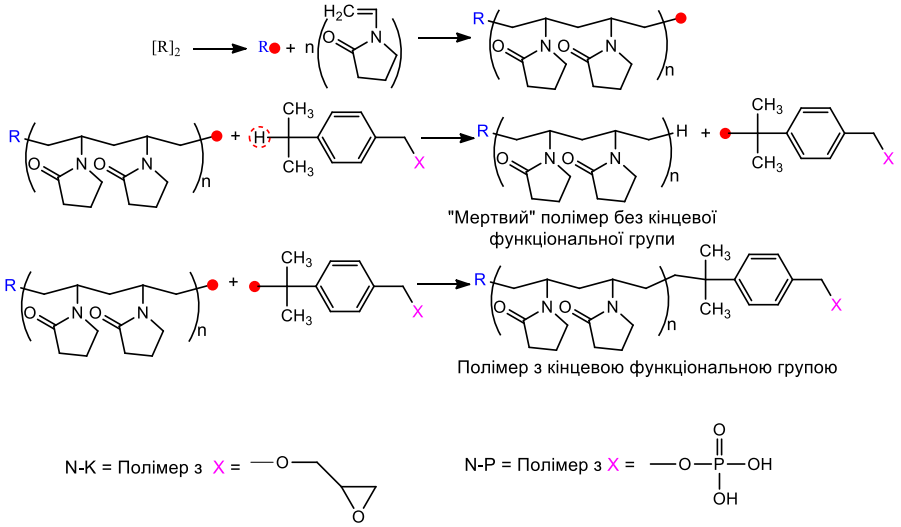
Отже, розроблено ППУ композиційні матеріали з альбуцидом, які мають мікропористу структуру та достатні адгезійні властивості, є термостійкими та здатними до біодеградації. Тому, ППУ композити з альбуцидом є перспективними матеріалами, які можуть бути використані в офтальмологічній хірургії, як імплантати та потребують подальших медико-біологічних випробувань.

ОТРИМАННЯ НОВИХ ВОДОРОЗЧИННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ З ФУНКЦІОНАЛЬНОЮ ЕПОКСИДНОЮ АБО ФОСФАТНОЮ ГРУПОЮ

Волянюк К.А., Мітіна Н.Є., Гаргай Х.І.,
Долинська Л.В., Надашкевич З.Я., Гевусь О.І., Заіченко О.С.
Національний університет «Львівська політехніка»
79013, Львів, вул. Степана Бандери, 12;
k.volianiuk@gmail.com

Синтез нових функціональних полімерів для їх цільового застосування у хімії, біотехнології та медицині досі лишається важливим пріоритетом багатьох лабораторій світу. При цьому необхідно мати можливість завчасно визначати архітектуру, молекулярно-масовий розподіл та структурні характеристики. Особливо важливим є отримання телехелатних полімерів, які містять кінцеві реакційні функціональні групи. Такі полімери використовуються в якості агентів цільової доставки лікарських засобів, прекурсорів для отримання макромолекулярних структур різноманітної архітектури, поверхнево-активних емульгаторів і стабілізаторів, застосовуються для модифікації поверхні.

Радикальною полімеризацією N-вінілпіролідону (N-ВП) в присутності нових функціональних передавачів ланцюга – похідних ізопропілбензену (ІПБ) отримано полімери з кінцевими епоксидною або фосфатною групами. Встановлено, що при полімеризації спостерігається зворотня залежність швидкості полімеризації та довжини полімерних ланцюгів від концентрації передавача внаслідок утворення мало активних радикалів із молекул передавача. Перший порядок швидкості полімеризації за концентрацією ініціатора підтверджує переважно лінійний обрив ланцюгів, що ростуть. Входження кінцевих функціональних фрагментів ІПБ в результаті рекомбінації утворюваних передавачами радикалів із полімерними радикалами підтверджено ІЧ, ЯМР спектрами та функціональним аналізом. Середньочисельна функціональність полімерів за вмістом кінцевого фрагменту ІПБ 0,5-0,7, яка після фракціонування не перевищує 1, свідчить про наявність лише одного реакційного кінцевого фрагменту в макромолекулі.

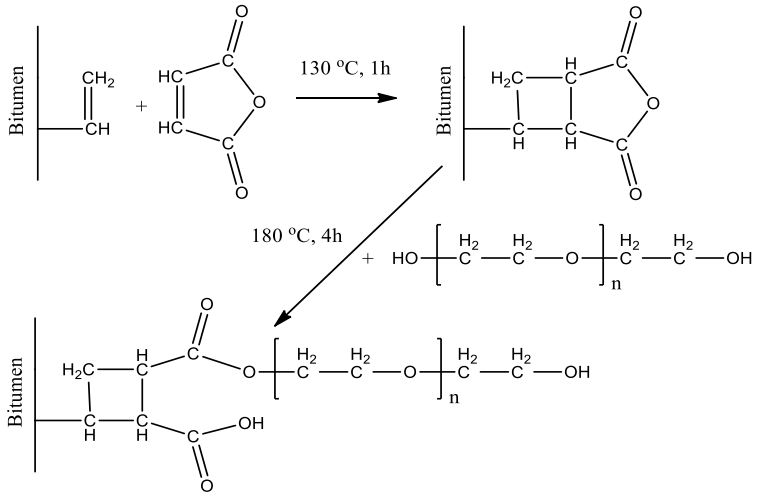


Отримані полімери є водорозчинними поверхнево-активними та утворюють в розчині колоїдні міцелоподібні структури. Реакціями полі(N-ВП) з кінцевою епоксидною групою отримано блок-кополімери з поліоксазоліном. Наявність у макромолекулі кінцевого фрагменту фосфатної кислоти, як якірної групи, обумовлює використання полімеру для темплатного синтезу та цільової модифікації поверхні неорганічних наночастинок металів, оксидів та солей.

МОДИФІКУВАННЯ МАЛЕЇНІЗОВАНОГО БІТУМУ ПОЛІЕТИЛЕНГЛІКОЛЯМИ

Гринчук Ю.М.[1], Гунька В.М.[1], Демчук Ю.Я.[1], Сідун Ю.В.[1], Братичак М.М.[1]
[1] Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
e-mail: yurii.m.hrynchuk@lpnu.ua

З літератури відомо про ефективність малеїнового ангідриду (МА) в ролі модифікатора нафтових бітумів. Для вивчення впливу МА на властивості модифікованого бітуму порівнювали основні характеристики вихідного бітуму та бітуму модифікованого МА. Також було досліджено вплив поліетиленгліколю (ПЕГ) як додаткового модифікатора в реакційній суміші з МА. В ході одержання малеїнізованого бітуму було встановлено оптимальні технологічні параметри модифікування бітумів для отримання кращих фізико-механічних властивостей модифікованого бітуму. Хімізм процесу одержання малеїнізованого бітум та взаємодію його з полетиленгліколем у дві стадії наведено нижче. Умовами першої стадії одержання малеїнізованого бітуму були 130 °С, 1 год в атмосфері азоту, вміст МА в бітумі є 2% мас.



Другою стадією є реакція малеїнізованого бітуму з поліетиленгліколями. Було вивчено вплив поліетилнгліколів різних марок на фізико-механічні властивості модифікованого бітуму. Бітум, модифікований малеїновим ангідридом в композиції з ПЕГами оцінювали за допомогою таких показників: температура розм'якшення, пенетрація, дуктильність та еластичність. Встановлено, що малеїновий ангідрид в суміші з ПЕГом дозволяє отримати модифікований бітуми з покращеними властивостями, зокрема покращуються такі показники як температура розм'якшення, зростають адгезійні властивості та еластичність. Кращі результати фізико-механічних властивостей було отримано за використання додаткового модифікатора ПЕГ-2000. Характер цих змін є різним і залежить від вмісту додаткової добавки, часу та температури модифікації.

Таблиця 1. Характеристики бітуму БНД 70/100 модифікованого композицією 2% МА + 4% ПЕГ-2000 протягом різного часу модифікації

Час модифікування	Пенетрація при 25°С, м·10^{-4} (0,1 мм)	Температура розм'яшення, °С	Дуктильність при 25 °С, мм	Еластичність при 25 °С, %
0 хв	82	47,2	>150	-
120 хв	43	53,6	82,9	32,8
240 хв	36	54,4	25,6	35,5
360 хв	35	56,8	40	26,9
480 хв	32	56,2	12	36,5

Дослідження проводились в межах проєкту «Одержання модифікованих низькомолекулярними органічними сполуками бітумів із нафтових залишків» за підтримки Національного фонду досліджень України.

ХІМІЧНЕ МОДИФІКУВАННЯ НАФТОВИХ ЗАЛИШКІВ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ

Гунька В.М.[2], Присяжний Ю.В.[2], Демчук Ю.Я.[2], Гринчук Ю.М.[1], Сідун Ю.В.[3], Братичак М.М.[2]

[1] Національний університет «Львівська політехніка», кафедра фізичної, аналітичної та загальної хімії, Львів, Україна

[2] Національний університет «Львівська політехніка», кафедра хімічної технології переробки нафти та газу, Львів, Україна

[3] Національний університет «Львівська політехніка», кафедра автомобільних доріг та мостів, Львів, Україна

e-mail: volodymyr.m.hunka@lpnu.ua

Бітум, що виробляється на нафтопереробних заводах, не завжди відповідає вимогам дорожнього будівництва [1]. Для покращення експлуатаційних характеристик бітуму нафтові залишки для виробництва модифікують як фізичними, так і хімічними методами [2].

Фізична модифікація передбачає введення в структуру нафтових залишків різноманітних добавок. Добавки покращують експлуатаційні характеристики, але залишають незмінною хімічну структуру. Залежно від природи, добавки поділяються на еластомери (натуральні та синтетичні каучуки, каучукові крихти), термоеластопласти (блок-сополімери бутадієну та стиролу типу SBS), термореактивні матеріали (епоксидні, фенолформальдегідні та інші смоли) та термопласти (поліетилен, Бутанол НС, Віскопласт-С, нафтові смоли тощо) [1].

Хімічна модифікація нафтових залишків забезпечує зміну їх хімічної структури за рахунок впливу модифікаторів на компоненти суміші в присутності каталізаторів або ініціаторів. Хімічна модифікація вивчається і використовується менше, ніж фізична. Сьогодні для нафтових залишків не існує загальноприйнятої класифікації процесів хімічної модифікації та типів хімічних модифікаторів. Більше того, розроблені промислові процеси з використанням хімічної модифікації фактично відсутні, незважаючи на можливість досягнення кращих експлуатаційних характеристик одержуваної продукції [1].

В дослідженні [2] встановлено, що використання формальдегіду (37% водний розчин) як модифікатора нафтових залишків є процесом новим і цікавим. Проте у згаданій роботі відсутні результати щодо впливу кількості та природи каталізатора на експлуатаційні характеристики модифікованого бітуму. Отже, дослідження цього ефекту є метою даної роботи.

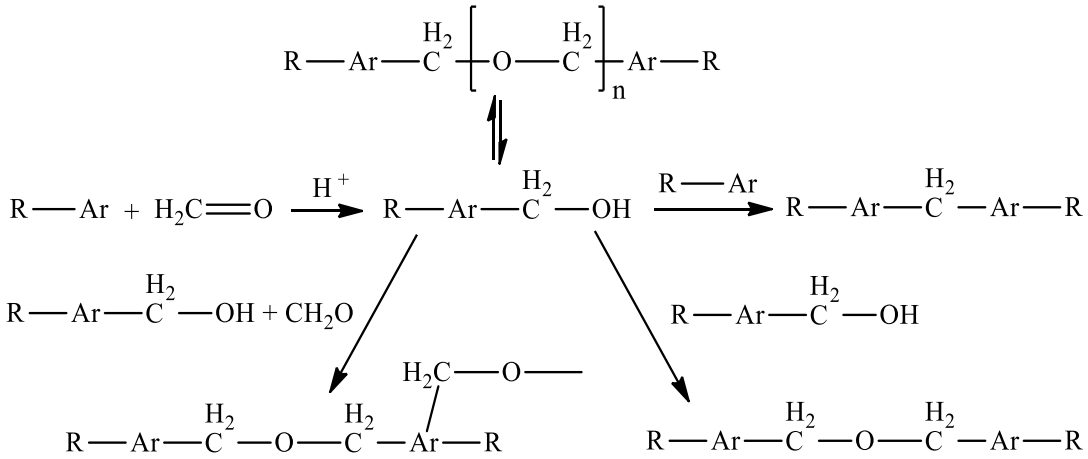


Рис. 1. Хімізм процесу кополіконденсації ароматичних сполук з формальдегідом

Найбільш ефективними каталізаторами процесу поліконденсації аренів з формальдегідом є кислоти та луги [3]. Тому в наших дослідженнях ми використовували хлоридну та сульфатну кислоти, а також гідроксид натрію. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Вплив природи та кількості каталізатора на властивості модифікованого гудрону

Зразок	Каталізатор та кількість на 100 г гудрону, % мас.	Температура розм'яшеності, °С	Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	Температура крихкості за Фраасом, °С	Адгезія з поверхнею щебеню, бал
ГМФ-1	HCl, 2,5	52	55	-9	3,5
ГМФ-2	H_2SO_4, 2,5	76	35	-14	5,0
ГМФ-3	NaOH, 1,0	43	161	-17	2,5

Аналізуючи дані таблиці 1 видно, що найбільш ефективними каталізаторами модифікації гудрону формальдегідом виявилися сульфатна та хлоридна кислоти. Крім того, сульфатна кислота значно активніша за хлоридну.

Якщо порівняти отримані значення в присутності H_2SO_4 і HCl, то ми побачимо, що температура розм'якшеності вище (76°С проти 52°С), а температура крихкості за Фраасом нижча (-14°С проти -9°С). Крім того, найвище значення адгезії (5,0 балів) було виявлено при використанні в якості каталізатора H_2SO_4.

Тому подальші дослідження були проведені з використанням сульфатної кислоти як каталізатора. Досліджено вплив кількості каталізатора на властивості модифікованого продукту. Кількість H_2SO_4 змінювали від 0,5 до 10 % мас. на 100 г вихідного залишку, інші умови експерименту були такими ж. Отримані результати представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Вплив кількості каталізатора на властивості модифікованого гудрону

Зразок	Кількість H_2SO_4 на 100 г гудрону, % мас.	Температура розм'яшеності, °С	Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	Температура крихкості за Фраасом, °С	Адгезія з поверхнею щебеню, бал
ГМФ-4	0	42	160	-18,0	2,5
ГМФ-5	0,5	48	71	-16,5	3,0
ГМФ-6	1,0	57	46	-16,0	4,0
ГМФ-2	2,5	76	35	-14,0	5,0
ГМФ-7	5,0	82	24	-12,0	5,0
ГМФ-8	7,0	83	25	-11,0	-
ГМФ-9	10,0	84	23	-11,5	-

З отриманих результатів видно, що кількість H_2SO_4 понад 2,5% мас практично не змінює температури розм'якшеності та пенетрації. Збільшення кількості каталізатора понад 5,0% мас. знижує температуру крихкості за Фраасом, і за 7,0% мас. зразки стають неоднорідними. Отже, оптимальною кількістю каталізатора (H_2SO_4) варто вважати 2,5 мас.%.

Список використаних джерел

1. Pyshyev S., Gunka V., Grytsenko Yu. *et al.*: Chem. Chem. Technol., 2016, **10**, 631. https://doi.org/10.23939/chcht10.04si.631
2. Bratychak M., Gunka V., Prysiazhnyi Yu. *et al.*: Chem. Chem. Technol., 2021, **15**, 274. https://doi.org/10.23939/chcht15.02.274
3. Moshchinskaia N.: Polimernye Materialy na Osnove Aromaticheskikh Uglevodorodov i Formaldegida. Monografia. Tekhnika, Kiev 1969.

ОЛІГОМЕРИЗАЦІЯ ФРАКЦІЇ C_5

Данилів А.А., Дзіняк Б.О.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
bohdan.o.dziniak@lpnu.ua

При виробництві етилену піролізом нафтохімічної сировини як побічний продукт одержується низькокипляча фракція C_5. Незважаючи на значний вміст ненасичених вуглеводнів, фракція C_5, в основному, гідрується і використовується як компонент автомобільних бензинів, або повертається як сировина на піроліз для одержання етилену. Але при цьому незворотньо губляться ненасичені вуглеводні, і перш за все дієни, що містяться у фракції C_5 . Тому доцільним є використання фракції C_5 як сировини для одержання низькомолекулярних смол, які широко використовуються у лакофарбовій промисловості.

Для досліджень використовували фракцію C_5, яка одержується при виробництві етилену піролізом дизельного палива на ТзОВ «Карпатнафтохім» (м. Калуш), та має наступні фізико-хімічні показники:

Густина, кг/м^3	720...750	Фракційний склад, ^{o}C:	
Бромне число, г Br_2/100 г	160...200	почакок кипіння	28...33
Колір, мг I_2/100 см^3	≤ 0,25	10 %	33...40
Масова частка, %:		50 %	40...45
сірки	≤ 0,03	90 %	45...52
води	відсутність	кінець кипіння	70...73

Висока ненасиченість (бромне число в межах 160...200 г Br_2/100 г) та значна кількість цінних дієнових вуглеводнів (сумарно більше 60 % мас. пентадієну, ізопрену, циклопентадієну) вказує на доцільність використання фракції C_5 для подальшої олігомеризації.

З метою визначення оптимальних умов олігомеризацією фракції C_5 проводили у присутності пероксидного ініціатора (пероксиду ди-*трет*-бутилу). Досліджено вплив різних чинників (температура – у межах 373…498К, тривалість реакції – у межах 1...9 год., концентрація ініціатора - у межах 0,01…0,15 моль/л) на вихід і фізико-хімічні характеристики смоли.

У результаті досліджень установлено, що з ростом температури та тривалості олігомеризації збільшується вихід смоли. Проте, підвищення температури реакції негативно впливає на її якість. Так, з підвищенням температури суттєво погіршується колір смоли, зменшується їх молекулярна маса та ступінь ненасиченості.

У той же час, зростання тривалості реакції у досліджуваних умовах сприяє підвищенню виходу та молекулярної маси смоли, але аналогічно впливу температури – із зростанням тривалості реакції погіршується колір та зменшується бромне число смоли.

Потрібно також відзначити і суттєве підвищення тиску насичених парів вуглеводнів (до 1,5 МПа і вище) при підвищених температурах реакції, що створює певні труднощі при проведенні процесу.

У результаті проведених досліджень визначено оптимальні умови реакції: температура 423 К; тривалість 7 год.; концентрація ініціатора 0,07 моль/л. Одержана в оптимальних умовах смола з виходом 25 % мас. (у розрахунку на фракцію C_5) характеризується високим значенням бромного числа (110 г Br_2/100г), низьким значенням показника кольору (15 мг I_2 /100 см^3), температурою розм'якшення 358 К, молекулярною масою 680 та може використовуватися як замінник олії при виробництві лакофарбових матеріалів (оліфи, лаків тощо).

DAYLIGHT FLUORESCENT PIGMENTS ON AN ACRYLIC BASIS FOR DRAWING ON WATER

Distanov V., Kadochkina V., Zaliska T., Lutsenko K., Shkolnykova T.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kharkiv.
e-mail: distanov@ukr.net

Drawing on the water is a technology that allows you to create fantastic bright colors that effectively flow into each other. Drawing on water using Ebru technology means that the surface for applying the pattern is liquid.

Ebru is a type of ancient Turkic-Islamic art, the first memories of it date back to the 12th century. The essence of this type of art is the interaction of two liquids of different consistency.

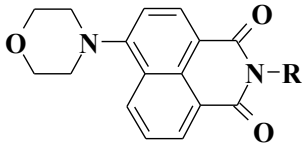
This technique is widely used when creating objects in various scenery: materials for interior design, textiles, and printing products. Ebru technique included psychologists and psychotherapists, teachers, educators, rehabilitation doctors, and jewelers in their work.

For centuries, in the manufacture of original Ebru paints, only natural dyes are used, which are obtained from colored rock and earth, containing insolubly oxidized or organic pigments. The use of oil colors and aniline dyes in traditional EBRU manufacture is impossible because they dissolve in water, and the paper is not susceptible to them.

The use of natural dyes limits the range of colors. Now we have found a way out of this position. Leading foreign firms began to use pigments on an acrylic basis, which in their characteristics are close to natural pigments. However, in the range of such dyes, there are no fluorescent pigments.

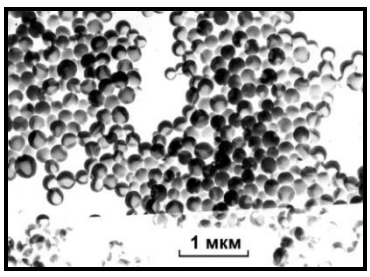
This work aims to synthesize daylight fluorescent pigments on an acrylic basis by emulsion polymerization.

The main dyes for the production of colors are developed derivatives of 4-mofolinonaphthalimides - luminophores of yellow-green glow, which have significant solubility in the monomer and are included in the triad of dyes to create colors of different shades.



Emulsion polymerization of methyl methacrylate, or a mixture of monomers, synthesized daytime fluorescent pigments of yellow, orange, pink, red, and green colors.

The size of the particles of the resulting pigments allows you to create on their basis quality colors.



Microphotography of yellow pigment on acrylic basis

Previous studies have shown that the pigments obtained and based on their colors for drawing on the water are not inferior to similar foreign samples in their physico-chemical characteristics.

ФОТОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШАРУВАТИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ СКЛОВОЛОКНА ТА НАНОКРИСТАЛІЧНОГО TiO_2

Зінченко О.В., Толстов О.Л., Матюшов В.Ф.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна
a.tolstov@ukr.net

Фотохімічні властивості багатьох неорганічних та органічних матеріалів активно вивчаються протягом декількох десятиліть завдяки широким можливостям їхнього практичного застосування – в оптиці, електроніці, альтернативної енергетиці, лазерної техниці, сенсориці, як активна складова покриттів, здатних до самоочищення тощо. Найбільш перспективним фотохімічно активним матеріалом досі вважається титан (IV) оксид, завдяки дешевизні, простоті виготовлення, низької хімічної активності, що дозволяє зберігати активність протягом кількох років. Одним з недоліків TiO2 є необхідність обробки його прекурсорів за високої температури, що перетворює похідні на оксидний шар з високою кристалічністю та надає йому фотохімічної активності.

В даній роботі запропоновано низькотемпературний метод одержання нанокристалічного TiO_2 шляхом гідролізу титан (IV) ізопропоксида (ТІП) у водному середовищі до олігомеризованої форми $Ti(OH)_4$ з подальшим перетворенням в водорозчинну пероксититанову кислоту (ПТК). Осадження шару ПТК на поверхню скловолокна відбувалося методом *deep coating* з постійним контролем товщини шару. Перетворення ПТК в нанокристалічний TiO_2 проводили обробкою за температури 200 °С впродовж 4 год. Структурні характеристики одержаних композитів та їхні властивості вивчено за допомогою спектральних методів (ІЧ та УФ-вид), морфологічного аналізу. Фотохімічну активність вимірювали по деструкції барвника метиленового синього (МС; $C_{мс} = 10^{-5}$ М) під дією прямого сонячного світла (16 год; $E_{сер} = 0{,}145$ мВт·см$^{-2}$). Також перевірено здатність композитних матеріалів до регенерації.

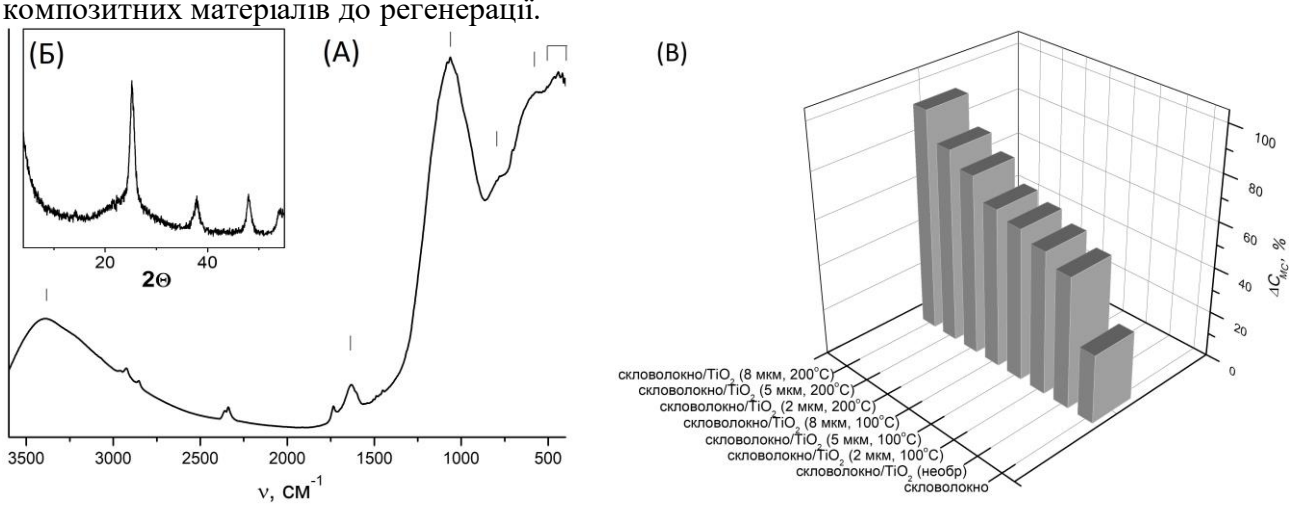


Рис. 1. Результати ІЧ (А) та РФА (Б) досліджень зразка скловолокно/TiO_2 (8 мкм, 200 °С) та залежність фотодеструкції МС від умов обробки композитів

За результатами спектрального аналізу встановлено, що при формуванні шару TiO_2 відбувається взаємодія Ti-O-H груп пероксититанової кислоти та силанольних груп на поверхні скловолокна (рис. 1А), а подальша термічна обробка ініціює процеси кристалізації та формування нанокристалічного TiO_2 переважно анатазної модифікації (рис. 1Б). Саме високий вміст анатазу забезпечує отриманому шару TiO_2 високу фотохімічну активність в реакції фотодеструкції барвника метиленового синього. Як видно, підвищена температура обробки та збільшення товщини шару фотокаталізатору забезпечує високий рівень фотодеструкції барвника. За результатами роботи показана здатність до регенерації та повторного використання створених композитних фотокаталізаторів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОМПЛЕКСОУТВОРЕННЯ В СИСТЕМІ СУЛЬФОБУТИЛОВИЙ ЕТЕР-β-ЦИКЛОДЕКСТРИН – ІОННА РІДИНА

Л.В. Кобріна[1], Г.Е. Глієва[1], С.В. Рябов[1], С.П. Рогальський[2]
1 Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
2 Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В. П. Кухаря НАН України
kobrina.larisa@gmail.com

В останні роки з'явилася помітна кількість публікацій, присвячених дослідженню іонних рідин (ІР) як біоцидів нового типу, які мають широкий спектр антимікробної активності проти грам-позитивних і грам-негативних бактерій, грибів, водоростей, а також біоплівок. Іонні рідини становлять великий інтерес як потенційні біоцидні добавки до різних побутових та промислових матеріалів. Циклодекстрини широко застосовуються в різних областях хімії, зокрема у супрамолекулярній хімії, тонкому органічному синтезі, аналітичній хімії і в багатьох інших галузях. Підвищений інтерес до циклодекстринів зумовлений передусім їх здатністю, за рахунок внутрішньої гідрофобної порожнини, утворювати численні комплекси включення з різноманітними молекулами-«гостями». Особливої уваги заслуговує вивчення комплексів включення ІР з похідним циклодекстрину – натрієвою сіллю сульфобутилового етеру β-циклодекстрину (СБ-β-ЦД). Солюбілізацію ІР у присутності СБ-β-ЦД вивчали з використанням методу УФ-спектроскопії (при довжини хвилі 259 нм). Фазову розчинність ІР у присутності СБ-β-ЦД визначали методом Хігучі і Коннорса. Визначена лінійна залежність розчинності (A_L-*тип)* вказує на стехіометричний склад комплексу ІР : СБ-β-ЦД. Константа стійкості (К) комплексу СБ-β-ЦД з ІР становить К = 72,4 $М^{-1}$, яка підтверджує стійкість комплексу.

За методом пластинки Вільгельмі встановлено, що зі збільшенням мольного співвідношення СБ-β-ЦД до ІР (від 1 до 9) значення поверхневого натягу (ПН) розчинів зменшуються. При цьому, вихідний СБ-β-ЦД не є поверхнево-активною речовиною, його ПН становить 71,82 мН/м.

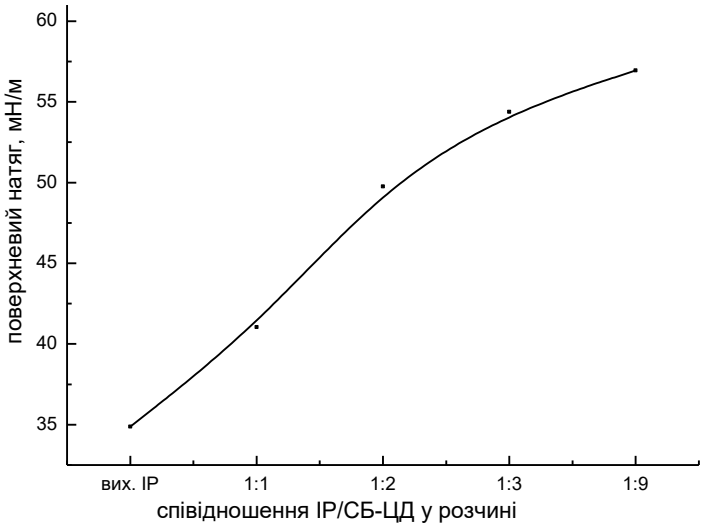


Рис. 1. Залежність ізотерми поверхневого натягу розчинів ІР від концентрації СБ-β-ЦД у водному розчині

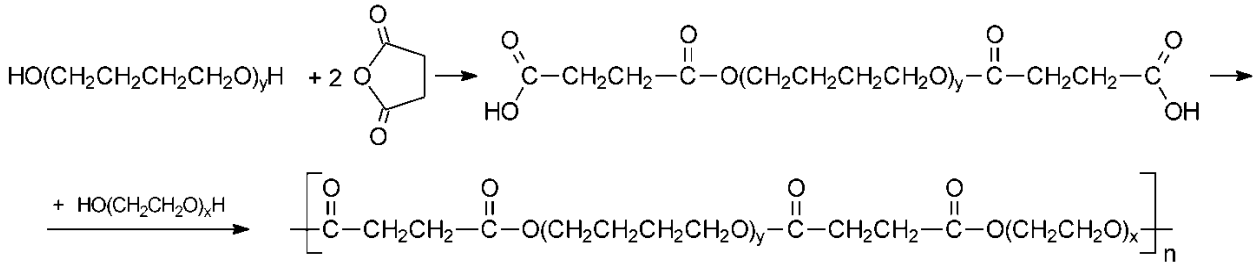
Отже, зростання поверхневого натягу розчинів є додатковим свідченням утворення комплексу включення між СБ-β-ЦД та ІР. На це також вказують результати, одержані методом ІЧ-спектроскопії, ДСК, та рентгеноструктурних досліджень.

АМФІФІЛЬНІ ПОЛІМЕРИ ДЛЯ СОЛЮБІЛІЗАЦІЇ КУРКУМІНУ – ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ Е100

Когут А.М.,[1] Гевусь І.О.,[2] Воронов С.А.,[1] Воронов А.С.[2]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
[2]North Dakota State University, Fargo, ND, United States of America
ananiy.m.kohut@lpnu.ua

Куркумін (1*E*,6*E*)-1,7-біс(4-гідрокси-3-метоксифеніл)-1,6-гептадієн-3,5-діон – основний куркуміноїд, який зустрічається в коренях багаторічної тропічної рослини родини імбирних куркуми довгої (*Curcuma longa*). Куркумін привертає до себе увагу у зв'язку з широким спектром біологічної активності, у тому числі протизапальною, противірусною, болезаспокійливою, антимікробною і протипухлинною дією [1]. Куркумін проходив декілька клінічних випробувань, але його клінічне використання все ще обмежується поганою розчинністю цього препарату у воді [2]. Солюбілізація куркуміну міцелярними структурами може сприяти покращенню розчинності у воді.

З цією метою у дві стадії були синтезовані амфіфільні поліестери ($PEG_{300}PTHF_{250}$ і $PEG_{600}PTHF_{650}$), макромолекули яких містять гідрофільні ланцюги поліетиленгліколю (ПЕГ) і ліпофільні ланцюги політетрагідрофурану (ПТГФ):



На першій стадії проводили взаємодію політетрагідрофурану з молекулярною масою 250 або 650 ($PTHF_{250}$ і $PTHF_{650}$, відповідно) з бурштиновим ангідридом (мольне співвідношення 1 : 2) у розплаві за температури 95°C протягом 3 год. й одержували ПТГФ з кінцевими карбоксильними групами. На другій стадії проводили поліконденсацію одержаного преполімеру з еквімолярною кількістю ПЕГ з молекулярною масою 300 або 600 (PEG_{300} і PEG_{600}, відповідно), який містить кінцеві гідроксильні групи. Воду, яка виділялась у ході реакції, усували азеотропною відгонкою з толуеном.

Синтезовані поліестери проявляють поверхнево-активні властивості, знижуючи поверхневий натяг їхніх водних розчинів. Встановлено критичні концентрації міцелоутворення $PEG_{300}PTHF_{250}$ і $PEG_{600}PTHF_{650}$ (0,020 і 0,016%, відповідно). У водному розчині за концентрації поліестерів 1% формуються міцелярні структури, і ліпофільний куркумін солюбілізується завдяки фізичним взаємодіям з гідрофобними фрагментами полімеру, локалізованими у внутрішній частині (ядрі) цих структур. Встановлено, що солюбілізація куркуміну підвищує його хімічну стійкість щодо гідролізу у водному середовищі і підвищує біодоступність препарату. Показано, що міцелярні структури на основі амфіфільних поліестерів із солюбілізованим куркуміном здатні вивільняти його в 1-октанол, який за своєю полярністю є близьким до фосфоліпідної мембрани клітин, завдяки чому вони є перспективним засобами перенесення і доставки куркуміну в живі клітини організму.

Література

1. Goel, A.; Kunnumakkara, A.B.; Aggarwal, B.B. *Biochem. Pharmacol.* **2008**, *75*, 787.
2. Sharma, R.A.; Gescher, A.J.; Steward, W.P. *Eur. J. Cancer* **2005**, *41*, 1955.

ГУМОНАПОВНЕНІ КОМПОЗИТИ В ПРИСУТНОСТІ КОМПАТИБІЛІЗАТОРІВ НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ТА КАУЧУКІВ

Мишак В.Д. , Семиног В.В., Мужев В.В.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,
02160, Київ, Харківське шосе, 48, Україна, e-mail:myshak_vd@ukr.net

Одним з найбільш відчутних результатів антропогенної діяльності є утворення відходів, серед яких відходи пластмас займають особливе місце, адже вони стійкі до дії природних факторів. Одним із шляхів вирішення проблеми накопичення полімерних відходів є створення композиційних полімерних матеріалів (КПМ) на їх основі, що також дозволить економити первинну полімерну сировину. Для отримання КПМ з покращеними фізико-механічними властивостями до їх складу вводять компатибілізатори, які містять функціональні групи, близькі за хімічною природою одному або обом полімерним компонентам суміші, і є можливість впливати на властивості таких полімерних систем за рахунок підвищення сумісності компонентів, покращення адгезії у міжфазній області, зниження поверхневого натягу.

Метою даної роботи є синтез компатибілізаторів – прищеплених кополімерів на основі кополімеру етилену з вінілацетатом (КЕВА) і реакційноздатних олігомерів (РЗО) лляної або соєвої рослинних олій, та застосування їх для покращення властивостей композиційних полімерних матеріалів на основі вторинних термопластів (поліетилену (ВПЕ), поліпропілену (ВПП)) та гумової крихти (ГК).

Прищеплені кополімери були отримані в дві стадії: на першій з яких синтезовано гідроксилвмісні КЕВА та ізоціанатвмісні РЗО лляної і соєвої рослинних олій, на другій - в результаті реакції уретаноутворення між ОН-групами КЕВА та NCO-групами РЗО лляної або соєвої рослинних олій синтезовано прищеплені кополімери. Хімічну будову яких підтверджено методом ІЧ-спектроскопії. При вивченні теплофізичних та фізико-механічних властивостей синтезованих кополімерів встановлено, що введення гнучких ланок на основі рослинних олій і каучуку в структуру кополімеру приводить до зниження його температури склування на 6-10 ^{o}C, підвищення термостійкості та міцності при розриві на 50-92 % порівнянно з вихідним КЕВА.

Для оцінки ступеня зшивання прищеплених кополімерів проводили екстракцію в о-ксилолі. Аналіз отриманих результатів свідчить про відсутність гель-фракції та утворення в результаті реакції лінійних полімерів з прищепленими фрагментами олігомерів рослинного походження. Разом з тим не виключені реакції за участю ді- та триізоціанатів на основі рослинних олій з утворенням розгалужених структур. Отриманий КЕВА, модифікований ізоціанатвмісними РЗО олій, розчинний в ароматичних розчинниках і тетрагідрофурані.

Досліджено ефективність використання синтезованих прищеплених кополімерів як компатибілізаторів КПМ на основі ВПП або ВПЕ та гумової крихти. Композиційні матеріали формували методом екструзії. Отриманий екструдат подрібнювали і формували з нього методом прямого пресування зразки для подальшого визначення їхніх властивостей. Результати фізико-механічних досліджень показали, що введення 1% мас. синтезованого блоккополімеру до складу полімерного композиту, приводить до підвищення показників міцності при розриві на 40 %.

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЭПОКСИПОЛІУРЕТАНІВ

Мишак В.Д., Мужев В.В., Семіног В.В.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 02160, вул.Харківське шосе,48, Київ, Україна, e-mail : myshak_vd@ukr.net

Епоксиполіуретанові композиції широко використовуються при створені різноманітних полімерних композиційних матеріалів. Це можуть бути термокріогенностійкі еластичні адгезиви, що відрізняються значним робочим диапазоном температур, стійкістю клейового шару до вібродинамічних навантажень, термоударів. Модифікуюча складова, це сегментований поліуретан (СПУ), що є багато блоковим сополімером, і складається з так званих твердих (полярних) і м'яких (неполярних) сегментів. Багатофазна структура СПУ обумовлена відразливою взаємодією різнорідних сегментів та їх термодинамічною несумісністю. Мікрофазова структура поділу поліуретанів залежить від багатьох факторів, а саме: структури та молекулярної маси м'якого сегмента, природи подовжувача ланцюга, вмісту і взаємодій жорсткого сегмента. Як правило, в процесі тверднення епоксиуретанової композиції відбувається фазове розділення. Були досліджені умови синтезу СПУ на основі ППГ-1000 і суміші 2,4-2,6 толуілендиізоціанатів, подовжувач ланцюга -1,4-бутандіол та СПУ до складу якого входить пірогенний високодисперсний нанокремнезем-аеросил з немодифікованною поверхнею. Визначені умови введення нанокремнезему-аеросилу, та співвідношення вихідних компонентів. Для розрахунку вмісту епоксиуретанового кополімеру визначений молекулярно-масовий розподіл вихідної ЕС. Для епоксидіанових смол типу ЕД-20, таких як DER-331 (виробництва Dow Chemical Company), ЕД-20 (Росія), та їх сумішей з ПУ і епоксиуретановим кополімером, методом гель-проникаючої хроматографії отримані гельхроматограми, та розраховані параметри молекулярно-масового розподілу і їх кількісний склад. Спираючись на результати виявлених закономірностей молекулярно-масового розподілу синтезованих лінійного сегментованого поліуретанового еластомера та епоксиуретанового кополімера (і з наповнювачем) в середовищі епоксидіанової смоли, проаналізовано факти їх утворення ІЧ спектрами вихідних та кінцевих продуктів реакцій. Проведені реологічні дослідження поведінки отриманих композицій. Залежності в'язкості від напруження за температур від 15 °С до 30 °С, свідчать, що в'язкість наповненої епоксиполіуретанової системи порівнянна з ненаповненою. Хімічна модифікація, як з боку епоксидної складової, а здебільшого з боку твердника, є головним способом зміни технологічних і єксплуатаційно-технічних властивостей епоксиполімерів. Для визначення оптимальних характеристик епоксиполіуретанової суміщі таких як - руйнуючої напруги при відриві, ударної в'язкості, часу життєздатності і т. п., було вибрано два твердника аміного типу, низькомолекулярна олігоамідна смола Л-20 та аліфатичний твердник - тетраєтиленпентамін ТЕПА. Визначені реокінетичні характеристики процесу твердіння епоксиполіуретанових композитів від вмісту наповнювача, температури формування, напруг зсуву. Із залежністі модуля пружності імодуля втрат за часом реакції тверднення епоксиполіуретанових систем, отримані значення гель точок.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИНТЕЗУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ МАКРОФОТОІНІЦІАТОРІВ НА ОСНОВІ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТ-*КО*-МАЛЕЇНОВИЙ АНГІДРИД З ПРИЩЕПЛЕНИМИ ФРАГМЕНТАМИ БЕНЗОЇНУ ТА 2-ІЗОПРОПІЛОКСИ-1,2-ДИФЕНІЛ-1-ПРОПАНОН-3-ОЛУ

Огар Г.О.[1], Токарєва М.О.[1], Токарев В.С.[1]
[1]Національний університет «Львівська політехніка»
79013, вул. С. Бандери 12, м. Львів, Україна
halyna.o.ohar@lpnu.ua

Останнім часом макрофотоініціатори (МФІ) викликають значний інтерес, як перспективні ініціатори радикальних реакцій, оскільки володіють підвищеною фотоініціюючою активністю та фотоструктуроючою здатностю у порівнянні з їх низькомолекулярними аналогами. Це пов'язано з можливістю їх використання за кімнатної температури, а також простотою методу локального ініціювання у певних ділянках, що відкриває нові можливості у створенні композиційних та фотолітографічних матеріалів на їх основі. Окрім цього МФІ, порівняно з низькомолекулярними фотоініціаторами, можуть виявляти крім ініціюючих, також поверхнево-активні та адсорбційні властивості, виконувати роль загущувачів, стабілізаторів, модифікаторів поверхні, завдяки чому є перспективними сполуками для розробки новітніх полімерних фотокомпозитів з високими експлуатаційними характеристиками, що знаходять застосовування у медицині, електронній промисловості, мембранних технологіях тощо.

У представленій роботі описується метод синтезу нових МФІ на основі метилметакрилат-*ко*-малеїновий ангідриду з прищепленими фрагментами бензоїну (Бз) чи 2-ізопропілокси-1,2-дифеніл-1-пропанон-3-олу (ІпоДфП). Досліджено кінетику затвердівання фотокомпозиції на основі ненасичених поліестерів за участю синтезованих МФІ та показано їх високу структуруючу активність.

Структуру отриманих продуктів підтвердили методами ІЧ-, УФ- та ПМР-спектроскопій. Фотоініціюючі властивості синтезованих продуктів оцінили за результатами отверднення фотополімеризаційноздатних композицій на основі поліестерної смоли ПЕ-246 та олігоестеракрилату ТГМ-3. Показано кращі ініціюючі властивості синтезованих макрофотоініціаторів, ніж для класичних низькомолекулярних фотоініціаторів – Бз та його похідного ІпоДфП.

Встановлено, що отримані МФІ є ефективними ініціаторами радикальної полімеризації та можуть використовуватись для створення фотополімерних композитів з підвищеними механічними властивостями (рис.1). Крім цього, отримані МФІ є достатньо ефективними для модифікації поверхонь різної хімічної природи, оскільки виявили високу спорідненість до оксидів цинку та титану, гідроксиапатиту.

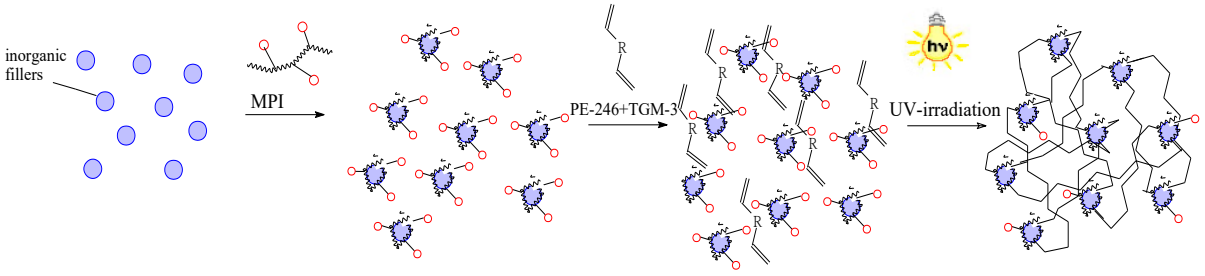


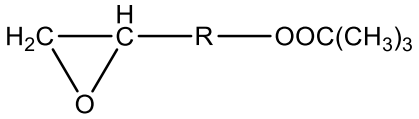
Рис. 1 Схема формування композитного матеріалу із використанням МФІ.

ВИКОРИСТАННЯ МОНОПЕРОКСИДНОЇ ПОХІДНОЇ ЕПОКСИДНОЇ СМОЛИ ЕД-24 В ПРОЦЕСІ МОДИФІКУВАННЯ НАФТОВОГО БІТУМУ СТИРЕНОМ

Поляк О.Є.[1], Гунька В.М.[1], Олексів Ю.О. [1], Братичак М.М. [1]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
olha.y.poliak@lpnu.ua

Олігомерні сполуки, які одночасно містять у своїй структурі лабільні –О–О– зв'язки та функціональну групу успішно знаходять застосовування як ініціатори для одержання полімерів з функційною групою та структуруючі агенти полімерних сумішей [1,2]

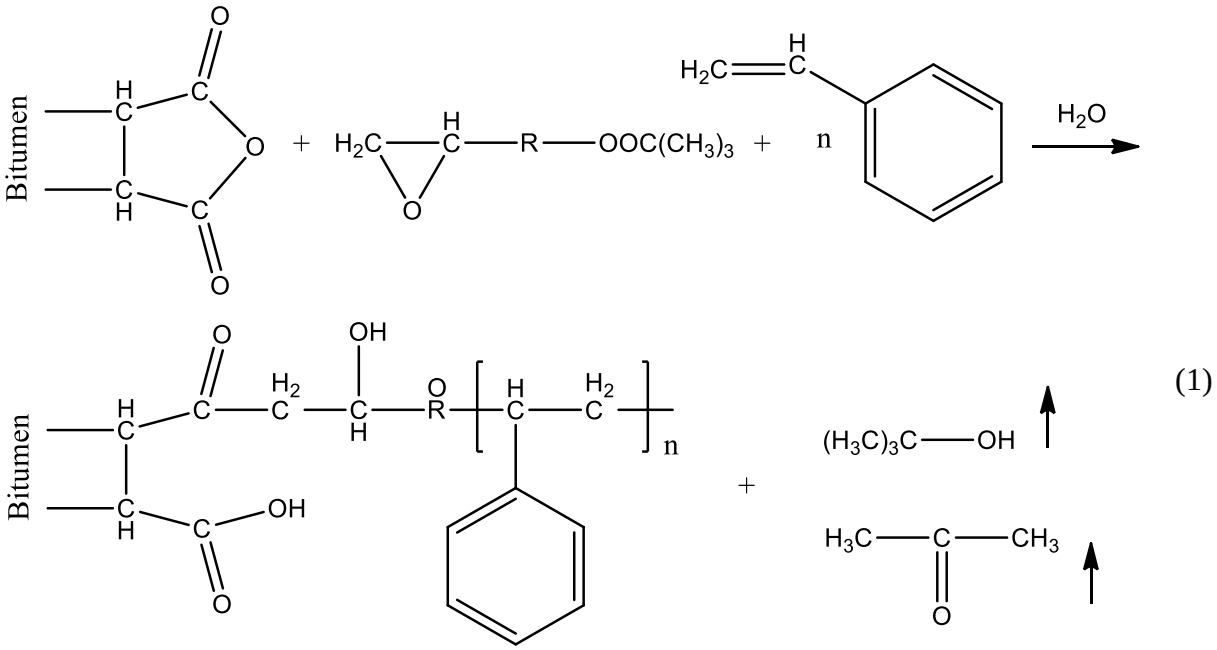
В роботі розглянута можливість використання монопероксидної похідної епоксидної смоли ED-24 (ПО) як сполуки для модифікування нафтового бітуму, що містить у своїй структурі фрагменти малеїнового ангідриду, стиреном, формули:



ПО

де, R – структурний фрагмент епоксидної смоли

Процес перебігу реакції з використанням ПО при модифікуванні нафтового бітуму, що містить у своїй структурі фрагменти малеїнового ангідриду, стиреном схематично можна подати таким чином:



(1)

Вивчено вплив кількості ПО, стирену, температури та тривалості процесу на вихід та основні експлуатаційні властивості модифікованого бітуму. Встановлені оптимальні умови проведення процесу зі рівн. (1) та охарактеризований отриманий продукт. Структура модифікованого бітуму підтверджена ІЧ-спектроекопічними дослідженнями, які підтверджують присутність у бітумі фрагментів малеїнового ангідриду, ПО та стирену.

[1] М.М. Братичак, Мих.Мих. Братичак. Пероксидні похідні епоксидних смол: Синтез, властивості, застосування. Львів: В-но НУ «Львівська політехніка»,– 2003, – 236с.

[2] Michael Bratychak, Olena Shyshchak, Olena Astakhova, Ostap Ivashkiv. Oligomers with Functional Groups Based on Epohy Resins. Synthesis, Properties and application. Lviv. Publishing house of Lviv Polytechnic National University. 2019 –218 p.

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ ПОЛІУРЕТАНСЕЧОВИН, ЯКІ МІСТЯТЬ ЯК ПОДОВЖУВАЧ МАКРОЛАНЦЮГА 3-(2-[2-(3-АМІНОПРОПОКСИ)ЕТОКСИ]ЕТОКСИ)ПРОПАН-1-АМІН

Примушко С.О., Козлова Г.А., Гладирь І.І., Рожнова Р.А., Галатенко Н.А.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Primushko.S@gmail.com

Відомо, що поліуретансечовини (ПУС), синтезовані з використанням як подовжувачів макроланцюгів діамінів, проявляють стабільність до біодеградації та високу біосумісність, що дає можливість в подальшому використовувати ці матеріали в медицині. Тому залишається актуальною розробка методів синтезу нових ПУС та дослідження їх властивостей.

З метою створення полімерних матеріалів різної просторової будови та композицій на їх основі для іммобілізації біологічно активних сполук та лікарських речовин було розроблено метод синтезу ряду плівкотвірних поліуретансечовин на основі диізоціанатного форполімеру (ДФП) за різного співвідношення 4,4’-діамінодифенилметану (ДАДФ), 3-(2-[2-(3-амінопропокси)етокси]етокси)пропан-1-амін, як подовжувачів макроланцюга за співвідношення 0,7:0,3; 0,5:0,5, 0,3:0,7 (рис. 1).

Синтез ООПФ проводили у 2 стадії:

1. На першій стадії проводили синтез ДФП, відбираючи проби для визначення вмісту вільних ізоціанатних груп у реакційній суміші до значення, близького до теоретично розрахованого (6,23 %), ізоціанатне число визначали титриметричним методом.
2. Подовження макроланцюга проводили шляхом взаємодії 20 %-го ДФП в ДМАА за мольного співвідношення компонентів ДФП 3-(2-[2-(3-амінопропокси)етокси]етокси)пропан-1-амін до ДАДФ за різного мольного співвідношення.

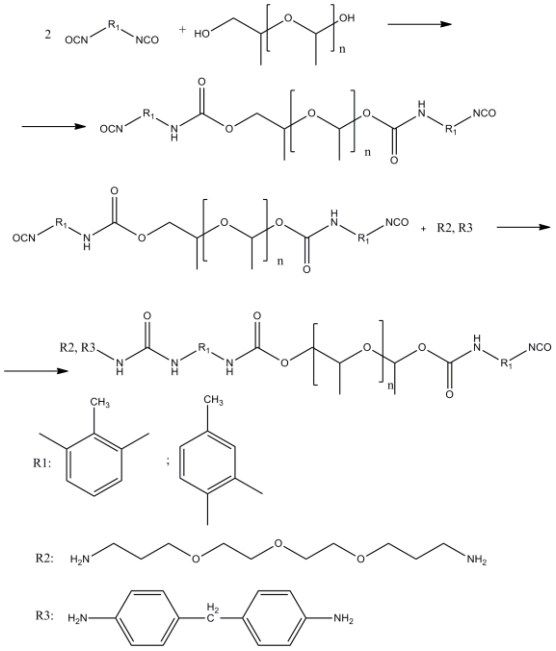


Рис.1. Схема синтезу ПУС

Синтезовані полімери являють собою еластичні, прозорі плівки, товщиною 0,3 мм, з міцністю при розриві в межах (0,75 - 1,20) МПа, відносним подовженням (150 – 1010) %. Проведено дослідження структури та властивостей синтезованих полімерів методом ІЧ-спектрометрії, ДСК та ТГА.

SYNTHESIS AND SWELLING BEHAVIOUR OF DUAL NETWORK COMPOSITES BASED ON ACRYLIC ACID AND 2-AMINOETHYL-3-AMINOPROPYLTRIMETOXYSILANE

Slisenko O.V., Bei I.M., Budzinska V.L.
Institute of Macromolecular Chemistry of the NASU
48 Kharkivs'ke sh., Kyiv 02160, Ukraine
olgaslisenko@ukr.net

A novel hydrogel composites with dual network (DN) structure based on sodium salt of polyacrylic acid (PAANa) and poly-N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyltrimethoxysilane (PAPTMS) were prepared by one-pot simultaneous cross-linking processing, which includes a combination of free radical polymerization of AANa in a presence of N,N'-methylene-bis(acrylamide) cross-linker and hydrolysis of silica precursors and catalytically-induced condensation of the resulting hydroxyl groups of APTMS (from 5 to 20 wt.%) to form a network structure. The cross-linking of PAANa was verified by the absence of C=C double bond as well as DN structure formation was performed by FTIR. The swelling capacity of the hydrogel was evaluated in distilled water, it was found that the incorporation of 10 wt.% PAPTMS enhanced the water absorbency by 316% (from 16.81 to 70.22 g/g). The swelling behavior of the hydrogel composites is non-Fickian, and the swelling process fits the Schott's model [1] at low concentration of PAPTMS.

Table 1. Swelling kinetics and diffusion parameters of individual PAA, PAANa and PAANa/PAPTMS composites

Sample	Kinetics parameters					Diffusion parameters	
	W_e [1)]	W_∞ [2)]	k_s [3)]	k_{is} [4)]	R^2	n [5)]	R^2
PAA	16.81	22.72	$2.25 \cdot 10^{-5}$	0.012	0.961	0.65	0.997
PAANa	44.00	54.95	$1.46 \cdot 10^{-5}$	0.044	0.982	0.59	0.987
PAANa90	70.22	156.25	$1.15 \cdot 10^{-6}$	0.028	0.965	0.86	0.995

1) Equilibrium swelling ($g_{water}/g_{absorbent}$); 2) Equilibrium theoretical swelling ($g_{water}/g_{absorbent}$); 3) constant rate for swelling ($g_{water}/(g_{absorbent \cdot min})$); 4) initial swelling constant ($g_{water}/(g_{absorbent \cdot min})$; 5) diffusion parameter describes the type of diffusion mechanism ($g_{water}/g_{absorbent}$).

The PAANa/PAPTMS = 80/20 sorption curve differs from ones of other samples and is sigmoid. Kinetics parameters of the curve were interpreted as a result of a combination of two simultaneous processes: the first one that follows first-order kinetics with a very small rate constant and the second one the overall autocatalytic process with its two rate constants. The disruption of hydrogen bonds starts after penetration of water molecules inside the sample and the decreasing of hydrophobicity of the medium occurs due to ionization of carboxylic groups. In fact, this means that the penetration of new water molecules will be easier because the medium becomes more and more hydrophilic. This explanation justifies the autocatalytic mechanism of the swelling process. Despite the fact that the autocatalytic mechanism is in a good agreement with the experimental data, there is some discrepancy on the initial stage of swelling. A first order equation was used to describe this stage. The combination of two mechanisms at 80/20 ratio (contribution of autocatalytic process is 80%) gives the best fitting.

1. Schott, H. 1992. Swelling kinetics of polymers. *J. Pharm. Sci.* 81:467–470.

СИНТЕЗ РІДКИХ ФУНКЦІОНАЛІЗОВАНИХ КАУЧУКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АЗОІНІЦІАТОРІВ В ПРИСУТНОСТІ АЦЕТАЛЬДЕГІДУ

Бусько Н.А., Грищенко В.К., Кочетова Я.В., Гудзенко Н.В., Баранцова А.В., Остапюк С.М.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Україна, 02160, Київ-160. Харківське шосе,48.
e-mail: natbusko@gmail.com

З дієнових вуглеводнів найбільші значення мають бутадієн та ізопрен для отримання карболанцюгових каучуків. Самим поширеним є спосіб отримання бутадієну з нафтової сировини. Альтернативний метод одержання бутадієну з етилового спирту стає більш актуальним, оскільки дозволяє використовувати «зелені» технології і отримувати бутадієн із відновлювальних джерел. Але при використанні цього методу утворюється домішка ацетальдегіду (АА) яка може не тільки вплинути на властивості синтетичних каучуків, але і не дозволяє використовувати такий розповсюджений ініціатор радикальної полімеризації як пероксид водню оскільки він взаємодіє з АА. Тому дослідженя впливу ацетальдегіду на синтез та властивості дієнових рідких каучуків термоініційованою радикальною полімеризацією в присутності азоініціаторів є важливою та актуальною задачею.

Для дослідження рідких каучуків в присутності домішки ацетальдегіду, який утворюється при синтезі біобутадієну, нами було використано мономер ізопрена, який є аналогом бутадієна, та азоініціатори азо-ізобутиронітрил (АІБН) та біфункційний азо-біс-ізобутирогідразид (АІГ). Синтез ізопренових рідких каучуків (ІРК) проводили при співвідношеннях мономер/ініціатор=44/1 моль/моль, мономер/розчинник=50/50 вес. % з додаванням 20 % АА та без нього. Розчинником був ізопропиловий спирт (ІПС). Одержували ІРК термоініційованою полімеризацією за температури 95 ^{o}C протягом 10 годин.

Методами ІЧ-спектроскопії, ДСК та ТГА встановлено, що домішка АА не впливає на процес синтезу та властивості рідких нефункційних каучуків одержаних в присутності азоініціатору азо-ізобутиронітрилу.

При синтезі функціоналізованих ізопренових рідких каучуків (ІФРК) з використанням біфункційного гідразидного азоініціатору АІГ утворився рідкий каучук з ацилгідразонними групами в результаті взаємодії гідразидних груп АІГ з ацетальдегідом, що підтверджено методом ІЧ-спектроскопії. В ІЧ-спектрі замість смуг валентних коливань -NH- і -NH_2 зв'язків гідразидних груп з максимумами 3301 см$^{-1}$ та при 3211 см$^{-1}$ спостерігається одна смуга з максимумом 3238 см$^{-1}$, що відповідає валентним коливанням гідразонних груп. Методами ТГА та ДСК проведено фізико-хімічні дослідження одержаних ІФРК. Вивчення релаксаційних переходів у ІФРК методом ДСК показало, що зразки ІФРК характеризуються одним релаксаційним переходом з максимумом в області температур склування олігоізопренової фази. Ці каучуки є аморфними як і нефункційні рідки каучуки одержані при попередніх дослідженнях. Але температури склування функціоналізованих каучуків трішки вищі ніж у нефункційних ІРК, оскільки утворюється більш розрихлена структура за рахунок наявності додаткових об'ємних реакційноздатних груп. Але при цьому ІФРК залишаються досить морозостійкими. Дослідженя термостабільності синтезованих ІФРК методом термогравіметрічного аналізу (ТГА) показано, що вони є термостійкими канчуками оскільки основна втрата ваги починається при температурі більше 230 ^{o}C.

Використання біфункційного гідразидного азоініціатору дозволило використати домішку АА для зміни хімічної природи кінцевої групи рідкого каучука і одержати нові функційні групи, які здатні до подальшого хімічного перетворення в порівняно м'яких умовах.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРКАЛЯЦІЇ МОНТМОРИЛОНІТУ ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНОМ ТА ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ

Красінський В.В., Іванух О.О.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
vkrasinsky82@gmail.com

Нині в галузі розроблення шаруватих силікатних полімерних нанокомпозитів основна увага зосереджена на досягненні високого рівня розшарування (ексфоліації) наночастинок у полімерній матриці, що визначає високі експлуатаційні характеристики композиту. Тому вибір ефективних органічних модифікаторів шаруватого силікату є актуальною проблемою, оскільки модифікатор забезпечує високу адгезію наповнювача з полімерною матрицею. З цієї точки зору великий інтерес представляє вивчення впливу органічної глини на структуру та властивості отриманих нанокомпозитів. Визначення зазначених закономірностей дасть можливість контролювати структуру та прогнозувати властивості композитів на основі органічної глини.

Одним із підходів для підвищення термодинамічної сумісності неполярного полімеру з шаруватими силікатами є введення полімерного полярного модифікатора.

Цілями роботи є:

• розроблення методу поєднання монтморилоніту (ММТ) з водорозчинним полімером – полівінілпіролідоном (ПВП) – з метою використання отриманої суміші для модифікації полярних та неполярних полімерів;

• дослідження структури та теплофізичних властивостей монтморилоніт-полівінілпіролідонової суміші (МПС), а також ефективності інтеркаляції ММТ;

• визначення впливу модифікованого монтморилоніту на фізико-механічні, теплофізичні та ізоляційні властивості полікапроаміду ПА-6.

У цій роботі описано новий спосіб інтеркаляції шаруватого силікату (монтморилоніту) полівінілпіролідоном у водному розчині за допомогою ультразвукового оброблення [1, 2]. Досліджено структуру та теплофізичні властивості розробленого наномодифікатора та встановлено раціональне співвідношення компонентів [2]. Визначено вплив інтеркальованого монтморилоніту на фізико-механічні, теплофізичні та ізоляційні властивості полікапроаміду ПА-6 [2, 3].

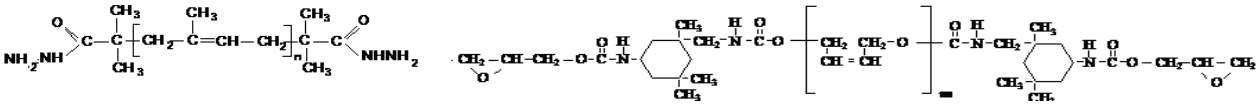
Таким чином, експериментальні результати підтвердили ефективність розробленого наномодифікатора під час отримання нанокомпозитів на основі поліаміду-6 і МПС в розплаві та дозволили визначити раціональний склад наномодифікатора – співвідношення компонентів складає ПВП:ММТ=5:1. Введення в поліамід у малих кількостях розробленої МПС значно покращує його механічні, теплофізичні та ізоляційні властивості, хоча одночасно знижує його еластичність. Тому розроблені композити на основі ПА-6 з МПС можуть бути рекомендовані для виробництва конструкційних виробів підвищеної твердості та міцності.

1. Krasinskyi V., Suberlyak O., Zemke V., Klym Y., Gaidos I. *Chemistry & Chemical Technology*, **2019**, 13 (1), 59-63.
2. Krasinskyi V., Suberlyak O., Dulebová L. and Antoniuk V. *Key Engineering Materials*, **2017**, 756, 3-10.
3. Krasinskyi V., Kochubei V., Klym Yu., Suberlyak O. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, **2017**, 4 12 (88), 44-50.

БЛОККОПОЛІМЕРИ НА ОСНОВІ РЕАКЦІЙНОЗДАТНИХ ОЛІГОДІЄНІВ, ЕПОКСИДНИХ ОЛІГОМЕРІВ ТА МОДИФІКОВАНИХ ОЛІЙ

Антоніна Баранцова, Володимир Грищенко, Петро Давискиба, Наталія Бусько, Наталія Гудзенко, Зоя Фальченко, Світлана Остапюк
e-mail: avbarants@gmail.com

Епоксидні смоли, композити на основі яких є широко вживаними термосітчатими полімерами, знайшли використання в багатьох галузях (авіа-, машино- і приладобудування, електроніка, виробництво лакофарбових матеріалів, будівництво, тощо). Матеріали на основі епоксидних смол є міцними, жорсткими, хімічно і термічно стійкими, в той же час, вони відрізняються крихкістю. Тому перспективними є дослідження методів модифікації епоксидних смол для підвищення еластичності, пластичності, ударної міцності. Особливий інтерес в цьому аспекті викликають еластомери, у тому числі рідкі вуглеводневі каучуки з реакційноздатними групами наступної структурної будови:



Наявність у структурі олігодієну гідразидних груп робить можливим його використання як тверника епоксидних олігомерів різної хімічної природи, тоді як олігодієни з епоксидними групами у суміші з епоксидними олігомерами формують композити з твердниками іншої будови. Встановлено, що заміна функціональних груп в олігодієнах подібної структури та молекулярної маси на більш полярні, які складають від 5% до 20% молекулярної маси олігодієну, дає змогу в широких межах регулювати властивості полімерних матеріалів на їхній основі. Відомо, що механізм утворення епоксидних композицій у суміші з рідкими каучуками заключається у розподілі лінійних молекул останнього в епоксидному олігомері, а в процесі затвердіння відбувається фазовий розподіл, утворюється об'ємна сітка епоксидної матриці, заповнена гнучкими молекулами каучуку, що забезпечує в процесі затвердіння зниження внутрішніх напружень, підвищення еластичності, ударної в'язкості, і тріщиностійкості. Властивості каучук-епоксидних композитів визначаються взаємодією між епоксидною матрицею і функціональними групами еластичної складової за рахунок утворення хімічних зв'язків між групами. Метою даної роботи було вивчення закономірностей утворення блоккополімерів з покращеними властивостями на основі епоксидних олігомерів та реакційноздатних олігодієнів і фукціоналізованих природних сполук, в залежності від хімічної будови останніх.

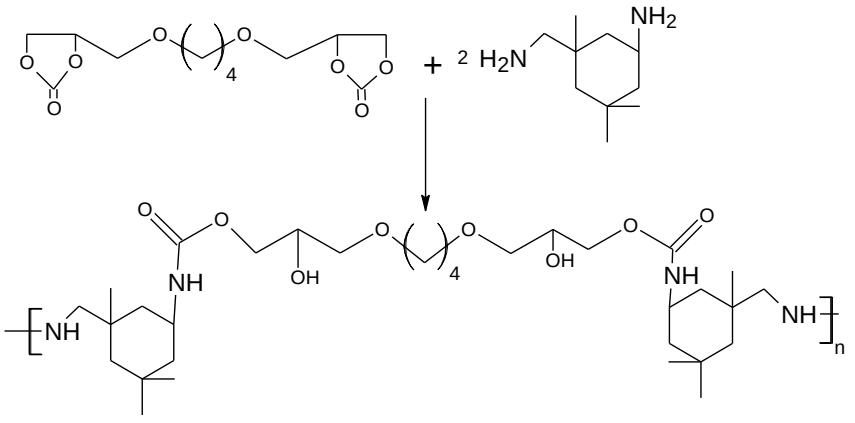
На основі гідразидів рослинних олій та низькомолекулярних диепоксидів отримані прискорювачі-модифікатори вулканізації гумових сумішей, використання яких дає змогу знизити температуру вулканізації на 10°С, одночасно підвищти міцність, динамічні показники, опір розростанню тріщин гумових композитів. На основі епоксидних каучуків та гідразидів рослинних олій чи олігодієнів отримані блоккополімери, які характеризуються підвищеною, порівняно з епоксидними полімерами еластичністю: від 70% до 200%. Дослідження термічних характеристик методами ДСК, ТГА та ДТА показали високу стійкість блоккополімерів до дії підвищених температур. Так, за даними ТГА температура початку розкладу олігомерів складає 350 °С, температура основного розкладу 400°С (втрата 50% маси), повний розклад зразка відбувається за температури 490 °С. Блоккополімери на основі олігодієнепоксидів та епоксидних олігомерів характеризуються високими механічними властивостями 7 - 10 МПа, при подовженні 150 - 200%. Полімери на основі епоксидних каучуків та олігодієндигідразидів є повністю сумісними при будь-яких температурах і співвідношеннях. Блоккополімери на їхній основі є вологостійкими, морозостійкими та еластичними. Еластичність полімерних зразків зберігається до температури –70^{0}С.

ГІДРОКСИПОЛІУРЕТАНИ НА ОСНОВІ ЦИКЛОКАРБОНАТІВ ДИГЛІЦИДИЛОВИХ ЕТЕРІВ СПИРТІВ ОТРИМАННИХ БЕЗІЗОЦІАНАТНИМ МЕТОДОМ

Гудзенко Н.В., Бусько Н.А., Фальченко З.В., Самойлюкевич В.О., Баранцова А.В., Грищенко В.К.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна
e-mail: n.hudzenko@gmail.com

Поліуретани найбільш поширені полімерні матеріали для виробництва покриттів, фарб, клеїв, компонентів для отримання пакувальних матеріалів і конструкційних виробів в різних областях промисловості завдяки своїм унікальним фізико-хімічним та механічним властивостям. Традиційна (ізоціанатна) технологія отримання поліуретанових систем має суттєві недоліки: токсичність ізоціанатів, складність їх отримання, зберігання та переробки, вірогідність протікання побічних реакцій при наявності незначної кількості вологи, серйозні проблеми при розкладанні матеріалів в навколишньому середовищі. Тому отримання поліуретанів безізоціанатним методом (БІПУ) є актуальним завданням для полімерної хімії та технології. Синтез нових БІПУ може бути досягнуто за допомогою п'ятичленних біс (циклічних карбонатів), а саме з біс-епоксидів (дигліцидилових етерів 1,4-бутандіолів) реакцією карбонізації, шляхом хімічної фіксації CO_2 з додаванням каталізатора. Утворення гідроксиуретанів відбувається за рахунок розкриття циклокарбонатного кільця при взаємодії з первинної аміногрупою.

Для синтезу гідроксиуретанів дигліцидилових етерів безізоціанатним методом спочатку було одержано їх циклокарбонати на основі дигліцидилового естеру диетиленгліколя (ДЕГ-1) та 1,4- дигліцидилового естеру бутандіолу (Еподіл-750) в автоклаві високого тиску шляхом пропускання CO_2 через реакційну суміш у присутності каталізатору тетрабутиламонійброміду. Процес утворення циклокарбонатів та їх будову було вивчено методом ІЧ-спектроскопії. Гідроксиуретани дигліцидилових етерів ГУДЕГ-1 та ГУЕП отримували при стехіометричному співвідношенні циклокарбонатних (ЦКДЕГ-1, ЦКЕП) та первинних аміногруп ізофорондіаміну (ІФДА) в масі при інтенсивному перемішуванні. Реакційну суміш нагрівали до 60 °С. За перебігом реакції спостерігали, аналізуючи зміни інтенсивності смуги поглинання υC = O циклокарбонатної групи при 1798 $см^{-1}$ в ІЧ-спектрі.



Термічні властивості отриманих поліуретанових композицій досліджували методами ДСК та ТГА. За даними ДСК одержані ГУ є аморфними однофазними матеріалами. За даними ТГА одержані ГУДЕГ-1 та ГУЕП характеризуються двома стадіями втрати ваги. Температура початку основної втрати ваги для ГУДЕГ-1 складає 308 °С та для ГУЕП 287 °С, тобто вони є термостійкими.

ОДЕРЖАННЯ МІКРОГЕТЕРОГЕННИХ АКРИЛАТНИХ ФОТОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ З ПОКРАЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Толстов О.Л., Матюшов В.Ф.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна
a.tolstov@ukr.net

Створення нових мікрогетерогенних полімерних матеріалів, що в широкому інтервалі температур складаються з еластичної та склоподібної фаз і мають регульовану структуру є перспективним напрямом розвитку фотохімії рідких фотополімерних композицій. На прикладі застосування олігоуретанакрилатів (ОУА) в синтезі таких матеріалів за останні роки спостерігається значний прогрес, але ОУА мають суттєві недоліки – високу в'язкість, низьку світлостабільність, обмежені можливості підбору вихідної сировини. Ситуацію можна покращити використанням певної кількості реакційних розріджувачів для збереження потрібного рівня водневих та диполь-дипольних зв'язків або переходом на мономерні композиції. На даному етапі були створені прозорі фотополімерні матеріали з широким температурним діапазоном експлуатації на основі октилакрилату (ОА), метилметакрилату (ММА), (мет)акрилової кислоти (АК, МАК) та диметакрилатного структуруючого агенту (ТЕГДМА). Фізоко-механічні та в'язкопружні властивості підсумовано в табл. 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні та в'язкопружні характеристики фотополімерних композицій

Зразок	Склад	$\sigma_р$, МПа	E_{100}, МПа	E', ГПа		$\varepsilon_р$, %	T, %
				-80 °C	25°C		
ФП-12	ОА/ММА/(АК,МАК)/ТЕГДМА	10,8	5,6	3,28	0,20	296	>97
ФП-14	ОА/ММА/(МАК,АК)/ТЕГДМА	20,6	19,6	2,76	0,63	115	>97
ОУА	ОУА напів-ВПС	13,5	5,6	4,47	0,10	274	>97
ФП-1	ОУА, (мет)акрилати (РФ)	8,0	4,0	4,74	0,12	230	>97
ФП-2	ОУА, (мет)акрилати (КНР)	10,0	3,1	5,29	0,20	233	>97

Результати дослідження молекулярної мобільності пояснюють факт зміни релаксаційної поведінки внаслідок утворення мікрофаз кополімерів, кожна з яких збагачена певним мономером або має обмежену рухливість ланцюгів внаслідок передбаченої будовою густини вузлів зшивання. При цьому невелика домішка АК веде до значного зменшення температурного діапазону релаксацій внаслідок часткового суміщення та збільшення рухливості сегментів мікрофаз, збагачених ММА та/або МАК при включенні в структуру кополімерів невеликих за розміром молекул АК. Спільне використання АК та МАК в співрозмірних кількостях забезпечує утворення мікрогетерогенних систем, але найвпливовішим фактором структурування залишається співвідношення ОА/ММА. Зокрема для зразка ФП-14 характерним є утворення мікрогетерогенності за рахунок формування фази полі(ОА), що містить зміцнюючі мономери АК, МАК та ММА, та фази полі(ММА), еластифікованої ОА. При збільшенні вмісту ОА до 65 % за рахунок ММА (ФП-12) відокремлення ММА в окрему мікрофазу не відбувається. Порівняльний аналіз свідчить, що за основними експлуатаційними характеристиками в широкому температурному інтервалі одержані акрилатні композиції не поступаються комерційним зразкам фотополімерів багатоцільового призначення.

Загалом слід зазначити, що заміною ОУА на суміш акрилатних мономерів цілком можливе створення фотополімерних матеріалів із задовільними фізико-механічними характеристиками та регульованою мікрофазовою будовою. Як результат, одержані полімери є високопрозорими, мають покращені демпферні та енергодисипаційні характеристики, що може бути використано для створення світлопрозорих скляних елементів різного призначення.

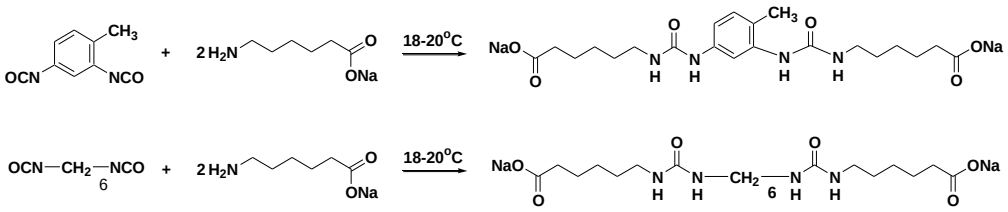
ВОДОРОЗЧИННІ БЛОКОВАНІ МОНО- І ДІЇЗОЦІАНАТИ ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ БІОПОЛІСАХАРИДІВ

Гаголкіна З.О.[1], Козак Н.В.[1], Корягін В.О.[2], Третініченко В.А.[2]
[1]Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Київ, Україна
[2]Національний університет Києво-Могилянська академія, Київ, Україна
tretinichenko@ukma.edu.ua

Біополімери є цікавими відновлюваними, біосумісними реагентами для синтезу нових матеріалів з бажаними властивостями. Модифікування водорозчинних полісахаридів блокованими ізоціанатами дозволяє формувати зшиті та частково гідрофобізовані глікополімери за рахунок взаємодії гідроксильних груп полісахариду з ізоціанатними групами, що вивільняються при температурі деблокування .

Одержання блокованих форм ізоціанатів дає можливість як підвищити безпеку при їх зберіганні і використанні, так і полегшити проведення багатостадійного синтезу в активних середовищах і загалом зробити виробництво більш безпечним. Слід відзначити, що ізоціанати та більшість їх блокованих форм є гідрофобними речовинами. На даний момент мало дослідженим напрямком є одержання саме латентних ізоціанатів у водорозчинній формі, яке дозволяє проводити модифікування гідрофільних полімерних систем без використання органічних розчинників.

Синтез водорозчинних блокованих ароматичного толуїлендіізоціанату (ТДІ), аліфатичного гексаметилендіізоціанату (ГМДІ) та ароматичного моноізоціанату орто толілізоціанату (о-ТІЦ) проводили у дві стадії: отримання натрієвої солі амінокапронової кислоти та реакція блокування ізоціанатної групи. Схема реакції блокування:



Враховуючи більш низьку реакційну здатність ізоціанатів з орто-замісником у ароматичному кільці блокування о-ТІЦ з натрієвою сіллю амінокапронової кислоти на відміну від діізоціанатів, проводили за підвищеної температури реакційної суміші. При цьому слід зауважити, що згідно літературних даних, блоковані орто-заміщені моно- і діізоціанати можуть реагувати з амінами та метанолом активніше ніж їх незаміщені або пара-заміщені ізомери.

Проходження реакції контролювали з використанням ІЧ- та ЯМР ^{1}H спектроскопії. Так, зокрема, спектри для блокованого о-ТІЦ отримані за допомогою останнього методу мають триплет в області 7,19-7,2 м.ч., що відповідає протону групи –NH-CO-. Синглет в області 8,18 м.ч. відповідає ароматичним протонам, а в області 2,17 м.ч. – відповідає трьом протонам метильної групи. В областях 4,44, 1,39 та 1, 26 м.д. знаходяться сигнали протонів – CH_2- груп амінокапронової кислоти.

Згідно даних термогравіметрії стадія, яку можна пов’язати з процесом деблокування синтезованих водорозчинних блокованих ізоціанатів, знаходиться в температурному інтервалі від 110 ºС до 170 ºС.

ВПЛИВ ФІЗИЧНОГО СТАРІННЯ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ПРОНИКНІСТЬ ПОЛІІМІДОВМІСНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ

Козак Н.В., Шанталій Т.А
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Харківське шосе, 48, 02160, Київ, Україна
shantaliitatiana@gmail.com

Досліджено вплив теплової релаксації за температури значно нижчої температури склування(фізичного старіння) для ПІ нанокомпозитів, одержаних золь-гель методом на основі поліміду з кардовими замісниками та вмістом ТЕОС 5%, 20%та 50 %. Для дослідження динамічних характеристик та проникності одержаних композитів нітроксильний парамагнітний зонд (пмз) 2,2,6,6'-тетраметилпіперидин-1-оксил (ТЕМПО) у плівки масою 50 мг вводили дифузією з насиченої пари ТЕМПО.

Раніше нами, при дослідженні аналогічних систем при введенні пмз з розчину було показанозміни динамічних характеристик макроланцюгів полімеру та його проникності для низькомолекулярного зонда: суттєве зниження сегментальної рухливості органічної складової та зростання динамічної гетерогенності полімеру. Показано, що зменшення відносної проникності зістарених нанокомпозитів при збільшенні частки неорганічної складової у порівнянні з чистим зістареним ПІ не корелює з вмістом ТЕОС на відміну від вихідних нанокомпозитів того ж складу [1].

Введення пмз з його насиченої пари дозволяє виключити ефект розчинника як пластифікатора на процес теплового старіння. Згідно даних пмз, введених з парів, проникність є максимальною для зразка з максимальним вмістом ТЕОС (50%) і перевищує такі дані для вихідної поліімідної матриці, при цьому динамічні характеристики є величинами одного порядку і змінюються від (28 до 60)$\cdot 10^{-9}$.

При введенні пмз в зістарені зразки відмічається значне зниження сегментальної рухливості всіх досліджених зразків: вдвічі для ПІ матриці, на порядок для всіх композитів. Значні відносні зміни спостерігаються і для проникності: в розглянутій серії зразків найбільшою проникністю характеризується зразок з найменшим вмістом ТЕОС. Такі особливості у змінах сегментальної рухливості можна пов'язати з ущільненням полімеру в часі. Відсутність кореляції проникності зі складом після старіння вочевидь є наслідком зміни розмірів і характеру розподілу неорганічних мікроагрегатів, що спостерігається на мікрозображеннях вихідних і зістарених зразків і зокрема відзначалося нами для подібних систем [2].

Таблиця.Характеристики нанокомпозитів

Вміст ТЕОС, %	Вихідні зразки		Зістарені на повітрі		* -Вихідний ПІ обраний як матриця порівняння; ** - Зістарений ПІ обраний як матриця порівняння
	$\tau \times 10^9$, с	I*	$\tau \times 10^9$, с	I**	
0	39	1	79	1	
5	46	0,48	-	1,19	
8	28	0,60	350	0,30	
20	36	0,42	175	0,12	
50	60	1,09	-	0,25	

1. Козак Н.В., Шанталій Т.А. / Питання хімії та хімічної технології 2020, №2, с.67-72.
2. Козак Н.В., Шанталій Т.А. / Полімерний журнал, 2021,Т.43, №4, с. 295-303.

ТЕМПЕРАТУРО-ЧУТЛИВІ ПРИЩЕПЛЕНІ КОПОЛІМЕРНІ ЩІТКИ З РЕГУЛЬОВАНОЮ НИЖНЬОЮ КРИТИЧНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ РОЗШАРУВАННЯ У МЕЖАХ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ДІАПАЗОНУ

Шимборська Я.[1], Стецишин Ю.[1]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
*E-mail: yana.a.shymborska@lpnu.ua

Температуро-чутливі полімерні щітки - це ультратонкі покриття, що складаються з полімерних ланцюгів, які зв'язані одним кінцем макромолекули з поверхнею, і можуть змінювати свої фізико-хімічні властивості при відносно невеликих змінах температури. Вони викликають значний інтерес завдяки можливості їх застосування для виготовлення матеріалів із змінними властивостями поверхні, доставки ліків, контрольованої адсорбції білків та культивування клітин. Серед різних механізмів температурної відповіді полімерів найвідомішим є нижня критична температура розшарування (НКТР). Показано, що НКТР кополімерних щіток можна регулювати, використовуючи при синтезі полімерних макроланцюгів мономери різної хімічної природи у певних мольних співвідношеннях.

У представленій нами роботі для синтезу нових температуро-чутливих кополімерних щіток з регульованою температурою переходу у межах фізіологічного діапазону живих організмів використали мономери - метиловий етер діетиленглікольмонометакрилату та акриламід.

Температуро-чутливі прищеплені щітки полі(метиловий етер діетиленглікольмонометакрилату-*ко*-акриламіду) [П(ОЕГМА-*ко*-АМ)] синтезували методом ініційованої від поверхні радикальної полімеризації з переносом атома у три етапи. Спочатку скляні зразки занурювали у розчин 3-амінопропілтриетоксисилану у толуолі, у результаті чого на поверхні були іммобілізовані первинні аміногрупи. На другому етапі до поверхні модифікованого скла прищеплювали ініціатор радикальної полімеризації (бромангідрид 2-бромо-2-метилпропанової кислоти). Відповідно, на третьому етапі на функціоналізованій поверхні синтезували кополімерні щітки [П(ОЕГМА-*ко*-АМ)] з різним співвідношенням мономерних одиниць. Склад та властивості прищеплених наношарів вивчали за допомогою методів часопролітної вторинної іонної мас-спектроскопії, атомно-силової мікроскопії та вимірювання контактних кутів змочування. Отримані прищеплені кополімерні щітки [П(ОЕГМА-*ко*-АМ)] показали значення НКТР у межах 8-22°С у залежності від свого хімічного складу та pH середовища.

Отримані поверхні значні перспективи для створення «інтелігентних» імплантатів, систем контрольованої взаємодії з білками та вивільнення лікарських препаратів, біосенсорних систем.

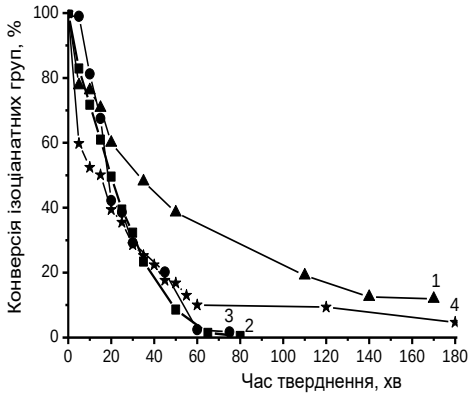
КІНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТВЕРДНЕННЯ МОДИФІКОВАНИХ ЕПОКСИУРЕТАНІВ

Ярова Н.В., Ященко Л.М., Самойленко Т.Ф., Бровко О.О.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Харківське шосе, 48,
м. Київ, 02160,Україна,
e-mail: ynv25@ukr.net

Полімерні сполучні на основі природної рослинної сировини викликають великий науковий інтерес завдяки їх потенційній здатності замінити поширені нині синтетичні матеріали без втрати їх високої якості, але зі зменшенням шкоди для довкілля. Тому композити, виготовлені з натуральних волокон і сполучних на основі природної / синтетичної полімерної суміші є привабливою екологічною альтернативою синтетичним композитам. Зокрема, у виробництві композитів широко використовують модифіковані рослинні олії, що зумовлено їх низькою токсичністю та здатністю до біорозкладання.

В рамках даного дослідження було реалізовано два напрямки синтезу епоксиуретанового (ЕУ) сполучного на основі рослинної сировини: заміни епоксидної (ЕУ-1, ЕУ-3) та/або ізоціанатної (ЕУ-2, ЕУ-3) складових на природні. ЕУ-1 отримували на основі поліізоціанату (ПІЦ), силікату натрію (СН) та епоксидованої соєвої олії (ЕСО). Для сполучних ЕУ-2 та ЕУ-3 ізоціанатну компоненту одержували методом синтезу макроізоціанату на основі поліізоціанату та рицинової олії у співвідношенні ПІЦ/РО = 80/20 мас.ч. Як епоксидну складову використовували ЕД-20 (ЕУ-2) або ЕСО (ЕУ-3). Як наповнювач використовували конопляну кострицю, надану Інститутом луб'яних культур НАНУ (м. Глухів Сумської області).

Кінетичні особливості тверднення ЕУ досліджено при 140ºС за допомогою методу ІЧ-спектроскопії на інфрачервоному спектрофотометрі з Фур'є перетворенням Tenzor 37 фірми Bruker Optics з контролем температури.



Залежність конверсії ізоціанатних груп від часу в процесі тверднення сполучних ЕУ-1 (1), ЕУ-2 (2), ЕУ-3 (3) та біокомпозиту на основі ЕУ-2 (4).

Кінетику процесу тверднення ЕУ сполучних та біокомпозиту вивчали за зміною відносної інтенсивності характеристичної смуги при 2275 $см^{-1}$. Отримані результати свідчать про те, що до 20 хв процесу тверднення ізоціанатні групи всіх сполучних вичерпуються однаково. Далі швидкість перетворення ізоціанатних груп ЕУ-1 уповільнюється внаслідок просторових обмежень, які накладає швидко сформована SiO_2-просторова силікатна сітка, та відмінностей у кількості та хімічній природі епоксигруп.

Загалом отримані результати показують, що повна конверсія ізоціанатних груп ЕУ сполучних відбувається впродовж 80-180 хв. Часткова заміна ізоціанатної складової на рицинову олію (ЕУ-2 та ЕУ-3) пришвидшує перебіг перетворення NCO-груп, внаслідок чого процес тверднення композиції істотно скорочується до 80 хв порівняно з таким для ЕУ-1.

Введення костриці (на прикладі ЕУ-2) прискорює перебіг перетворення ізоціанатних груп на перших хвилинах тверднення, а потім уповільнює. Пришвидшення перетворення ізоціанатних груп у біокомпозиті на перших хвилинах тверднення можна пояснити їх реакцією з додатковими гідроксильними групами на поверхні костриці, а подальше сповільнення - просторовими утрудненнями як внаслідок утворення великої кількості вузлів зшивання завдяки наявності додаткових гідроксигруп на поверхні костриці, так і внаслідок великого (60 %) вмісту костриці.

ВПЛИВ ХІМІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ПРИРОДНОГО НАПОВНЮВАЧА НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОКОМПОЗИТІВ НА ЙОГО ОСНОВІ

Ященко Л.М., Ярова Н.В., Самойленко Т.Ф., Бровко О.О.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Харківське шосе, 48,
м. Київ, 02160,Україна, e-mail: lara.yashchenko@gmail.com

При одержанні конопляних волокон утворюється велика кількість відходів, а саме костриці (КК) – подрібненої частини рослинного стебла. Одним зі способів вирішення проблеми утилізації КК є її використання як ефективного підсилювача в біокомпозитах у поєднанні з відповідним полімерним сполучним. Проте серйозною проблемою конопляної сировини є її гідрофільність та наявність на її поверхні воскоподібних компонентів, вільної води та гідроксильних груп, внаслідок чого вона слабко зволожується та виявляє невисоку адгезію до сполучного.

В даній роботі для виготовлення біокомпозитів використовували епоксиуретанові сполучні на основі силікату натрію (СН), епоксидної смоли ЕД-20 або епоксидованої соєвої олії (ЕСО), поліізоціанату (ПІЦ) або макроізоціанату (МІ) на основі ПІЦ та рицинової олії (РО) у співвідношенні ПІЦ/РО = 80/20 мас.ч. Склад отриманих сполучних: ЕУ-1 - ПІЦ/СН/ЕСО, ЕУ-2 - МІ/СН/ЕД-20, ЕУ-3 - МІ/СН/ЕСО у масовому співвідношенні компонентів 80/20/20. Як природний волокнистий наповнювач використовували конопляну кострицю.

Методом інфрачервоної спектроскопії досліджено структурні властивості КК після проведення поверхневої модифікації за допомогою лужної, силанової та олійної обробки з метою підвищення гідрофобності поверхні костриці та її адгезії до полімерного сполучного. Аналіз досліджень показав, що запропонована комбінована модифікація дозволяє спочатку видалити органічні домішки з поверхні костриці (при мерсеризації), а потім – після взаємодії з аміносиланом – дає можливість з'єднати сполучне з кострицею більш сильними ковалентними зв'язками. Обробка ЕСО забезпечила наявність адсорбованих функціональних груп олії на поверхні костриці, роблячи її гідрофобною.

Незалежно від типу використаного сполучного максимальне значення водопоглинання властиве біокомпозитам з немодифікованою кострицею, що пов'язано з наявністю значної кількості гідроксильних груп на її поверхні. При цьому водопоглинання зменшується в ряду застосованих сполучних ЕУ-1 > ЕУ-2 > ЕУ-3 = (72,3 > 62,4 > 58,5 % відповідно), тобто є найменшим у сполучного з найвищим вмістом складових природного походження, оскільки одночасно містить РО й ЕСО.

Виявлено, що всі види обробки поверхні костриці забезпечують суттєве зменшення водопоглинання біокомпозитів завдяки вимиванню геміцелюлози та лігніну з поверхні КК, що, збільшуючи шорсткість КК, забезпечує посилення її зв’язку зі сполучним і мінімізує кількість мікропорожнин у біокомпозиті та, як наслідок, адгезію між кострицею та сполучним.

Гідрофільну природу композитів оцінювали, проаналізувавши виміряні контактні кути змочування θ. Мерсеризація та силанізація костриці забезпечила збільшення значень контактних кутів на 7° - 16° порівняно з такими для вихідних біокомпозитів. Обробка поверхні костриці ЕСО забезпечила збільшення контактного кута змочування та найвище його значення серед усіх біокомпозитів (104°). Це однозначно вказує на вплив довгого аліфатичного ланцюга ЕСО, який маскує поверхневі гідроксигрупи і надає поверхні костриці гідрофобних властивостей.

Отже, в процесі роботи показано, що модифікація поверхні костриці зумовила значне підвищення гідробофності біокомпозитів, особливо при використанні ЕУ-1 та ЕУ-3 сполучних з повною заміною епоксидної складової на ЕСО та костриці з функціоналізованою поверхнею.

OBTAINING COMPLEX HYDROGELS BASED ONAQUAZOL

Chobit M., Kalin D., Tokarev V.
Institute of Chemistry and Chemical Technologies, Lviv Polytechnic National University,
UKRAINE, Lviv, 3/4 pl. SviatohoYura,e-mail: maksym.r.chobit@lpnu.ua

In recent years, the development of chemical technologies has made it possible to obtain a large number of different polymers. One of the rapidly developing areas in this area is associated with polymeric hydrophilic gels (hydrogels). This type of polymer gels has a very high, compared to other materials, the ability to adsorb water, aqueous solutions, and other substances. They are biologically inactive, very similar to natural tissues due to the high water content. Due to these properties of polymer gels, they are actively used as fillers in diapers, surgical wipes, soft insoles. They are widely used in the chemical industry in the drainage of gases used in agriculture to obtain moisture-retaining soil. In medicine, hydrogels are used for the manufacture of contact lenses, for the treatment of wounds and skin burns, and are also considered promising for the use of polymer gels to create new generation implants. Recently, the availability of hydrogels has increased significantly, and today, for example, hydrogel balls can be bought in almost any flower shop.

The aim of the work is to obtain hydrogel composites, a crosslinked structure based on polyacrylamide and aquazole (poly-2-ethyl-2-oxazoline); to study the swelling kinetics of the obtained hydrogels and to study the thermomechanical properties of the obtained material.

Based on the conducted studies, hydrogel composite materials based on crosslinked structures of polyacrylamide and aquazole were obtained. Aquazol has demonstrated excellent crosslinking properties of polymer materials. The degrees of swelling are calculated and thermomechanical properties are determined. The resulting hydrogel composites have high rates of swelling and are capable of long-term storage in an aqueous environment while maintaining elastic properties.By grafted polymerization of hydrophilic functional monomers in an aqueous medium, spatially crosslinked polymer hydrogels containing chemically conjugated aquazole were obtained.The process was performed in an aqueous solution of monomers (acrylamide (AAm) and acrylic acid (AA)) in the presence of the initiator $K_2S_2O_8$. A mixture of aquazole and an aqueous solution of monomers (0.5 ml in volume) was intensively mixed using a magnetic stirrer.After achieving homogenization, the reaction mixture was heated at 80 ° C for 5 hours. Polymerization was initiated by decomposition of the initiator $K_2S_2O_8$.

New hydrogel composites based on polyacrylamide and copolymers of acrylamide and acrylic acid grafted with poly-2-ethyl-oxazoline were synthesized. Such composites show good absorbent properties, the degree of their swelling can reach more than 26,000% by weight. The study of the swelling kinetics of the obtained hydrogel samples showed that with an increase in the content of Aquazol 50, the degree of their swelling increases, and with an increase in the content of Aquazol 500, it decreases. Composites with Aquazol 500 show better absorbent properties compared to Aquazol 50 and are able to maintain their shape in an aqueous environment for a longer time. The dependences of swelling on the composition of the hydrogel composite indicate that when acrylic acid links are introduced into the hydrogel structure, the absorption capacity increases by half an order of magnitude. The kinetics of relative changes in the size of hydrogel composites during swelling was studied, which confirmed the main patterns obtained in the study of the kinetics of their swelling. The longest preservation of shape and size was observed for samples of Aquazol 500-based hydrogel composites containing acrylic acid links, apparently due to the fact that these composites have a stronger crosslinked structure compared to others. The introduction of AA links does not significantly affect the temperature of heat resistance of composites. From the conducted thermo-mechanical researches it is possible to draw a conclusion that composites have thermoplastic properties with rather low temperatures of heat resistance thanks to what it will be possible to process them easily into certain products.

BIOCOMPATIBLE POLYMER NANOCOATINGS WITH EMBEDDED INORGANIC NANOPARTICLES FOR THERMO-SWITCHABLE BIOLOGICAL ACTIVITIES

Lishchynskyi O., Stetsyshyn Y.
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
oslishchynskyi@gmail.com

To improve biological action of the polymeric materials, they are modified often in some different manners. The functionalization of polymeric matrices can perform by (i) drugs and biomolecules, which can be absorbed on the scaffold surface or/and loaded to the scaffold interior; (ii) inorganic micro- and nanoparticles, which also can be embedded, absorbed or synthesized on scaffold surface; (iii) formation of coatings on scaffold surface; (iv) living cells seeded on a scaffold.

Motivated by the strong progress in responsive polymeric materials we would like to joint two approaches: (i) based on temperature-responsive grafted brushes and (ii) on hydrogel–microparticle composites, for functionalization of planar and dispersible materials by biocompatible controllable polymer nanocoatings with embedded inorganic nanoparticles uploaded by biological active molecules for thermo-switchable biological activity. We are expecting that proposed materials, for example with porous $CaCO_3$ in the vaterite polymorphic form embedded in grafted brushes, will have the high loading capacity and allows a more effective loading of an agent due to its high porosity and large surface area in comparison with adsorption on smooth polymeric surface or surfaces modified with grafted polymer brushes. Proposed materials have at last two practical applications: first as scaffold for cultivation cells and temperature-induced detachment of the tissues and second as injectable functionalized microparticles (for example, silica) for long-acting circulation in a body and controlled releasing of the drugs for fever.

References:

1. O. Lishchynskyi, Y. Stetsyshyn, J. Raczkowska, K. Awsiuk, B. Orzechowska, A. Abalymov, A. Skirtach, A. Bernasik, S. Nastyshyn, A. Budkowski, Fabrication and impact of fouling-reducing temperature-responsive POEGMA coatings with embedded $CaCO_3$ nanoparticles on different cell lines, Materials 14 (2021) 1417.
2. M.S. Saveleva, A.N. Ivanov, M.O. Kurtukova, V.S. Atkin, A. Ivanova, G.P. Lyubun, A.V. Martyukova, E.I. Cherevko, A.K. Sargsyan, A.S. Fedonnikov, I.A. Norkin, A.G. Skirtach, D.A. Gorin, B.V. Parakhonskiy, Hybrid PCL/$CaCO_3$ scaffolds with capabilities of carrying biologically active molecules: Synthesis, loading and in vivo applications, Materials Science and Engineering: C 85 (2018) 57.

NEW POSSIBILITIES OF THE ELLIPSOMETRY AT THE STUDY OF ULTRATHIN POLYMER AND BRUSH NANOCOATINGS.

[1]Kostruba A., [2] Stetsyshyn Yu., [1] Savaryn V.
[1]Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv
[2]Lviv Polytechnic National University

The study of the formation processes of ultrathin polymer nanocoatings of various nature, as well as structural and conformational transformations that occur inside the coating under the influence of external stimuli has become extremely relevant recently. In particular, the potential of widely used and well mastered ellipsometry method, which is extremely sensitive to the slightest changes in the state of the mirror surface, remains not fully discovered in our opinion. Changes in ellipsometric parameters due to the adsorption of the sub-monoatomic layer of oxygen on a silicon substrate were registeredexperimentally more than half a century ago[1].

The main problem in the ellipsometric studies of ultrathin film structures is the extremely short optical path of the light beam inside the surface film. This shortcoming has a mathematical reflection in solving the inverse problem of ellipsometry. It is a significant amplification of the correlation between the main parametersunder study, namely - between the thickness and the refractive index of the studied film. Therefore, it is necessary to change the conditions of the ellipsometric experiment in order to weaken the above correlation and obtain reliable information about the surface structure and its changes.

We have proposed a method that can significantly improve the accuracy of determining the parameters of ultrathin transparent films on a transparent substrate [2]. However, determining the operating range of this method remains an urgent task. We set a goal in this work to determine how the correlation degree the main parameters of the transparent surface layer changes with the conditions of the ellipsometric experiment. Namely, we estimated the influence of refractive index of the substrate, the angle of incidence and wavelength in the visible range on the correlation degree.

1. Archer R.J., Gobeli G.W. Measurement of oxygen adsorption on silicon by ellipsometry. *Journal of Physics and Chemistry of Solids* Vol. 26, Issue 2, 1965, pp.343-351
2. Kostruba A., Stetsyshyn Yu., Vlokh R. Method for determination of the parameters of transparent ultrathin films deposited on transparent substrates under conditions of low optical contrast. *Applied Optics* Vol. 54, Issue 20, pp. 6208-6216 (2015)

Food production and food chemistry

СОНЯЧНІ СУШАРКИ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ СУШКИ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Мусій Р.Й.[1], Сиротюк С.В.[2], Коробка С. В.[2], Когут М.В.[3]
[1] Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Львів, Україна
[2] Львівський Націанальний аграрний університе, Львів-Дубляни, Україна
[3] ПП «Когут», Львівська обл., Україна
e-mail rostyslav_musiy@ukr.net

В теперішній час практично для всіх верств населення дуже гостро стоїть питання використання екологічно чистих продуктів харчування. В харчовій галузі основним завданням для виробників є максимальне збереження корисних властивостей продукції при доведенні її до споживача. Важливу роль у цьому процесі відіграє технологія переробки овочів та фруктів.

Є різні способи зберігання продуктів і консервації їх поживних властивостей:
- створення контрольованих умов зберігання у фрукто- та овочесховищах;
- обробка продуктів високими температурами або замороження в морозильних камерах;
- насичення продуктів консервантами (цукром, штучними хімічними сполуками, продуктами згорання органічного палива, і т.д.);
- вакуумування, бродіння, обезводнення та інші.

Проте всі вони потребують дорогого обладнання та великих енергозатрат.

Одним з найбільш розповсюджених способів консервування є сушіння. Він простий і зручний. Сушені фрукти і овочі при оптимальних умовах можна зберігати більше одного року, а в герметичній тарі - ще довше. Вони більш поживні та калорійні.

З цією метою нами сконструйовані екологічно чисті сонячні сушарки .(Рис. 1.) на основі сонячних теплових повітряних колекторів. Їх можна використовувати для екологічно чистого сушіння харчових продуктів - овочів, фруктів, зерна, риби, лікарських трав, грибів та ін.

Рис. 1. Фотографії сонячних сушарок на основі сонячного колектора

Сонячні колектори виготовляються на основі розробленого нами селективного покриття, яке ефективно перетворює сонячну енергію в теплову. Вони працюють виключно на енергії сонця і продувають через сушарку чисте тепле повітря, не забруднюють продукти та навколишнє середовище.

Сушарки виготовляються з спеціальних сортів дерева, які не дають запахів. Вони передбачають дуже просту установку, мають можливість розміщення в саді, городі, на будь якій місцевості та у приміщеннях. Людина не несе ніяких витрат і додаткових платежів на обслуговування під час їх експлуатації. До того ж такі пристрої включається і виключається автоматично при наявності сонця. Це є дуже зручно, тому що не вимагає присутності людини під час роботи. При відсутності сонця використовуються накопичувачі енергії.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАСТОЯНОК

Жеребецький Р.Р., Гривняк А.В., Оробчук О.М.
Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна
roman.zherebetskyi.xr.2018@lpnu.ua oksana.m.orobchuk@lpnu.ua

Гіркі настоянки - це алкогольний напій отриманий в результаті екстрагування пряно-ароматичної сировини спиртом або водою.

Одним з основним етапів у виготовленні настоянки є екстракція – процес вилучення речовин з сировини за допомогою екстрагенту. Процес базується на різниці коефіцієнтів розподілу екстрактивних речовин між фазами рідина та тверде тіло [2].

Хорошими екстрагентами є метанол, етанол, ацетон, вода та етилацетат. Екстрагент для виготовлення гіркої настоянки має відповідати вимогам:

- не змішуватись з екстракційною сировиною,
- добре розчиняти цільові сполуки та не розчиняти домішки,
- не бути токсичним для людини.

Враховуючи всі вище перелічені вимоги, як екстрагент використовують етанол, адже він універсальний розчинник, завдяки своїй молекулярній структурі здатний розчиняти полярні гідрофільні та неполярні гідрофобні сполуки.

Пришвидшити процес екстрагування можна за рахунок збільшення площі контакту фаз, пористості екстрактивного шару, створивши оптимальне співвідношення екстрагенту та екстрактивної сировини, підвищення температури, забезпечивши динамічний рух екстрагенту.

У процесі виготовлення екстрактів для настоянок зазвичай використовують метод класичної мацерації. Суть, якого полягає у тому, що екстракційну сировину засипають у ємність, заливають екстрагентом та настоюють впродовж 5 – 10 діб. Отримання екстракту даним методом вимагає значної затрати часу і одержаний екстракт є низько концентрованим. Саме тому у промисловості почали використовувати інші методи екстракції, а саме: екстракція з використанням шарових млинів, екстракція з використанням роторно-пульсаційних апаратів, екстракції зрідженими газами, фільтраційна екстракція тощо.

Проаналізувавши існуючі рецептури гірких настоянок, запропоновано нову рецептуру напою, яка включатиме в себе компоненти місцевого походження, а саме ялівець, терен, ехінацея, листя яблуні та груші. Дана сировина володіє не лише хорошими пряно-ароматичними властивостями, але й містить в собі значну кількість корисних елементів, особливо аскорбінової кислоти.

За для удосконалення традиційної схеми екстракції пряно-ароматичної сировини, вирішено застосувати екстрактор з роторно-пульсаційним насосом, який забезпечуватиме постійний рух екстрагенту крізь екстрактивний шар. Пряно-ароматична сировина завантажується в екстрактор через верхній люк, далі подається екстрагент (етанол). Процес екстракції здійснюється шляхом безперервного перекачування екстрагенту з нижньої частини екстрактора на верхню. Таким чином досягається максимальний ступінь вивільнення ароматичних речовин з рослинної сировини за короткий час.

Даний метод дозволяє отримати готовий екстракт за два дні, а не за 5 - 10. Пришвидшене отримання екстракту дозволяє ефективніше використовувати ресурси обладнання цілого виробництва.

Завдяки інтенсифікації процесів екстракції та перехід на сировину місцевого походження з'являються перспективи виготовлення ширшого асортименту продукції, зниження її собівартості та збільшення ринку збуту.

ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З ДИКОЮ МОРКВОЮ

Лабун В.П., Вічко О.І., Копчак Н.Г.
Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, кафедра харчової біотехнології і хімії, Україна
e-mail o.vichko.te@gmail.com

Хліб і хлібобулочні вироби є невід'ємною частиною харчування людей цілого світу. Аналіз літературних даних показав, що товарообіг хлібних продуктів кожного року суттєво зростає. На сьогоднішній день проведено ряд досліджень по вивченню впливу різноманітних рослинних та тваринних добавок функціонального призначення на якість хлібобулочних виробів. Особливо цікавим є пряні трави, як дикорослих так і культурних рослин. Як правило, дикорослі відрізняються більш сильним ароматом. Це дозволяє розробляти продукти із новими смаками та додатково збагатити біологічно – активними речовинами. Створення таких продуктів можливе за умов збереження цінних природних якостей харчових продуктів та вдосконалення існуючих технологій виробництва

У представленій роботі, функціональна добавка – екстракт та перемелене насіння дикої моркви було введено у рецептуру виготовлення батонів.

Дика морква – поширена лікарська рослина, яка росте на полях й у відкритих місцях. В науковій медицині, плоди цієї рослини використовують як сировину для виготовлення спиртового екстракту, який входить до складу препарату Уролесан, який призначають при лікуванні нефролітіазу, жовчнокам'яної хвороби, гострого та хронічного калькульозного холециститу, пієлонефриту, ниркових і печінкових коліках та сольових діатезах. У народній медицині використовують найчастіше насіння дикої моркви, а у побуті його застосовують як пряну приправа для м'ясних і рибних страв.

У насінні дикої моркви міститься до 2,78% ефірних олій, до складу яких входить ряд біологічно-активних компонентів - ліналоон, гераніол, даукон, азарон, цимен, α-пінен, β-пінен, лімонен, β-бісаболен тощо.

Добавку вносили в тісто, замішане опарним способом, у вигляді порошку та водного екстракту різної концентрації. Якість готових виробів визначали за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Готові вироби порівнювали між собою та зразком без вмісту насіння.

Дослідні зразки із вмістом порошку 3%, мали золотисто-зеленкуватий колір скоринки, солодкий смак з легким присмаком моркви, відчувався приємний пряний аромат. У зразках із вмістом порошку 5% пряний аромат був більш виражений, смак солодкий із легкою гіркотою, скоринка набувала світло-зеленого забарвлення. Збільшення в рецептурі порошку до 7% викликало появу гіркого присмаку, а у м'якушці спостерігалися сліди непромісу та ущільнення, залишався чіткий пряний аромат. У зразках із водним екстрактом насіння - скоринка рум'яна, світло-жовта, на смак – солодкуваті з ледь відчутним присмаком моркви, з легким приємним пряним ароматом.

Зважаючи на результати проведеного оцінювання дослідних зразків за зовнішнім виглядом (колір скоринки, стан поверхні, форма виробу), станом м'якушки (колір, рівномірність окрасу, еластичність, пропеченість), липкістю, пористістю, ароматом і смаком виробів, запропоновано вносити в рецептуру виготовлення батонів 3% порошку або екстракти насіння дикої моркви для одержання нового виду хлібобулочного продукту, що буде цікавий споживачам.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ТА ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Лановий Р.Б., Вічко О.І., Назарко І.С.
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна
e-mail: o.vichko.te@gmail.com

Виробництво дієтичних продуктів харчування з використанням як сировини овочів, фруктів є однією з головних цілей у галузі «здорової» їжі. Тому нині вже стало характерним створювати продукти харчування для звичайного та спеціалізованого харчування на основі сировини отриманої з різноманітних злакових культур та дикорослих форм рослин. Комбінації численних фізіологічно активних сполук зерна, фруктів, овочів і рослинної маси ймовірно спричиняють синергізм з основними поживними речовинами (ще не в повній мірі вивчені), які забезпечують достатнє позитивне сприйняття споживачами цих продуктів. Одним із найдавніших і економічно важливим насінням, яке розповсюджене в багатьох регіонах Європи є льон. Завдяки своєму хімічному складу лляне насіння стає важливим функціональним інгредієнтом харчових продуктів, оскільки містить олію багату омега-3 жирними кислотами, засвоювані білки та лігнани. Крім того, що льон є один із найбагатших джерел α-ліноленової кислоти та лігнанів, лляне насіння є незамінним джерелом високоякісного білка і розчинної клітковини та має значний потенціал як джерело фенольних сполук [1]. Для споживання людиною використовують лляне борошно у вигляді меленого зерна у вакуумній упаковці або продукти збагачені насінням льону. Наприклад, лляне насіння можна включити в традиційні харчові матриці на основі зернових культур у вигляді хліба та макаронних виробів, у яєчні продукти, у готові закусочні продукти, так як проявляє високу споживчу сприйнятливість [2]. З усіх ліпідів у насінні льону (приблизно 30 %) 53 % припадає на α-ліноленову кислоту, 17 % на лінолеву, 19 % на олеїнову, 3 % − стеаринову і 5 % − пальмітинову кислоту, яка забезпечує чудове n-6 співвідношення до n-3 жирних кислот, приблизно 0,3:1 [3]. Тому насіння може бути альтернативою для забезпечення населення цією жирною кислотою в регіонах світу, де немає значного доступу до морських продуктів, які є найкращим джерелом n-3 жирних кислот.

Нами проаналізовано жирнокислотний та амінокислотний склад двох видів олій: лляної і пшеничної з метою можливого введення лляної олії у виробництво хліба і хлібобулочних виробів.

Встановлено, що за кількістю поліненасиченої α-ліноленової кислоти, яка відноситься до родини омега-3, лляна олія в 7,8 раза перевищувала вміст її у олії з пшеничного борошна. Тобто у лляній олії кількість даної ессенціальної кислоти становила 54,62 ± 0,11 % від маси усіх жирних кислот. Крім того, лляна олія значно багатша за пшеничну за вмістом олеїнової кислоти, її кількість у лляній олії становила 19,70 ± 0,09 % від загальної маси кислот, що відповідно в 1,3 раза більше. При оцінці амінокислотного складу виявлено, що у лляній олії амінокислотний скор лімітуючих амінокислот треоніну і лізину становив 98 і 80 %, відповідно. Така кількість даних амінокислот у лляній олії, практично на 10 і 15 % більша, ніж у пшеничній. Отже, часткова заміна пшеничного борошна на лляне буде сприяти покращенню жирнокислотного складу та підвищить його амінокислотний скор.

Література:

1. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S. & Mazu, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222.

2. Лялик, А., Бейко, Л., Кухтин, М., Покотило О. (2021).Використання лляної олії у виробництві харчових продуктів. *Вісник аграрної науки,* 3(99), 78-83.

3. Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J. and Barnwal, P. (2011). Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 210–222.

ОДЕРЖАННЯ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ЗГУЩЕНОГО МОЛОКА З ЦУКРОЗАМІННИКАМИ

Повстяна Д.С., Рацук М.Є., Сарібєкова Д.Г.
Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна
e-mail: mr0581@ukr.net

Такі ласощі, як згущене молоко, відомі кожному з нас з раннього дитинства. Згущене молоко – це кондитерський продукт, який є концентрованим молоком із додаванням певної кількості цукру. В кондитерській галузі згущене молоко є складовою багатьох кремів і начинок. Також згущене молоко можна вживати і в чистому вигляді, додавати його в каву, какао чи чай.

Слід зазначити, що згущене молоко не тільки смачний продукт, але й корисний, на відміну від багатьох солодощів. Технологічний процес приготування згущеного молока дозволяє зберегти в продукті максимум вкрай корисних речовин і компонентів, які містяться в молоці. Це багато амінокислот і вітамінів, а також кальцій, фосфор та інші мікроелементи. При цьому варто відзначити, що згущене молоко засвоюється в людському організмі значно швидше, ніж звичайне коров'яче молоко. Також згущене молоко має тривалий термін зберігання, протягом якого в продукті зберігаються всі корисні мікроелементи. Тому згущене молоко має попит у регіонах крайньої півночі, де авітаміноз зустрічається дуже часто.

Але згущене молоко відноситься до дуже калорійних продуктів харчування. Показник калорійності у 100 грамів даного солодкого продукту становить 329 ккал. Тому дієтологи не рекомендують вживати у великій кількості цей продукт людям, які страждають надмірною вагою та дотримуються дієтичного харчування. Також не рекомендується вживати згущене молоко і людям, у яких діагностували таке захворювання, як цукровий діабет.

Діабетики можуть поласувати згущеним молоком, але тільки якщо в його складі буде відсутнім цукор. Торгівельна мережа пропонує для таких специфічних категорій населення згущене молоко або без цукру, або переважно з додаванням таких замінників цукру, як фруктоза або стевія. Але вказані цукрозамінники мають і негативні властивості. Так, вживання фруктози у великих кількостях може призвести до підвищення рівня холестерину та жирового переродження печінки. А щодо стевії, то її споживання протипоказано людям, що приймають препарати для зниження рівня холестерину в крові, протизапальні або протигрибкові ліки. Також продукти зі стевією слід з обережністю вживати тим, хто страждає на алергію до квітучих рослин.

В лабораторних умовах ХНТУ одержували згущене молоко з додаванням природних цукрозамінників – еритриту та ксиліту, які мають сприятливий вплив на організм людини. Серед корисних властивостей використаних замінників цукру слід зазначити, що еритрит не порушує мікрофлору кишечника, не псує зуби, не впливає на рівень цукру в крові, тобто має нульовий глікемічний індекс та не має енергетичної цінності. Ксиліт має сприятливий вплив на стан ротової порожнини, не впливає на обмін речовин, повільно поглинається організмом, збільшує щільність кісткових тканин, що робить його ефективним для лікування остеопорозу, та покращує травлення і засвоєння вітамінів групи В.

Якість молочних консервів, приготованих з використання цукрозаміників, оцінювали згідно з ДСТУ 4274:2019 «Консерви молочні. Молоко незбиране згущене з цукром. Технічні умови». Встановлено, що за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками досліджені зразки згущеного молока в цілому відповідають вимогам діючого ДСТУ 4274:2019. Спостерігаються окремі незначні відхилення в кольорі, консистенції та в'язкості продуктів, приготованих з використанням цукрозамінників. Але в цілому приготоване згущене молоко має багато корисних властивостей, тому може бути рекомендовано до промислового виробництва.

ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬТИВУВАННЯ ДРІЖДЖІВ SACCHAROMYCES CEREVISIAE В РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Почапська І.Я., Хлібишин Ю.Я.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
iryna.y.pochapska@lpnu.ua

Дріжджі роду Saccharomyces cerevisiae відносяться до гетеротрофних мікроорганізмів, які як джерело енергії для життєдіяльності використовують тільки енергію зв'язку вуглеводневих сполук — необхідних для біосинтезу компонентів. До таких сполук відносяться різні моно- та дивуглеводи, як глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, мальтотріоза, та, значно менше, деякі інші цукри. Останні містяться в солодовому суслі та у буряковій мелясі, що, в основному, використовуються в сучасних технологіях бродильних виробництв як поживні середовища для дріжджів.

Сучасні технології бродильних виробництв базуються на отриманні чистої культури дріжджів (ЧКД), яку потім можна використати для приготування цільового продукту. Якість готового продукту і ефективність технологічного процесу залежить (за технологією) від вирощування та фізіологічного стану Saccharomyces cerevisiae.

Дослідження полягало у вивченні впливу концентрації сахарози в мелясовому суслі та мальтози у солодовому суслі на процес розмноження дріжджів, які використовуються в різноманітних бродильних виробництвах. Як живильне середовище використовували бурякову патоку з сахарозою та солодове сусло, основним вуглеводнем якого, є мальтоза. При вирощуванні дріжджів використовують бурякову патоку і солодове сусло як живильне середовище. Досліди проводили на зразках спиртових, хлібопекарських, винних та пивних дріжджів. Інтенсивність розмноження дріжджів оцінювали відповідно до концентрації клітин та питомої швидкості їх поділу під час вирощування. Вивчено закономірності впливу концентрації сахарози та мальтози, кінцевої концентрації дріжджів різних штамів та тривалості лаг-фази.

Для досягнення поставленої мети об'єктами дослідження було вибрано відомі та широко використовувані у відповідних галузях бродильних виробництв штами дріжджів, а саме: Раса Київська 21 - хлібопекарські; Saflager S-23 (Weihenstefphan) - пивні; SafSpirit C-70 (Fermentis Lesaffre)- спиртові; VR 44 (Бельгія) - винні.

Як поживне середовище використовували бурякову мелясу, що відповідає ДСТУ 3696-98 з сахарозою та солодове сусло, в якому мальтоза є основним вуглеводнем. Для проведення дослідження готували розчин меляси та солодового сусла чотирьох концентрацій в діапазоні 9-20 % мас. Початкова концентрація дріжджів у всіх випадках була $1,5\times10^6\pm0,2\times10^6$ клітин в одному $см^3$.

В результаті дослідження було встановлено, що винні та хлібопекарські дріжджі є найбільш придатними при високих концентраціях вуглеводів. Збільшення концентрації сахарози в живильному середовищі до 16% спричинило затримку розмноження всіх досліджених штамів дріжджів. Проте збільшення концентрації мальтози в живильному середовищі також спричинило зниження репродуктивної активності дріжджів усіх штамів, але в меншій мірі. Ми виявили, що збільшення концентрації вуглеводів під час розмноження дріжджів у середовищі з сахароза викликає більш виражений ефект Кребтрі.

Таким чином, найбільш пристосованими до високих концентрацій сахарози є винні та хлібопекарські дріжджі, мальтози - хлібопекарські та спиртові. Ці результати також підтверджуються даними про зміну питомої швидкості поділу клітин досліджуваних штамів дріжджів при культивуванні в живильних середовищах з різною концентрацією сахарози та мальтози.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПШЕНИЧНО-ЛЛЯНОГО ХЛІБА З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЛЛЯНОГО БОРОШНА

Смоляк І.П., Покотило О.С., Кухтин М.Д.
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна
e-mail: pokotylo_oleg@ukr.net

Проблема ширшого використання різних зернових культур у харчовій промисловості для споживання людиною була предметом інтенсивних досліджень протягом багатьох років у різних наукових та виробничих установах. Відчутно зростає інтерес до продукції, що містить речовини, які благотворно впливають на організм людини, завдяки своїм дієтичним властивостям і здатності запобігати деяким захворювання [1]. Зміни щодо раціону харчування відбуваються в багатьох промислово розвинених країнах, адже спосіб життя і харчування, що передбачає споживання значної кількості продуктів високого ступеня «очищеності», призвів до збільшення, так званих хвороб цивілізації (ожиріння, атеросклероз, цукровий діабет та інші) [2]. У світлі сучасних знань насіння льону та продукти його переробки, (олія і борошно) як інгредієнти щоденного раціону можуть бути важливим фактором збагачення організму поліненасиченими жирними кислотами (родини омега-3), амінокислотами, вітамінами та мінералами. Останні дослідження рекомендують вживати 30 − 70 г продуктів з насіння льону для зниження рівня холестерину в сироватці крові особам, які страждають на порушення ліпідного обміну. Насіння льону – широко використовується у Європі ще із середньовіччя, як харчова добавка і вважається важливим функціональним інгредієнтом, що є джерелом альфа-лінолевої кислоти, високоякісних білків, фенольних сполук, клітковини та мінеральних речовин [3].

Метою роботи було обґрунтувати оптимальне співвідношення пшеничного і лляного борошна у технології виробництва хліба збагаченого омега-3 жирними кислотами.

Розроблено рецептурний склад пшеничного-лляного хліба з вмістом лляного борошна в кількості 15 %, який має підвищену біологічну цінність завдяки вмісту омега-3 жирних кислот. Встановлено, що по мірі збільшення кількісного вмісту лляного борошна у тісті процеси наростання градуса кислотності поступово знижуються, порівнюючи з контрольним зразком тіста, у якому використано тільки пшеничне борошно. Частка лляного борошна більше 20 % від загального об'єму всього борошна зумовлює небажане сповільнення процесів бродіння. Встановлено залежну тенденцію щодо зменшення питомого об'єму тіста від кількості доданого лляного борошна. Заміна від 15 до 25 % пшеничного борошна на лляне буде зменшувати на 12 − 24 % об'єм тіста. Вологість м'якуша хліба пшеничного з додаванням борошна лляну від 5 до 20 % зростає, проти пшеничного хліба, проте вона знаходиться в межах вимог стандарту. Збільшення концентрації лляного борошна у складі хліба до 25 % і більше забезпечує вологість м'якуша вище 44 %. Кислотність і пористість зразків хліба з вмістом лляного борошна від 5 до 25 % була у межах стандартних величин.

Література:

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & NovikovV. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of "Tibetan kefir grains" cultivated in Ukrainian household. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (1), 252–257.

2. Pokotylo, O. S., Kuhtyn, M. D., Pokotylo, O. A., Yaroshenko, T. Y., &Koval, M. I. (2015). Lipogenesis adipose tissue of the laboratory animals after loading cholesterol. *Медична і клінічна хімія*, 17, 1(62), 31−35.

3. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S. & Mazu, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222.

ЗБРОДЖУВАННЯ КВАСНОГО СУСЛА ТЕРМОТОЛЕРАНТНИМИ ШТАМАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ

Соколовська І.О., Жеребецький Р.Р., Оробчук О.М., Дзіняк Б.О.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
oksana.m.orobchuk@lpnu.ua

Високі смакові якості і корисні для організму людини властивості позиціонують квас як напій, що прекрасно втамовує спрагу та освіжає. Хімічний склад квасу включає мінеральні речовини, широкий спектр амінокислот, більшість з яких є незамінними, що суттєво підвищує значення квасу як функціонального напою. Квас містить комплексні вітаміни B1, B2, B6, B12, B15, C, D, PP, H, E та інші, молочну кислоту. З медичної точки зору квас пригнічує і знезаражує хвороботворну мікрофлору кишечника, регулює його кислотність, сприяє кращому обміну речовин, окисно-відновним процесам при диханні живих клітин, нормальному відкладенню солей у кісткових тканинах, покращує діяльність серцево-судинної системи і регулює функції нервової системи. Квас отримують шляхом комбінованого незавершеного молочно-кислого і спиртового бродіння з наступним купажуванням цукровим сиропом.

Актуальним є дослідження технологій і рецептур квасу живого бродіння для створення комплексного функціонального безалкогольного напою з максимально можливим кількісним і якісним вітамінно-мінеральним складом.

З метою дослідження впливу мікрофлори на якість і властивості напою, визначення оптимальної температури і часу бродіння здійснено ряд експериментів зброджування квасного сусла штамами термотолерантних дріжджів і комплексами на основі молочнокислих бактерій.

При спільному культивуванні два види мікроорганізмів знаходяться в симбіозі: молочнокислі бактерії (МКБ) створюють кислотність середовища, оптимальну для для дріжджів, а дріжджі виділяють в середовище амінокислоти, вітаміни, необхідні для життєдіяльності бактерій.

Для ефективного зброджування квасного сусла запропоновано використовувати культуру термотолерантних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси М і комплексів молочнокислих бактерій у вигляді заквасок. Згідно аналізу мікробіологічного складу заквасок для зброджування квасного сусла вакористано закваски МКБ «Кефір», «Йогурт», «Симбіотик», «Біфівіт».

Досліджено динаміку зміни концентрації сухих речовин та кислотності в різних умовах бродіння квасного сусла. Для досліджень використовували квасне сусло, одержане з ККС і сухого концентрату з початковим всмістом сухих речовин 3,2% і pH=5,8 для сусла з сухого концентрату і pH=6,2 з ККС.

Зброджування сусла виконували в діапазоні температур 30-35℃ при різних співвідношеннях між кількістю молочно-кислих бактерій та дріжджів.

Встановлено оптимальні кількості дріжджів і молочнокислих бактерій, а саме 4,0 %-ву суспензію дріжджів (80%) та МКБ (20%). Доведено, що процес бродіння сусла можна оптимізувати шляхом підвищення температури бродіння до 35℃. При цьому досягається зниження вмісту сухих речовин (до 2,4%) та підвищення кислотності (на 1,2 $см^3$ 0,1н NaOH/100 мл) за оптимальнимй час (14-16 годин) при використанні закваски «Біфівіт» в комплексі з термотолерантними штамами дріжджів.

Як вихідну сировину для приготування квасного сусла рекомендовано використовувати саме концентрат квасного сусла, оскільки сусло, одержане з сухого концентрату потрібно тривалий час фільтрувати для усунення значної мутності напою.

Пошук шляхів удосконалення технології зброджування квасного сусла шляхом використання термотолерантних дріжджів і комбінованих сумішей МКБ дозволить оптимізувати умови одержання квасу.

БАРВНИК ІЗ СОКУ БУЗИНИ ЧОРНОЇ ЯК ДЖЕРЕЛО ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стеценко Н.О.
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна
stetsenkono_nuft@ukr.net

Виробництво харчових продуктів функціонального, оздоровчого та профілактичного призначення наразі є одним з ключових напрямів розвитку харчової промисловості провідних країн світу, адже регулярне споживання таких продуктів дозволяє поліпшити стан здоров'я населення, попередити виникнення та розвиток багатьох аліментарно залежних захворювань. При створенні функціональних харчових продуктів дотримуються принципу використання натуральної сировини з високою біологічною активністю для досягнення максимально можливого рівня повноцінності складу і безпечності готового продукту. Такий ефект можуть забезпечити дикорослі ягоди, які є справжньою скарбницею біологічно активних речовин з вираженою фізіологічною дією на людський організм.

Широке застосування як джерело лікарської сировини, так і в харчовій промисловості знайшли плоди та квіти бузини чорної (*Sambucus nigra* L.). Вони мають знеболювальну, противірусну, жарознижувальну, відхаркувальну, протигрибкову, протидіуретичну дію. Плоди бузини чорної містять різноманітні біологічно активні сполуки, такі як антоціани, флавоноли, оксикоричні кислоти, проантоціанідини, а також вітамін С, терпени та лектини. Багато в чому лікарські властивості бузини чорної пов'язують з наявністю в її плодах, квітках і листі сполук фенольної природи, що мають високу антиоксидантну активність.

Для встановлення можливості використання плодів бузини чорної при виробництві функціональних харчових продуктів було досліджено біохімічний склад сировини. Встановлено, що загальний вміст фенольних сполук у свіжих ягодах становив 1065,0 мг/100г, причому вони представлені в основному антоціанами – 974,11 мг/100г. Крім того, високим є вміст аскорбінової кислоти, яка чинить стабілізуючий вплив на антоціани – 27,59 мг/100г. Такий склад забезпечує потужний антиоксидантний ефект, а відповідно і оздоровчі властивості продукції, до складу якої будуть введені продукти перероблення ягід бузини чорної.

Сік плодів бузини чорної наразі не знайшов широкого використання у харчовій промисловості у зв'язку зі специфічними органолептичними властивостями. З такого соку шляхом вакуум-концентрування можна отримати харчовий барвник, колір якого можна регулювати, задаючи певні значення pH середовища. Встановлено, що вихід соку з плодів бузини становить 64,3%, а вміст сухих речовин у ньому – 9,2%. Перед пресуванням плодів бузини їх необхідно обробити пектолітичним ферментом. Відпресований сік фільтрують і концентрують під вакуумом до вмісту сухих речовин 45±2%.

Концентрований натуральний барвник представляє собою густу в'язку рідину темно-червоного кольору з кислим смаком та слабким ароматом, який притаманний плодам бузини. Густина барвника 1302 г/см^3, активна кислотність 3,65, загальна кислотність 5,43%, концентрація барвних речовин 27 г/дм^3, загальний вміст фенольних сполук 1538 мг/100 г.

Барвник швидко і повно розчиняється у воді, створюючи розчин яскраво-червоного кольору. При зміні pH до значень 7,5…9 розчин барвника набуває фіолетово-синього забарвлення, що пояснюється високим вмістом антоціанових пігментів.

Використання концентрованих соків з плодів бузини чорної у технологіях продуктів оздоровчого призначення, зокрема безалкогольних напоях, кисломолочних напоях і десертах є перспективним, адже такий шлях збагачення не ускладнює технологічний процес з одночасним наданням продукту антиоксидантних властивостей.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СИЧУЖНОГО ФЕРМЕНТУ

Дончак В.А.[1], Лапіна А.М.[1], Панченко Ю.В.[1], Авдєєнко А.П.[2], Коновалова С.О.[2]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна, vdonchak@i.ua
[2]Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна

Молокозсідальний фермент у сироварінні виконує дві важливі функції, а саме: впливає на формування молочного згустку та на процес визрівання сиру. На стадії утворення молочного згустку закладається основа якості сиру, тому природа та якість молокозсідального ферменту спричиняють суттєвий вплив на споживчі характеристики сирів. В даний час на ринку України представлені, переважно, імпортні ферментні препарати бактеріального походження, синтезовані в біореакторах за допомогою генетично модифікованих грибів. Однак, дорогі високоякісні сири виробляються лише з використанням натурального сичужного ферменту (НСФ). Він складається з двох основних ферментних компонентів – хімозину і пепсину і отримують його з четвертого відділення шлунків (сичугів) новонароджених телят або ягнят (віком до трьох тижнів), яких годували тільки молоком. В Україні НСФ не виробляють, а на сироварнях використовують, в основному, ферментні препарати бактеріального походження.

Для виготовлення НСФ сухі подрібнені сичуги екстрагують розчином кухонної солі, екстракт підкислюють, фермент виділяють висолюванням та висушують [1]. Згідно зі стандартною технологією для виробництва НСФ використовуються тільки сухі сичужки. Однак, нами встановлено можливість використання свіжозамороженої сировини.

Вихід ферменту з заморожених сичугів приблизно в 4 рази вище, ніж із сухих, причому він практично не знижується якщо сичуги зберігати у замороженому вигляді протягом 2-х років.

Визначено, що значний вплив на вихід і активність НСФ спричиняє спосіб подрібнення сичугів. При використанні розмелених шлунків утворюється багато малоактивного ферменту, що пов’язано з екстракцією великої кількості сторонніх речовин через руйнування клітинних мембран. Це вимагає введення додаткової операції осадження шламу, однак і в цьому випадку кінцевий продукт містить багато нерозчинної фракції. Фермент з кращою розчинністю утворюється при екстракції нарізаних сичугів. У цьому випадку стадію відділення шламу можна опустити, однак, приблизно 3÷5 % ферменту в цьому випадку не екстрагується.

Велику роль в процесі виробництва відіграє значення pH екстракту на стадії висолювання ферменту. В описаному у [1] методі рекомендовано висолювати фермент з екстракту, що має pH приблизно 2,5. Ми визначили, що при зниженні кислотності середовища на стадії висолювання від pH 2,5 до 0,5 загальна маса виділеного ферменту практично не змінюється, однак його активність суттєво зростає. Тому висолювання доцільно проводити з сильно кислих розчинів (pH=1÷0,5).

Вузьким місцем виробництва ферментних препаратів є їх стерилізація. Для знезараження можна використовувати хімічні засоби (борну та надоцтову кислоти, оксид етилену тощо). Однак, найбільш ефективною є радіаційна стерилізація [2]. Дослідження показали, що доза поглинутої радіації 200 рад від джерела Co^{60} знижує вміст патогенної мікрофлори до рівня, що не перевищує 20 % від гранично допустимого за ДСТУ 4457:2005. При цьому втрата активності ферменту не перевищує 12 %. Отже, ця доза може бути рекомендована, як достатня для стерилізації НСФ.

Література.

1. Грачева И.М. Технология ферментных препаратов / Грачева И.М., Кривова А.Ю. 3-е изд. - М.: Элевар, 2000. – 512 с.

2. Павлов Е.П. Тушов Э.Г., Самойленко И.И. и др. Использование гамма-излучения для микробной деконтаминации лекарственных средств // Хим. фарм. журн. – 1992. – №2. – с.76-78.

СПРЕДИ, ЯК ОСНОВА НОВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ

Устюжаніна А.Ю., Чобіт М.Р., Панченко Ю.В., Васильєв В.П.
Кафедра органічної хімії, ІХХТ, Національний університет „Львівська політехніка”, Україна, м. Львів, 79013, пл. Св. Юра 3/4.
e-mail: maksym.r.chobit@lpnu.ua

Поняття «спреди» ввійшли в обіг недавно. Спреди безпечні з точки зору дієтології в порівнянні з вершковим маслом та іншими тваринними жирами. Вони відповідають вимогам здорового харчування, так як володіють збалансованим вмістом жирних кислот і збагачені вітамінами. Виробництво спредів молоде, тому виникло багато питань, які необхідно вирішувати, починаючи від вдосконалення нормативної бази та закінчуючи споживчою сферою.

Спреди призначені для безпосереднього вживання в їжу, кулінарних цілей, використання на підприємствах громадського харчування та харчової промисловості. Ринок спредів є новою галуззю харчової промисловості в Україні і розвивається в резонансі зі світовими тенденціями. Забезпечення населення високоякісними продуктами харчування є найважливішою народногосподарською та соціальною проблемою. Провідна роль в її реалізації належить молочній та олієжировій промисловості.

Метою даної роботи є визначення видів вершкового масла як сировини для виробництва спредів з використанням лляної олій та створення нових функціональних продуктів. Отримано удосконалений функціональний харчовий продукт з підвищеними якісними характеристиками та розроблена методика його одержання.

Досліджувався вплив температури на консистенцію масла. З метою формування у спредах різноманіття оригінальних смакових відтінків та створення нових функціональних продуктів нами були розроблені солодковершкові спреди жирністю 69,2%, 73% та 78%. Сировиною для їх одержання є масло солодковершкове «Бутербродне» жирністю 63%, лляна олія (рослинний компонент), сухе молоко (для нормалізації жирності) та вода. Для одержання спредів з зазначеною жирністю використовували наступні композиції додавання лляної олії: У дослідженнях також використовували екстракт лляної макухи (ЕЛМ), особливістю якого є вміст лігнанів. Це фенольні сполуки, які володіють естрогенними властивостями. Крім того, лляна макуха багата вітамінами групи В, Е та фолієвою кислотою, дуже корисна для органів травлення.

Якість розроблених спредів оцінювали згідно з вимогами ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирові». За органолептичними показниками розроблені нами спреди мали привабливі споживчі характеристики: приємний зовнішній вигляд, рівномірне за всією масою забарвлення, однорідну консистенцію та природний, гармонійний смак і аромат. Фізико-хімічні показники нових спредів також відповідали вимогам ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирові».

В результаті проведеної роботи нами були створені функціональні продукти – спреди з різним співвідношенням тваринних та рослинних жирів. Найкращими властивостями та показниками володіють спреди з жирністю 73% та 82,5% на основі солодковершкового масла жирністю 63% та 72,5% відповідно. За органолептичними показниками розроблені нами спреди мали привабливі споживчі характеристики: приємний зовнішній вигляд, рівномірне за всією масою забарвлення, однорідну консистенцію та природний, гармонійний смак і аромат. Запропоновано використання екстракту лляної макухи в якості харчової добавки з потенційними властивостями стабілізатора, емульгатора та корисного наповнювача. Фізико-хімічні показники нових спредів також відповідали вимогам ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирові». Крім того, введення в них ЕЛМ змінювало колір готового спреду від жовтого до блідо-жовтого. Консистенція готового продукту стала пластичнішою, при кімнатній температурі спред повільно топиться та легко намазується на хліб. ЕЛМ підсилює лляний запах у спредах і не впливає на смак.

МОДИФІКУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ НАПОВНЮВАЧІВ ВІДГОНАМИ ЖИРНИХ КИСЛОТ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Устюжаніна А.Ю., Чобіт М.Р., Панченко Ю.В., Васильєв В.П.
Кафедра органічної хімії, ІХХТ, Національний університет „Львівська політехніка”, Україна, м. Львів, 79013, пл. Св. Юра 3/4.
e-mail: maksym.r.chobit@lpnu.ua

Олійно-жирова промисловість займає важливе місце в харчовій промисловості. Але, в процесі їх функціонування утворюється велика кількість відходів, які не придатні для використання в харчових цілях. Тому, дослідження використання відходів олієжирових виробництв для модифікування мінеральних наповнювачів та отримання полімерних композитів, на їх основі, актуально на сьогоднішній день. Широкий вибір, практично необмежені ресурси та дешевизна дисперсних мінеральних наповнювачів (крейда, магній гідроксид) можуть забезпечити високу конкурентоспроможність на світовому ринку.

Метою даної роботи була перевірка можливості використання жирних кислот з дезодораційних колон олієжирових виробництв для модифікування мінеральних наповнювачів: крейди та гідроксиду магнію. Вивчення впливу ступеня модифікування наповнювачів на фізико-механічні властивості полімерних композитів на основі полівінілхлориду, поліетилену низької щільності та поліефірної смоли.

Визначення ударної в’язкості проводили за методикою відповідно по методиці «Метод визначення ударної в’язкості по Шарпі». Термомеханічні дослідження проводили на приладі TIRAFWV R7/90. Міцність на розрив полімерних композитів перевіряли на приладі TiraTest 2200.

Модифікування наповнювачів проводилась за наступною методикою. У мірний стакан вносили жирні кислоти та дистильовану воду. Вміст стакану перемішували на магнітній мішалці при температурі 60-65 ºС до утворення емульсії. Після цього додавали наповнювач та перемішували ще 1-1,5 год. Суспензію, що утворилася фільтрували за допомогою фільтрувального паперу. Модифікований зразок висушували у сушильній шафі при 60 ºС до постійної маси. Можна припустити, що на поверхні наповнювача знаходяться молекули жирних кислот, що утримуються за рахунок хемосорбції та молекули жиру, що утримуються за рахунок фізичної сорбції. Отримання наповнених компрозитів відбувалося шляхом змішування мінерального наповнювача та полімерного матеріалу у співвідношенні (%) 40:60.

В роботі вперше було досліджено можливість модифікування дисперсних мінеральних наповнювачів: крейди та магній гідроксиду, жирними кислотами з дезодораційних колон олієжирових виробництв, для подальшого створення наповнених полімерних композитів. Одержано полімерні композити на основі ПВХ, ПЕНТ та поліефірної смоли наповнені модифікованими наповнювачами з ступенями модифікування 2%, 5% та 8%. При дослідженні композитів на основі ПВХ показано, що зі збільшенням ступеня модифікування введеного наповнювача підвищується їх міцність на розрив, причому приріст міцності у деяких випадках досягає майже 50 %. Відповідно збільшуються показники відносного видовження полімерних композитів. При дослідженні композитів на основі поліефірної смоли показано, що зі збільшенням ступеня модифікування введеного наповнювача ударна в’язкість збільшується, причому для крейди приріст ударної в’язкості для відповідного ступеня модифікування більший, ніж для магній гідроксиду. Максимальний приріст ударної в’язкості становить більше 50 %. Встановлено, що запропонований метод не підходить для створення композитів на основі поліетилену низької щільності, оскільки спостерігається зниження механічних властивостей. Термомеханічні дослідження показали, що теплостійкість композитів з модифікованими наповнювачами, у порівнянні з немодифікованими, в основному підвищується.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КОФЕЇНУ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Юсіна Г.Л., Чекой К.В., Дегтярьова Д.Е.
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна,
e-mail: chimist@dgma.donetsk.ua

Каву можна назвати найпопулярнішим напоєм у світі. До складу екстрактивних речовин сирої кави входять алкалоїди, білки, фенольні сполуки, моно- і дисахариди, ліпіди, органічні кислоти, амінокислоти, мінеральні елементи й деякі інші речовини, що містяться в невеликих кількостях. При вживанні кави найбільший вплив на організм людини виявляє алкалоїд кофеїн або 1,3,7-триметилксантин, що є похідним пуринових основ.

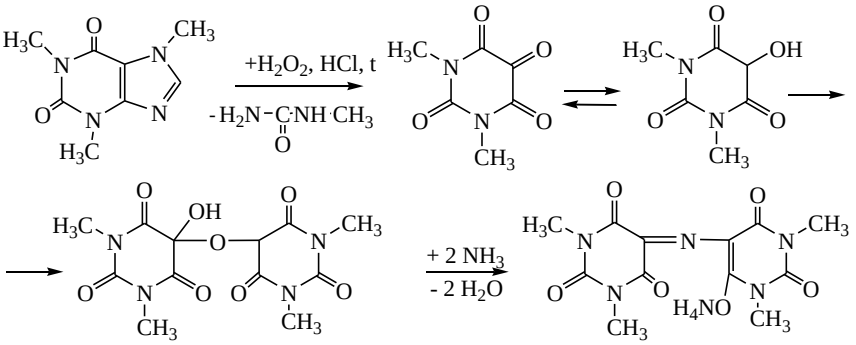
Завдяки вмісту кофеїну кава виявляє сприятливий фізіологічний вплив на організм, підвищує загальний тонус і працездатність людини. Кофеїн входить до складу багатьох лікарських препаратів, що випускаються фармацевтичною промисловістю. Однак підвищений вміст кофеїну в організмі людини виявляє на нього гнітючий вплив. При деяких захворюваннях кава з високим вмістом кофеїну протипоказана.

Кофеїн міститься в різних об'єктах, серед яких фармацевтичні препарати, спортивне харчування, безалкогольні та енергетичні напої, чай, кава. Для якісного і кількісного визначення кофеїну використовують хімічні та фізико-хімічні методи аналізу.

Виробники кави при маркуванні не вказують вміст кофеїну в напої, отже, інтерес представляє дослідження кількісних методів визначення вмісту кофеїну та оптимізація методики з метою використання її в лабораторному практикумі.

Фотометрія, як аналітичний інструмент для визначення кофеїну, в різних видах проб дуже проста і доступна для всіх. Добре відомо, що спектрофотометричне визначення кофеїну менш затратно, є відносно простою процедурою, та забезпечує високу точність і відтворюваність при невеликій кількості зразків.

Стандартна методика основана на реакції гідролітичного окиснення кофеїну пероксидом водню в сильнокислому середовищі з утворенням тетраметилпурпурової кислоти – забарвленої сполуки. Вимірювання оптичної густини розчину цієї сполуки дає її концентрацію, що є пропорційною концентрації кофеїну.



В роботі проведені дослідження впливу зміни часу, показника pH та концентрації окисника на повноту утворення тетраметилпурпурової кислоти з метою оптимізації методики.

Визначено, що час проведення реакції (20 хвилин) та pH розчину (-0,48, C=3M), наведені в стандартній методиці, відповідають оптимальним. Визначено, що концентрація окисника може бути зменшена з 15 до 7% в порівнянні зі стандартною методикою.

Визначення вмісту кофеїну в зразках розчинної кави «Monarch Millicano», «Carte Noire Classic», «MacCoffee Tchibo Exclusive », «Nescafe Classic», «Egoiste Noir» та «Prontissimo Intenso». Масова частка кофеїну в досліджуваних зразках коливається в межах від 0,71% в каві «MacCoffee Tchibo Exclusive» до 1,38% в каві «Carte Noire Classic». Отримані дані узгоджуються з літературними даними про вміст кофеїну у розчинній каві.

ВПЛИВ ХЛОРИДУ НАТРІЮ НА СИНТЕЗ СПОЛУК АНТИОКСИДАНТНОЇ ДІЇ ПРИ ПРОРОЩУВАННІ ГРЕЧКИ

Ірина Ясінська
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
e-mail: yasinskaya.ira@gmail.com

Пророщування позитивно впливає на харчову цінність зерна та насіння рослин, суттєво збільшуючи у них вміст біологічно активних речовин. Змінюючи технологічні параметри пророщування, можна впливати на протікання біохімічних процесів та відповідно синтез сполук у насіннині.

Метою дослідження було визначення зміни вмісту біологічно активних речовин антиоксидантної дії у гречці в процесі пророщування під впливом розчинів хлориду натрію різної концентрації.

Насіння гречки очищували від зовнішніх оболонок, дезінфікували 1% розчином гіпохлориду натрію протягом 10 хв., промивали до нейтральної реакції, замочували в дистильованій воді протягом 3-4 год. та пророщували у чашках Петрі в темних умовах за температури 18 ± 2 °С протягом 5 днів. Кожні 8 годин зразки зрошували розчинами хлориду натрію концентрацією 50 мМ, 100 мМ або 200 мМ. Контрольний зразок зрошували дистильованою водою. Досліджувані зразки відбирали кожні 24 год та висушували за температури 45 ± 5 °С. 70% водно-метанольні екстракти рослинних матеріалів аналізували на вміст суми фенольних сполук, аскорбінової кислоти, визначали їх антирадикальну активність. Загальний вміст фенольних сполук визначали з використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу, аскорбінової кислоти з 2,6- дихлоріндофенолом, антирадикальну активність з використанням ДФПГ аналізу. Також оцінювали вплив розчинів на ростову активність рослинної сировини.

Зразки сировини, які зрошувались розчинами хлориду натрію, мали гіршу енергію проростання за сировину у контрольному зразку: оброблені 50 мМ р-м — на 11 %, оброблені 200 мМ — на 23 % . Також візуально контрольний зразок мав кращий приріст маси.

Вміст фенольних сполук збільшувався протягом усього періоду пророщування в усіх зразках. Найбільший рівень вмісту фенольних сполук було зафіксовано на 5-й день у сировині, зрошуваній 100 мМ р-м NaCl, який відповідно складав 243±35 мг GAE/ г СР, що було у 2,15 рази вище за значення для контрольного зразку та у 3,5 рази вище за вміст у непроросченій гречці.

Вміст аскорбінової кислоти теж динамічно змінювався. На відміну від фенольних сполук, найбільший вміст аскорбінової кислоти мали зразки з терміном пророщування 72 год, зрошувані 50 мМ розчином хлориду натрію. Вміст вітаміну у цій сировині складав 74,2±6,4 мг/ 100 г СР, що було у 1,4 рази вище за покази контрольного зразку. У вихідній сировині не було виявлено аскорбінової кислоти.

Динаміка зміни показів антирадикальної активності була схожою з фенольними сполуками. Найбільше значення зафіксовано у 5-ти денній сировині, зрошуваній 100 мМ р-ном хлориду натрію. Антирадикальна активність у цьому зразку була вищою у 1,85 рази ніж у контрольному.

Як показало дослідження, зрошування гречки розчинами хлориду натрію під час пророщування є досить дієвим технологічним прийомом для стимуляції синтезу фітонутрієнтів антиоксидантної дії. Одержану сировину можуть використовувати у якості натурального джерела антиоксидантних сполук з метою попередження окисних процесів у продуктах та подовження термінів їх зберігання. Також пророщена гречка є цінною сировиною для розроблення на її основі функціональних харчових продуктів, споживання яких слугуватиме профілактикою виникнення захворювань.

Chemistry and technology of food additives and cosmetics

SYNTHESIS OF FOOD ADDITIVE SODIUM ALUMINUM PHOSPHATE (E541)

Dubenko A.V., Nikolenko M.V., Aksiutina K.I.
e-mail: anastasiia.dubenko@gmail.com
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine, Dnipro

It is known, Ukraine imports food phosphates from other countries because of the absence of its own production. This fact allows to economic dependence on imports and increases the cost of goods. The analysis of the market shows a continuous growth of demand for such food additives, which encourages the development of own technologies of food phosphates in Ukraine.

Therefore, sodium aluminum phosphates were chosen as the subject of our research. These salts are emulsifiers, leavening agents, and acidity regulators. E541 is widely used in bakery and bakery products to give a thin crispy structure and splendor and elasticity.

The work aimed to develop a method of synthesis and determine technologically feasible conditions for the industrial production of sodium aluminum phosphate.

The experiments were carried out according to the following procedure: portions of Na_2HPO_4 and $Al(OH)_3$ were gradually added into 40% solution of orthophosphoric acid. The synthesis was carried on during constant stirring until components were completely dissolved. The solution was heated to boiling and kept at this temperature for a specificc time. The precipitate formed during the heat treatment of the reaction mixture was separated by filtration and dried at 100-110°C.

The method of mathematical planning of a two-factor experiment was used to determine the optimal conditions for the synthesis. All calculations were performed using the program Statgraphics Centurion 19. As variables were chosen the amount of orthophosphoric acid (x_1) and the duration of the heat treatment process (x_2). Sodium aluminum phosphate mass was used as the response function (y). Based on experimentally obtained data, a mathematical model of the synthesis process of sodium aluminum phosphate in the regression equation (1) form was determined using encoded variables:

$$y = 14{,}3 + 1{,}45 \cdot x_1 - 0{,}3 \cdot x_2 + 1{,}05 \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (1)$$

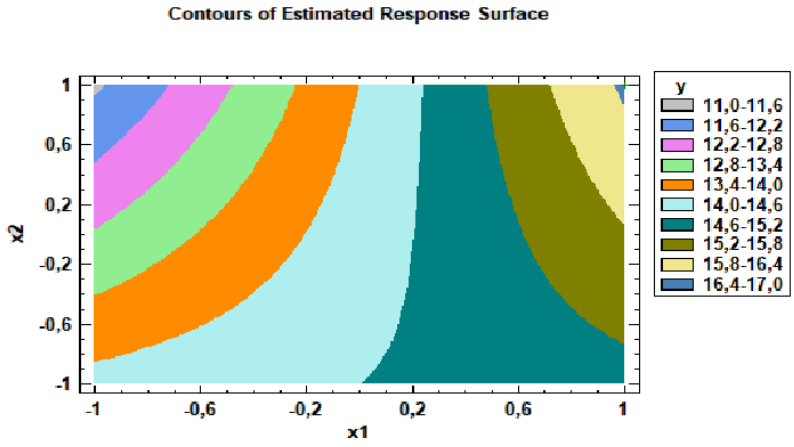


Figure 1 – Graphical representation of the regression equation for the synthesis process of sodium aluminium phosphate. (Colored areas on the graph are a two-dimensional projection of the response surface).

Analysis of the obtained mathematical model showed that the equation is adequate and fully describes the studied process: $R^2 = 0.99899$ at P = 95%. It was found that the factor x_1 (volume of 40% H_3PO_4 solution) has the greatest influence on the process of obtaining sodium aluminum phosphate because the coefficient in the regression equation is the largest.

MODERN LIPSTICK RECIPE

Sorokina A.S., Vashkevich O.Y.
Ukrainian State University of Chemical Technology
Dnipro, Ukraine
alenasorokina247@gmail.com

Nowadays, lipstick is one of the most desirable means of decorative cosmetics.

According to DSTU 2472-2006 Lipstick is a decorative cosmetics in the form of lipstick for covering the lips based on a mixture of fat-wax substances and organic and inorganic pigments, fillers, fragrance and active substances, etc.

Lipstick belongs to the category of cosmetic products for which the structure is especially important. A good lipstick should have the following qualities: havinga fairly high melting point (does not melt in the heat in the package and does not spread on the face); being applied easily and evenly on the lips and keeping its shape during long-term storage, i.e., its fluidity should be minimal.

The set of ingredients and their exact proportions determine the necessary structure, color, gloss and persistence. The main and supplementary components can be distinguished in the formulation of lipstick.

Wax is the basis of the lipstickcomposition. Beeswax is usually the main part of the lipstick composition, it consists of esters (about 70% of the composition), the other 30% combine the organic acids and hydrocarbons. One more type of wax used in lipstick composition is carnauba wax. Compared to other waxes, it has the highest melting point which is about 87˚C. That is why carnauba wax doesn't melt in the sun as it has higher melting point than other waxes used in lipstick composition have.

Waxes primarily provide the structure of the lipstick as well as other useful properties – functioning as emulsifiers, helping to bind other ingredients together and providingg loss when applying lipstick.

Another important component of lipstick is oil. The most commonly used is castor oil, which percentage is quite high. Olive and mineral oils are also recommended. Oil gives the lipstick emollient properties. It also makes the lipstick lighter and fosters gloss. In addition, they function as solvents for dyes used in lipstick, or as dispersing agents for other insoluble pigments.

Pigments and dyes are the most important because they give color to the lipstick, they constitute just a small percentage in the composition of the lipstick, though. Pigments are insoluble dyes, and in case lipstick, soluable dyes are called dyes.

Red carmine, also known as carminic acid, is a common red pigment derived from Ararat cochineal. Another component which fosters lipstick the desired color is eosin. Eosin is a dye that actually changes color when applied. When eosin is applied on the lip skin, it reacts with the amino groups of skin proteins and this reaction leads to the activation of color and shift of the maximum absorption to the long-wavelength part of the spectrum.

Moreover, other substances can be added to change the intensity of red color pigments and dyes.For example, Titanium dioxide presence in red dyes in various quantities allows to obtain a spectrum of pink lipstick.

Some other compounds can be added in small amounts to provide moisturizing properties, good adhesion and give a pleasant aroma.

Interestingly, capsaicin (an alkaloid found in various varieties of capsicum), which is largely used as a spice, is used in lipstick. Its presence can functionas a secondary skin irritant, and therefore can lead to the effect of plump lips. Cinnamon extract accelerates blood circulation and lymph movement, cinnamon essential oil stimulates capillaries and improves blood flow, which makes the lips more sensitive and voluminous. Using capsaicin and cinnamon extracts, new generations of plumper lipsticks are developed for the effect of plump lips.

ОДЕРЖАННЯ ОРТОФОСФАТІВ АМОНІЮ НА ОСНОВІ ДООЧИЩЕННОЇ ФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ

Гросу О.К., Василенко К.В., Ніколенко М.В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
пр. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005, Україна,
e-mail: grosy1995@gmail.com

В наш час солі ортофосфорної кислоти широко використовуються в сільському господарстві як джерело фосфору, а також в багатьох галузях промисловості. Для застосування в харчовій та фармацевтичній промисловості до фосфатів пред'являють особливі вимоги не містити токсичні домішки арсену, плюмбуму та d-металів. Потреба в таких фосфатах безперервно зростає і тому становить інтерес розробити в Україні власні технології харчових фосфатів. Класичні технології одержання хімічно чистих фосфатів амонію, лужних і лужноземельних металів базуються на способі нейтралізації розчинів харчової ортофосфорної кислоти або її реактивних марок «чиста» (ч.), «чиста для аналізів» (ч.д.а.) та «хімічно чиста» (х.ч.) відповідними хімічно чистими карбонатами або гідрооксидами лужних або лужноземельних металів з подальшим упарюванням розчинів солей і їх кристалізацією.

Мета нашої роботи полягала в розробці способу доочищення прекурсорів синтезу фосфатів на основі співосадження токсичних мікродомішок, встановленні закономірностей процесів хімічного осадження, кристалізації і термічної обробки фосфатних солей і розробці на їх основі технологічних параметрів одержання високочистих ортофосфатів амонію для їх використання в якості харчових добавок.

Експерименти з одержання хімічно чистих фосфатних солей проводили в два етапи: 1) очистки розчинів екстракційної ортофосфорної кислоти від токсичних домішок d-металів, плюмбуму, арсену та флуору способом співосадження з гідрофосфатом кальцію; 2) процесу вибіркової кристалізації та/або конверсії прекурсору в цільовий продукт.

Слід відмітити, що очищення розчинів ортофосфорної кислоти від токсичних домішок, проводиться одночасною нейтралізацією кислоти аміаком до pH = 8. Наприклад, очищення розчину кислоти з початковою концентрацією 3 моль/кг описується рівнянням:

$$3H_3PO_4+0,15CaCl_2+6NH_4OH=0,15CaHPO_4\downarrow+2,85(NH_4)_2HPO_4+0,3NH_4Cl.$$

При 100°C насичена концентрація NH_4Cl становить 1,38 моль/кг, що в 4,6 разів перевищує її концентрацію 0,3 моль/кг. Якщо випарувати частину розчину, щоб збільшити його концентрацію, наприклад, в 4,5 рази, то концентрація $(NH_4)_2HPO_4$ збільшиться до 2,85 * 4,5 = 12,83 моль/кг. Оскільки насичена концентрація $(NH_4)_2HPO_4$ при 100 °C становить 9,14 моль/кг, то в осад перейде 12,83 - 9,14 = 3,69 молей солі.

Зростання насиченої концентрації NH_4Cl в розчині дозволить продовжити кристалізацію $(NH_4)_2HPO_4$ за рахунок поступового зменшення температури. Розрахунки показали, що в результаті охолодження розчину, наприклад, до 2°C концентрація насиченого розчину $(NH_4)_2HPO_4$ складе 2,25 моль/кг, а NH_4Cl - 2,13 моль/кг. Вихід цільового продукту в осаді складе (12,83 - 2,25) * 100 / 12,83 = 82,5% за умови, що весь хлорид амонію залишається в розчині.

Таким чином, при об'єднанні способів ізотермічної та ізогідричної кристалізації можливо виділити з розчину до 82,5% хімічно чистого гідрофосфату амонію. Для підтвердження цього висновку були проведені експерименти по кристалізації $(NH_4)_2HPO_4$ з розчину складу 2,85 $(NH_4)_2HPO_4$ + 0,3 NH_4Cl.

Реакція з нітратом срібла показала відсутність хлоридів у розчинах промитого невеликими порціями дистильованої води осаду $(NH_4)_2HPO_4$. Рентгенографічні дослідження осаду не показали присутності фази хлориду амонію.

Проведені дослідження показали, що способами ізотермічно-ізогідричної кристалізації і конверсії після доочистки розчину ортофосфорної кислоти з суміші $(NH_4)_2HPO_4$ і NH_4Cl можливо селективно кристалізувати чистий $(NH_4)_2HPO_4$ з виходом 79,5%.

EFFECTIVE BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES BASED ON COMPOSITIONS OF α-TOCOPHERYL ACETATE WITH MICELLAR NANOCARRIERS

Permyakova N.M.[1], Zheltonozhskaya T.B.[1], Klepko V.V.[1], Karpovsky V.I.[2], Postoy R.V.[2], Maksin V.V.[2], Klymchuk D.O.[3]

[1]Department of Polymer Physics, Institute of Macromolecular Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

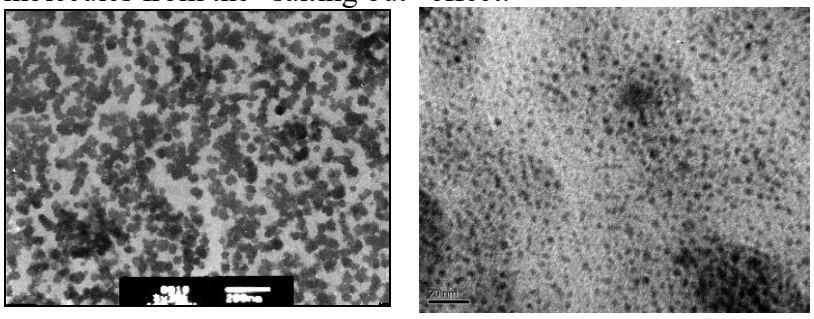
[2]Department of Analytical and Bioinorganic Chemistry and Water Quality, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[3]Laboratory of Electron Microscopy, M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

permyakova@ukr.net

Encapsulation of biologically active substances, such as vitamins and antioxidants, into hydrophilic, biocompatible, and biodegradable nanocarriers is one of the possibilities for creating effective food additives for humans and animals. At the same time, the encapsulation processes make it possible to protect active agents from oxidation and rapid elimination from the body, thereby increasing their effectiveness. There is growing interest in the pharmaceutical and food industries in protecting sensitive fat-soluble vitamins in order to increase their solubility and biological activity in living organisms. Current work is devoted to the development and research of non-toxic micellar nanocarriers based on diblock and triblock copolymers (DBCs and TBCs) with biocompatible and biodegradable polyethylene oxide (PEO) and poly(acrylic acid) (PAAc) blocks for encapsulation and delivery of poorly soluble vitamin E and its analogs, in particular, α-tocopheryl acetate (α-TOCA), in living organisms.

Double hydrophilic DBCs and TBCs, which consist of asymmetric chemically complementary blocks PEO and PAAc, are intramolecular polycomplexes that form special micellar structures of the "cut" and "hairy" types with a complex "core" in aqueous solutions at pH <5. The special structure of DBC and TBC micelles, in particular, the ability of the complex “core” stabilized by a system of hydrogen bonds, to self-adjust during drug encapsulation, pH-sensitivity of micelles turned out to be very effective for encapsulation of poorly soluble vitamin E and its analogs (Fig. 1). The obtained compositions of α-tocopheryl acetate with both types of micellar carriers showed high stability over time in a wide range of pH=3.5-9.0 and in physiological solution. However, in the case of “hairy” micelles, the developed “corona” of longer unbound segments of the polyacrylic acid block provided more reliable protection of the encapsulated drug molecules from the “salting out” effect.



a **b**

Fig. 1. Compositions of α-TOCA with (**a**) “crew-cut” and (**b**) “hairy-type” DBC micelles obtained in aqueous/ethanol solutions by *in situ* encapsulation.

The gradual release of the vitamin E analogue from both micellar nanocarriers into the aqueous and aqueous/salt medium under the action of the concentration gradient of α-tocopheryl acetate has been proved. The rate and efficiency of drug release were determined by the structure, morphology and stability of micellar carriers, as well as by the nature of the environment.

The composition of α-tocopheryl acetate with one of the nanocarriers was tested *in vivo* on a group of sows as a dietary supplement. The positive effect of the micellar form of the drug on metabolic processes in sows, as well as on increasing the productivity of sows, stress resistance and safety of born piglets has been established.

КОЛОЇДНИЙ РОЗЧИН БІОМАСИ ВОДОРОСТІ "DUNALIELLA SALINA"

Авдєєнко А.П.[a], Бакланов О.М.[b], Мєнафова Ю.В.[a], Санталова Г.О.[a], Бакланова Л.В.[b]
[a] Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна,
chimist@dgma.donetsk.ua
[b] Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків, Україна

Водорість "Dunaliella salina" вегетує у соляних озерах та басейнах, містить від 0,8 до 1,1% бета-каротину у перерахунку на суху речовину і є найважливішою сировиною для отримання природного бета-каротину у вигляді розчину в олії та кристалічного [1]. Також водорість "Dunaliella salina" використовується в якості харчових імуноукріплюючих добавок, а її біомаса у вигляді колоїдного розчину для приготування імуноукріплюючих ван [2].

Колоїдний розчин біомаси водорості "Dunaliella salina» отримують шляхом взаємодії між аскорбіновою кислотою, бікарбонатом натрію та суспензією біомаси водорості "Dunaliella salina" у закритій ємності до сталого тиску. При цьому, утворюються аскорбати магнію та натрію і діоксид карбону, який сорбується суспензією водорості. Недоліком класичного способу є недостатній строк зберігання готового продукту, що не перевищує 1 року, тривалість процесу, що займає не менш як дві доби та низька кількість сорбованого суспензією біомаси водорості "Dunaliella salina" діоксиду карбону, що не перевищує 40 % [2].

Нами запропоновано спосіб отримання колоїдного розчину біомаси водорості "Dunaliella salina". Спосіб отримання колоїдного розчину біомаси водорості "Dunaliella salina", що містить морську ропу та біомасу водорості "Dunaliella salina", аскорбат натрію, аскорбінову кислоту та діоксид карбону, у такому співвідношенні компонентів (мас. %): аскорбат натрію 7,2–25,8 аскорбінова кислота 1,2–4,2 біомаса водорості "Dunaliella salina" 4,9–17,7 діоксид карбону 0,36–1,3 морська ропа решта, включає реакцію між аскорбіновою кислотою, дикарбонатом натрію у закритій ємності під дією надвисокочастотного ультразвуку частотою 12–14 ГГц, інтенсивністю 5,0–7,0 Вт/см^2 протягом 16–20 хв.

Процес здійснюють наступним чином. У товстостінний хімічний реактор ємністю 2,0 л вводять 0,5 кг суспензії біомаси водорості "Dunaliella salina", що складається з рідкої фази - 470 г морської ропи густиною 1235 кг/м^3 та твердої - 30 г біомаси водорості "Dunaliella salina", що містить 2,5 г бета-каротину. Це природний продукт. Далі вводять 38,5 г аскорбінової кислоти та 30,5 г бікарбонату натрію. Герметично закривають реактор. і діють на систему надвисокочастотним ультразвуком на протязі 16–20 хвилин. Одержаний таким чином колоїдний розчин біомаси водорості "Dunaliella salina" пастоподібної консистенції є готовою імунодобавкою для імуноукріплюючої кухонної солі та для приготування сольових ванн [2].

За кінцевий строк зберігання готового продукту обирали період часу, що необхідний для втрати 30 % бета-каротину.

Експериментально встановлено, що колоїдний розчин біомаси водорості "Dunaliella salina", отриманий за технологією, що пропонується, має строк зберігання 2 роки, кількість сорбованого двоокису вуглецю складає – 80–85 %, вихід готового продукту – 88–91 %.

Література

1. Авдєєнко А.П., Бакланов О.М., Євграфова Н.І. Спосіб одержання каротину кристалічного з водорості, що вегетує у соляних розсолах. Патент України на корисну модуль № 28830. Опубл. 25.12.2007 р., бюл. № 21/2007.

2. *Ультразвук* в аналитической химии и химической технологи: монография. / А.Н. Бакланов, А.П. Авдеенко, С.А. Коновалова, Л.В. Бакланова. – Краматорск: ДГМА. – 2012. – 332 с. ISBN 978-966-379-603-1

СПОСІБ ОТРИМАННЯ КАРОТИНУ КРИСТАЛІЧНОГО З ВОДОРОСТІ, ЩО ВЕГЕТУЄ У СОЛЯНИХ РОЗСОЛАХ – ВІДХОДАХ ВИРОБНИЦТВА БАСЕЙНОВОЇ КУХОННОЇ СОЛІ

Бакланов О.М.[a], Авдєєнко А.П.[b], Марченко І.Л.[b], Бакланова Л.В.[a]
[a] Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків, Україна
[b] Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна,
chimist@dgma.donetsk.ua

Водорість "Dunaliella salina"("DS"), що вегетує у соляних басейнах містить до 1,1% каротину у перерахунку на суху речовину і є найважливішою сировиною для отримання каротину кристалічного [1].

Раніше нами було запропоновано спосіб отримання каротину кристалічного, що включає руйнування водорості впливом ультразвуку (УЗ) частотою 18–44кГц, інтенсивністю >4 Вт/см^2 на протязі >3хв., співосадження каротину з гідроксидом магнію з інтенсифікацією ультразвуком (УЗ) частотою 18–44кГц, інтенсивністю > 1,5 Вт/см^2 на протязі >30с; зневоднення та екстракцію каротину з одержаного концентрату сумішшю ацетону з петролейним ефіром у співвідношенні 10:1–7:1 при температурі 45–50°С під дією УЗ коливань частотою 18–46 кГц, інтенсивністю від 0,5 до 2,0 Вт/см^2 на протязі >2хв. з подальшою кристалізацією каротину охолодженням до температури від -1 до -5°С при інтенсифікації УЗ частотою 35–46 кГц, інтенсивністю 0,5–1,5 Вт/см^2 на протязі 5–10 с [2]. Однак, даний спосіб не дозволяв отримувати каротин з соляних розсолів, що залишаються після виробництва кухонної солі басейновим способом через високу акустичну міцність підтипу водорості "DS", що вегетує саме у цьому виді розсолів. При цьому, загальний вихід каротину не перевищував 50 % [2].

Для одержання каротину кристалічного з водорості "DS", що вегетує у соляних розсолах – відходах виробництва басейнової кухонної солі нами був запропнований спосіб отримання каротину кристалічного який включає руйнування водорості впливом одночасної дії УЗ частотою 18–100 кГц, інтенсивністю 1,5–2,5 Вт/см^в та ультразвуку частотою 1,0–2,5 МГц, інтенсивністю 2,5–4,0 Вт/см^2 протягом 1–3 хв. Більш висока ефективність одночасної дії УЗ високої і низької частот у порівнянні з використання УЗ низької частоти, пояснюється особливостями утворення і схлопування кавітаційних пухирців при двочастотній дії УЗ при якій переважно (більше 90%) утворюються малих сферичних кавітаційних пухирців, при схлопуванні саме яких і руйнуються білково-вітамінні зв'язки у водорості "DS"[3]. Недоліком способу була технологічна складність процесу, що пов′язана з одночасною дією УЗ двох частот. Однак, при дії надвисокочастотного ультразвуку частотою ≥ 10 ГГц на водні системи також утворюється переважно малі сферичні кавітаційні пухирці, більше 90% [1].

Пропонується новий спосіб отримання каротину кристалічного з розсолів – відходів виробництва басейнової кухонної солі, що включає руйнування водорості дією УЗ частотою 12–14 ГГц, інтенсивністю 14–17 Вт/см^2. При цьому загальний вихід каротину підвищився з 90–92 % до 94–95%, а рівень вторинного шуму зменшився з 98 до 62 Дб.

Література

1. *Ультразвук* в аналитической химии и химической технологи: монография. / А.Н. Бакланов, А.П. Авдеенко, С.А. Коновалова, Л.В. Бакланова. – Краматорск: ДГМА. – 2012. – 332 с. ISBN 978-966-379-603-1

2. Авдєєнко А.П., Бакланов О.М., Євграфова Н.І. Спосіб одержання каротину кристалічного з водорості, що вегетує у соляних розсолах. Патент України на корисну модуль № 28830. Опубл. 25.12.2007 р., бюл. № 21/2007.

3. Авдєєнко А.П., Бакланов О.М. Спосіб одержання каротину кристалічного з водорості, що вегетує у соляних розсолах. Патент України на корисну модуль № 42405. Опубл. 10.07.2009 р., бюл. № 13/2009.

СПЕЦІАЛЬНА КУХОННА СІЛЬ ЗІ ЗНИЖЕНИМ ВМІСТОМ ХЛОРИДУ НАТРІЮ ДЛЯ СХУДНЕННЯ

Бакланов О.М.[a], Авдєєнко А.П.[b], Холмовой Ю.П.[b], Бакланова Л.В.[a]
[a] Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків, Україна
[b] Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна,
chimist@dgma.donetsk.ua

Кухонна сіль є єдиним харчовим продуктом, який вживає більше ніж 90 % населення і кількість якого можливо передбачити з достатньою точністю. За нормами Всесвітньої організації здоров'я людина повинна вживати 5–6 г кухонної солі на день, деякі особи вживають до 10 г кухонної солі на день [1]. Тому, саме через насичення кухонної солі необхідними компонентами відбувається профілактика захворювань, пов′язаних з нестачею йоду, фтору та деяких вітамінів і мінералів [1].

Запропоновано спеціальну кухонну сіль для схуднення і профілактики гіпертензії. Пропонуєма кухонна сіль містить хлорид натрію у вигляді швидкорозчинної лускатої кухонної солі, що завдяки особливій кристалічній структурі має солоність втричі вищу ніж звичайна сіль [2], цитрат магнію, сухе коріння кульбаби, сухе коріння ревеню, сухе насіння льону та сухий чорнослив. При чому, всі компоненти крім лускатої кухонної солі були розтерті до пилоподібного стану, а кількість хлориду натрію складала 30–40 % [1].

Органолептичні дослідження кухонної солі з пониженим вмістом хлориду натрію що проводили методом незрячого контролю за п'ятибальною шкалою [1] показали, що пропонуєма сіль має смак звичайний солоний з легким присмаком та запахом чорносливу, відчувається легкий приємний гіркуватий присмак 4,73–4,88±0,03. Звичайна кухонна сіль має таку солоність за п'ятибальною шкалою в залежності від виду: кам'яна кухонна сіль виробництва ДП «Артемсіль» 4,85±0,03; кухонна сіль «Екстра» 5,00±0,03; басейнова кухонна сіль 4,67±0,03 (відчутний легкий гіркуватий солоний присмак [1]. Таким чином, кухонна сіль, що пропонується, має солоність практично ідентичну солоності звичайної кухонної солі. Тобто людина, для досягнення звичної солоності їжі, буде вживати кухонної солі з пониженою кількістю хлориду натрію таку ж саму кількість, як і звичайної кухонної солі. При цьому, кількість споживаємого хлориду натрію зменшиться практично втричі, що є одним із елементів профілактики гіпертензії.

Попередні дослідження у приватній лікарні на 42 добровольцях, що мають гіпертензію і підвищену на 25–30% від норми вагу тіла, показали наступне. У 35 % добровольців з дослідної групи (21 доброволець) через три місяці вживання кухонної солі з пониженим вмістом хлориду натрію замість звичайної кухонної солі стабілізувалася вага тіла, з них 12 % заявили, що стали почувати себе краще. У 21 добровольця контрольної групи яки вживали звичайну кухонну сіль (при цьому їм казали, що вони вживають спеціальну кухонну сіль) стабілізувалася вага тіла у 25 %, а 7 % стали почувати себе краще. Тобто, крім позитивного ефекту від самої солі є ще і ефект від самонавіювання.

Таким чином, попередні дослідження спеціальної кухонної солі з пониженою кількістю хлориду натрію показали, що позитивний ефект від її вживання є, але і значну роль має чисто психологічний стан людини.

Література

1. Бакланов О.М., Авдєєнко А.П., Чмиленко Ф.О., Бакланова Л.В. Аналітична хімія кухонної солі і розсолів. – Краматорськ: вид-во ДДМА, 2011. – 284 с.

2. Бакланова Л.В., Голоперов І.В., Сінюгіна Г.Д., Бакланов О.М. Спосіб отримання лускатої кухонної солі // Патент України на корисну модуль № 110444, С 01 Д 3/04.- Опубл. 10.10. 2016, бюл. № 19

ОТРИМАННЯ ZN-AL ПОДВІЙНО-ШАРОВИХ ГІДРОКСИДІВ ІНТЕРКАЛЬОВАНИХ ГІПОХЛОРИТОМ НАТРІЮ, ЯК СУХИХ АНТИСЕПТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Борисенко А.Ю., Шевчук Є.О., Тимофєєва С.І., Коваленко В.Л., Коток В.А.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
Дніпро, Україна
E-mail: bag.anastasia@gmail.com

Антисептичні засоби - це будь-які речовини, що мають протимікробну дію і перешкоджають росту мікроорганізмів, зокрема бактерій. Речовини, що викликають загибель мікроорганізмів називають дезінфектантами. У зв'язку із тим, що багато речовин, в залежності від концентрації, температури, часу дії та інших умов мають такі властивості, антисептичні засоби можуть розрізнятися за хімічною будовою, фізико-хімічною активністю та ступенем протимікробної активності.

Ціль роботи - отримання нових твердих біологічно-активних речовин-дезінфектантів, що матимуть пролонговану дію. Для досягнення цієї мети необхідно провести ряд синтезів, для визначення оптимальних умов отримання гіпохлорит-інтеркальованих ПШГ. Визначити вміст активного хлору в отриманих зразках, для доведення можливості антимікробної дії.

У даній роботі запропоновано синтезувати подвійно-шарові гідроксиди при співвідношенні Zn:Al=4:1. Зразки Zn-Al ПШГ із аніонами гіпохлориту були отримані методом синтезу при постійному pH.

Методика синтезу: до стартового розчину із заданим рівнем pH по краплям із однаковою швидкістю градуйованими насосами подаються: розчин солей нітратів цинку та алюмінію і розчин лугу із гіпохлоритом натрію. Синтези зразків проводилися при двох різних рівнях pH (8 та 10) та двох різних температурах (15 та 35 ^{0}C). Рівень pH на протязі усього часу підтримувався за допомогою 0,1 Н розчинів гідроксиду натрію та соляної кислоти.

При вивченні процесу седиментації було виявлено наднизьку швидкість осідання часток отриманого осаду в розчині. За 30 хвилин відстоювання зниження товщини шару осаду склало лише 5,3 % (із 7,5 см до 7,1 см) для зразку, що був отриманий при pH=8 та 35^{0}C. Причому для зразку чистого Zn-Al ПШГ (pH=8 та 40 ^{0}C) зниження товщини шару осаду складає 41,33 %. Найбільший показник зниження товщини шару осаду складає 25 % для зразку отриманого при pH=10 та температурі 35 ^{0}C. Відповідний показник для чистого Zn-Al ПШГ (pH=10, температура 60 ^{0}C) - 85,83 %.

Наступним етапом роботи була підготовка отриманих осадів до подальшого вивчення. Осади просушувалися у сушильний шафі протягом декількох діб, подрібнювалися в агатовій ступці, та промивалися водою, для видалення залишків водорозчинних солей. Очищений осад знову просушувався і подрібнювався.

Для визначення вмісту активного хлору в отриманих зразках проводилося йодометричне титрування. Наважку, попередньо очищеного від залишків водорозчинних солей та висушеного осаду, розчиняли у 10 мл сірчаної кислоти (10 %), приливали дистильовану воду та додавали наважку йодиду калію (1 г). Отриману суміш залишали на 5 хвилин у темному місці, а потім титрували 0,005 М розчином тіосульфату натрію.

Титрування проводилося одразу після отримання оброблених зразків та через 4 місяці. Згідно із результатами титрування, було визначено, що вміст активного хлору у зразках із часом зменшився. Найбільший початковий вміст хлору демонструють зразки отримані при pH=8: 0,68 % (для 35 ^{0}C) та 0,59 % (для 15 ^{0}C). Після другого титрування вміст складає відповідно 0,30 % та 0,18 %. Таким чином можна зробити попередній висновок, що отриманий при вищій температурі зразок може зберігатися довше, також це вказує на повільне вивільнення активного компоненту при поступовому розкладанні.

ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРННЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН В КОСМЕТИЧНІЙ ПРОДУКЦІЇ

Волнянська О.В., Мироняк М.О., Лабяк О.В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
Дніпро, Україна
e-mail: olena.volnianskia@ukr.net

На сьогоднішній день поверхнево-активні речовини (ПАР) набули надзвичайно широкого застосування як в повсякденному житті людини, так і в різних галузях народного господарства. Вони широко використовуються в якості стабілізаторів емульсій, диспергаторів, солюбілізаторів, основ миючих засобів та ін. Бактерицидні властивості ПАР знаходять своє застосування у виробництві фармацевтичних препаратів, різних косметичних та дезинфікуючих засобів.

Серед відомих методів визначення ПАР – потенціометричні, спектрофотометричні, хроматографічні, проте деякі з них відзначаються складністю та довготривалістю етапів пробопідготовки, використанням токсичних і органічних розчинників, багатостадійністю аналізу, потребою дорогої апаратури. Для розв'язання цієї проблеми перспективним є потенціометричний метод аналізу, який поєднує в собі чутливість і доступність, має хороші експлуатаційні та метрологічні характеристики.

Визначення ПАР, зокрема кокамідопропілбетаїну, полісорбату-20, етонію в косметичній продукції потенціометричними сенсорами в літературі не описані. Тому метою нашої роботи було розроблення методик кількісного визначення перелічених ПАР методом прямої потенціометрії з використанням мембранних сенсорів, що будуть відрізнятися достатніми аналітичними та метрологічними параметрами (експресністю, чутливістю, селективністю), простотою та невисокою вартістю обладнання.

Встановлено, що в результаті взаємодії кокамідопропілбетаїну, полісорбату-20, етонію з 12-молібдофосфатною кислотою утворюються малорозчинні сполуки складу $(КПБ)_3(PMo_{12}O_{40})_2$, $(PS\text{-}Ba)_3(PMo_{12}O_{40})_2$, $(Ет)_3(PMo_{12}O_{40})_2$, які були використані як електродно-активні речовини (ЕАР). На основі цих ЕАР були підготовлені полівінілхлоридні плівки для їх використання в якості мембран. Експериментально було визначено оптимальні умови та електродні характеристики потенціометричних сенсорів.

Отримані результати дозволили застосувати розроблені сенсорні електроди для потенціометричного визначення кокамідопропілбетаїну, полісорбату-20, етонію в зразках косметичних засобів (зубна паста Paradontax, емульсійний косметичний засіб для демакіяжу, косметичний крем «Етоній»), які наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати визначення ПАР в зразках косметичних засобів методом прямої потенціометрії (n=5, P=0,95)

Промисловий зразок	ПАР	Знайдено ПАР (x±δ), %	S_r
Зубна паста Paradontax	Кокамідопропілбетаїн	3,42±0,03	0,02
Емульсійний косметичний засіб для демакіяжу	Полісорбат-20	5,50±0,99	0,11
Косметичний крем «Етоній»	Етоній	9,76±0,09	0,010

Таким чином, отримані експериментальні дані підтверджують правильність результатів потенціометричного визначення вмісту ПАР в косметичних засобах та відсутність систематичної помилки. Розроблені методики не потребують складної пробопідготовки, час виконання аналізу скдадає 5-10 хв.

DEVELOPMENT OF BALSAM FORMULATIONS FOR DAMAGED HAIR

Dudnik E.V., Manzyuk M.V., Avdienko T.M.
State Higher Educational Institution "Ukrainian State Chemical Technological University"
Dnipro, Ukraine
e-mail: elviradudnik00@gmail.com

In the realities of the present every woman dreams of healthy and beautiful hair. But there are many reasons why hair loses its strength and beauty. First of all, it is unfavorable environmental factors, chemical waves, painting, use of varnishes, gels, unbalanced nutrition, stress, and all it leaves its imprint on health health. Hair is damaged, becomes frightened and weak, loses its gloss. Currently, there are many hair care products: rinseers, air conditioners, balms and masks that differ in their properties, cosmetic effect and hair holding on hair.

Hair balm is a cosmetic tool that improves the state of hair by restoring the structure of the hair and the power of the roots, reveals an antistatic effect and contributes to light dissipation. Restores hair structure, filling out open scales and closing them for further protection. As a result, the hair balm becomes brilliant, healthy and strong. Hair balms are classified as dependent: from the length of hair, from the form of release, from the action and from the state of hair.

A number of biologically active substances such as:

– black cumin oil - rich in fatty acids omega-3 and omega-6 (strengthen hair), phytosterols (struggling with gray hair), vitamins A and E (provide smoothness of hair, return elasticity and strength) and bioflavonoids of apigenin. exhibits tonic effect, activates hair growth, stimulates blood supply to the scalp, prevents hair loss);

– almond oil - exhibits mitigating, nutritious and protective effect on skin and hair, one of the most powerful natural growth stimulants and strengthening hair;

– jojoba oil - contributes to the purification of the scalp and normalizes the growth and development of hair follicles;

– keratin hydrolyzate - promotes strengthening, prevents falling, improves appearance, stimulates hair growth;

– a complex of vitamins AEF - vitamin A stimulates the restoration of the hair structure, provides protection from free radicals, vitamin E helps to handle the skin of the head, vitamin F strengthens hair;

– essential lemon oil - is a complex of useful substances that together help fight the high hair, with falling and magnifying glass.

As cationic surfactants, cetramonium chloride and behentrimonium chloride were selected. As a structure-forming agent, glycerol monostearate and ceteearyl alcohol were selected, as an emulsifier - ceteereth-20.

10 experimental formulations were developed to determine the rational composition of the hair balm. Changed the contents of structural formers. Formulations having a ratio of glycerol monostearate to ceteearl alcohol - 1:1 - sample number 6 and 1:2 - sample number 10 have the best consistency. Since samples are made with the addition of emulsifier, they have the best appearance, pleasant shine.

According to the results of profile analysis: the appearance of samples are identical, having a pleasant yellowish color and attractive shine; Due to the greater consistency of the sample number 10, it is better distributed by hair, so it is more moistened, it is better combating and has a better appearance than when using the sample number 6.

Thus, in the developed balsam formulation for damaged hair, a rational ratio of structuring agencies that work synergistically and form the desired consistency are selected. Quality control is carried out in accordance with the requirements of normative documentation.

This recipe is recommended to use as a careful remedy for damaged hair.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ЕКСТРАКТИВНИХ РЕЧОВИН У КАЛУСНІЙ БІОМАСІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

Загородня Д.С., Петріна Р.О., Хом'як С.В., Князєва К.С.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
romanna.o.petrina@lpnu.ua

Нині лікарські рослини використовуються в різноманітних косметичних, фармацевтичних та гігієнічних засобах. Це призводить до зменшення популяції видів у природі через нерозбірливий збір рослин та надмірне використання. Для збереження біорізноманіття рослин пропонується отримувати біомасу за допомогою сучасного біотехнологічного методу культури тканин. Метод полягає у вирощуванні *in vitro* клітин, окремих клітинних структур, тканин, частин і органів рослин у стерильних умовах на твердому або рідкому живильному середовищі. Одержана калусна біомаса рослин містить первинні та вторинні метаболіти, які продукуються в процесі росту та такі ж як і в нативній рослині з природної популяції. Первинні метаболіти – це низькомолекулярні сполуки, які необхідні організму для росту і розвитку, наприклад амінокислоти, органічні кислоти, нуклеотиди. Вторинні метаболіти - це фенольні сполуки, флавоноїди, терпеноїди, алкалоїди, гормони росту тощо.

Застосування методу культури тканин *in vitro* має безліч переваг, а саме ріст біомаси регулюється завдяки зміні температури, освітлення, якісного та кількісного складу регуляторів росту в середовищі, також не залежить від пори року та умов навколишнього середовища, крім того не знищуються рослини в природі. Саме тому доцільно використовувати цей метод для дослідження вмісту екстрактивних речовин у біомасі рослин, які використовуються для потреб фармацевтичної, косметичної та харчової промисловості.

Метою цього дослідження було одержати калусну біомасу рослин *Calendula officinalis, Origani vulgaris, Helichrysum arenarium*, оцінити оптимізацію її виходу та провести аналіз на вміст загальних екстрактивних речовин у порівнянні з нативними рослинами.

Для одержання калусної біомаси рослин підібрано модифіковане середовище Мурасиге-Скуга (МС) з регуляторами росту нафтилоцтовою (НОК), індолілоцтовою (ІОК) кислотами та кінетином (К). У результаті досліджень встановлено оптимальну температуру 25±1ºС, освітлення 2000 лк, фотоперіод 16/8 і кількість та співвідношення регуляторів росту індивідуально для кожної з рослин *Calendula officinalis, Origanum vulgare* та *Helichrysum arenarium*. Оптимальна калусна біомаса *Calendula officinalis* 15,8±0,30 г/л сухої маси (168,5±0,20 г/л вологої маси) була одержана на модифікованому середовищі МС з 3,0 мг/л НОК, 0,3 мг/л ІОК та 0,5 мг/л К, біомаса *Origanum vulgare* 12,6±0,20 г/л сухої маси (152,5±0,10 г/л вологої маси) була одержана на модифікованому середовищі МС з 1,0 мг/л НОК, 1,0 мг/л ІОК та 0,5 мг/л К, біомаса *Helichrysum arenarium* 9,2±0,20 г/л сухої маси (142,3±0,50 г/л вологої маси) була одержана на модифікованому середовищі МС з 2,0 мг/л НОК, 1,3 мг/л ІОК та 0,1 мг/л К. Проведено екстракцію калусної біомаси методом перколяції протягом двох, чотирьох та шести годин з попереднім настоюванням протягом однієї години. Визначення екстрактивних речовин проведено згідно стандартних методик. Загальний вміст екстрактивних речовин був у калусній біомасі *Helichrysum arenarium* та трохи менше у калусній біомасі *Calendula officinalis* (40,84% та 39,12% відповідно), а найменший вихід у *Origanum vulgare* (30,54%). Також визначено ступінь виснаження біомаси, який не відрізняється в екстракті, отриманому протягом 4 та 6 годин та несуттєво вищий, ніж при екстрагуванні протягом 2 годин.

Визначено оптимальні умови проведення культивування в умовах *in vitro*, проведено екстрагування та визначено загальний вміст екстрактивних речовин і ступінь виснаження. Отже, калусна біомаса досліджуваних рослин має перспективи до використання як сировина для розроблення косметичних, фармацевтичних та гігієнічних засобів.

МОДИФІКУВАННННЯ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ ІОНАМИ ТА НУЛЬ-ВАЛЕНТНИМ СРІБЛОМ ДЛЯ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В КОСМЕТОЛОГІЇ

[1] Знак З.О., [1] Пиріг М.А., [2] Жук Т.В., [1] Зінь О.І.
[1]Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна,
zenovii.o.znak@lpnu.ua
[2]ТОВ «АКС Мінерал»

Природним цеолітам притаманні властивості, які зумовлюють їх дедалі ширше застосування в найрізноманітніших галузях промисловості та сферах життя, зокрема в медицині та косметології. У косметології його застосовують для виготовлення скрабів, вітамінно-мінеральних комплексів тощо. Модифікування клиноптилоліту іонами цинку, селену, срібла значно підвищують ефективність його дії. Наприклад, іони та/або частинки срібла забезпечують його антимікробну дію. Для застосування цеоліту в тих чи інших препаратах необхідно контролювати вміст срібла. При цьому необхідно зберігати або, навіть підвищувати сорбційну здатність та м'які абразивні властивості клиноптилоліту.

Метою роботи: дослідження процесу модифікування попередньо хімічно активованого клиноптилоліту іонами срібла та вивченні властивостей отриманого продукту. Дослідження виконували із використанням природного клиноптилоліту Сокирницького родовища фракції менше 0,063 мм. Цеоліт попередньо хімічно активували 0,1 N розчинами сульфатної або хлоридної кислот, натрію гідрокисиду та амонію хлориду. Вміст іонів срібла та катіонів, що присутні у вихідному клиноптилоліті, визначали за зміною концентрації іонів Ag^+ у розчині та методом скануючої електронної мікроскопії (СЕМ).

Встановлено, що попередня активація цеоліту розчинами H_2SO_4, HCl, NH_4Cl, NaOH дає змогу збільшити вміст іонів срібла до 59,2; 59,5; 49,1 та 71,3 мг/г відповідно порівняно із 28,1 для вихідного клиноптилоліту. При цьому значно зростала початкова швидкість сорбції іонів Ag^+, яка для вказаних реагентів становила $7{,}50\cdot10^{-6}$; $7{,}65\cdot10^{-6}$; $6{,}12\cdot10^{-6}$ та $9{,}46\cdot10^{-6}$ моль/с·г за $2{,}16\cdot10^{-6}$ – для нативної форми цеоліту. В активованих зразках клиноптилоліту ступінь величина сорбційної ємності в межах 85…90 % від максимальної досягалась всього впродовж 1,5…2 хв, тоді як для неактивованого – не менше 30 хв.

Аналіз отриманих зразків цеоліту методом СЕМ показав, що поряд із іонами аргентуму, модифікований клиноптилоліт містить також іони K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+},які були присутні у вихідному зразку. Практично повна відсутність іонів Na^+ та суттєве зменшення вмісту іонів K^+ свідчить про їх заміщення іонами Ag^+, тобто мав місце іонний обмін. Однак загальна кількість еквівалентів іонів Ag^+ більша, ніж кількість еквівалентів катіонів цеоліту, які були заміщені. Це означає, що частина іонів Ag^+ сорбована клиноптилолітом у вигляді його солі – нітрату, яку використовували для модифікування.

Найбільший вміст іонів аргентуму досягався у разі використання розчину натрію гідрокисду. Можна припустити, що одночасно із заміщенням іонів K^+, Ca^{2+} і Mg^{2+} відбувається часткове деалюмінування каркасу цеоліту, що спричиняє збільшення його сорбційної здатності.

Відновленням іонів Ag^+ розчинами аскорбінової кислоти або гідразин-гідрату досягнуто осадження на поверхнях клиноптилоліту високодисперсних частинок срібла, що підтверджено методом сканувальної електронної мікроскопії. Вміст срібла на поверхні закономірно залежав від умов активування (вид реагенту) та модифікування (концентрація $AgNO_3$, температура тощо). Морфологія частинок срібла у разі використання як відновників аскорбінової кислоти та гідразину, за всіх інших однакових умов, відрізнялась: у першому випадку їх дисперсність була вищою. Встановлено, що наявність частинок срібла на хімічно активованому клиноптилоліті практично не впливає на його сорбційну здатність.

ЛАВАНДА ВУЗЬКОЛИСТА (*LAVANDULA ANGUSTIFOIA*) ТА РОЗМАРИН ЛІКАРСЬКИЙ (*ROSMARINUS OFFICINALIS*) В СКЛАДІ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Киричук А. О. , Стадницька Н.Є., Лубенець В.І.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
anastasiia.kyrychuk.fr.2018@lpnu.ua

Протягом усього нашого життя відбуваються певні зміни із шкірним покривом. В першу чергу організм виробляє менше зволожуючих шкіру жирів, а також повільніше відновлюються клітини. Вирішити цю проблему можна, змінивши методи й засоби для догляду за шкірою, щоб вони підходили для певного віку та необхідного типу шкіри. Однією із ефективних та зручних у використанні форм засобів по догляду за шкірою є лосьйони. Залежно від призначення вони поділяють на дві групи: гігієнічні (в тому числі депігментуючі) та лікувально профілактичні лосьйони. Косметичні лосьйони гігієнічного призначення найчастіше застосовують для очищення шкіри від забруднень, секрету потових і сальних залоз, пилу, клітин епідермісу, які відділилися. Такі лосьйони проявляють тонізуючу дію, можуть володіти дезодоруючими, відбілюючими та іншими властивостями. Лікувально-профілактичні лосьйони разом з тонізуючим та очищаючим ефектами проявляють протизапальні, ранозагоювальні, бактерицидні, антисептичні властивості, для цього в їх склад вводять лікарські речовини природного та синтетичного походження. Часто таких ефектів досягають при введенні до складу лосьйонів лікарської рослинної сировини.

Ефективність засобів з природної сировини для догляду за шкірою доведено багатовіковим досвідом використання в народі. В косметологічній практиці популярними є лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifoia*) та розмарин лікарський (*Rosmarinus officinalis*) – вічнозелені рослини родини губоцвітих, які використовуються в складі рецептур багатьма виробниками в різних країнах світу. Усі частини лаванди вузьколистої містять ефірну олію (стебла – 0,19 % , листки – 0,37 %, суцвіття – 0,8–1,2%), до складу якої входять ліналоол і його складні ефіри з різними кислотами, кумарини, герніарин, урсолова кислота, дубильні речовини. Екстракт лаванди тонізує, підтягує, зменшує подразнення і лущення, прискорює обмінні процеси у клітинах, покращує мікроциркуляцію крові, підвищуючи пружність епідермісу, заспокоює шкіру, позбавляє від акне і вугрової висипки, позбавляє від жирного блиску і робить шкіру матовою. Листя розмаринулікарського містить до 2,5 % ефірної олії, 0,5 % суми алкалоїдів (у тому числі розмарицин), гіркоту пікросальвін (1,2 %, дубильні речовини (5–8 %), флавони, β-ситостерин, амірин, бетулін, холін, смолисті речовини, віск, нікотинамід, нікотинову, урсолову, розмаринову, гліколеву і кавову кислоти та мінеральні речовини (до 10%). У складі ефірної олії є пінени (30%), камфен (20%), цинеол (10 %), борнеол (10–17 %), камфора (7 %), каріофілен (до 8 %), борнілацетат (2 %), лимонен, мірцен, пулегон, ментон, ізоментон, цимол, терпінеол, ментол та інші речовини. В косметології розмарин використовують у вигляді екстракту і ефірної олії. Завдяки яскраво вираженій антиоксидантній дії екстракт розмарину допомагає попередити передчасне старіння і фотопошкодження шкіри: утворення зморшок, сухість, пігментацію. Розмарин здатний регулювати вироблення себуму (шкірного сала), пригнічувати запалення і розвиток мікробів.

Для косметологічних цілей використовують ефірну олію розмарину та лаванди, які мають тонізуючий та аромотерапевтичний ефекти. Вони входять до складу масок (Маска для проблемної шкіри Розмарин-Лаванда; Elemis, Великобританія), кремів (Рідкий крем для тіла з розмарином і лавандою; Argital, Італія), мила (Зелена аптека. Мило косметичне. Лаванда і розмарин; Зелена аптека, Україна). Олії цих рослин застосовують у чистому вигляді для догляду за обличчям та волоссям (Розмарин & Лаванда - Зміцнювальна олія для волосся; Iossi, Польща) та для SPA-процедур для аромотерапії (Ефірна олія для лазні та сауни «Розмарин-Лаванда»; Ароматика, Україна).

Одержані дані свідчать про доцільність дослідити сумісну дію екстрактів лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifoia*) та розмарину лікарського (*Rosmarinus officinalis)*для розробки косметичного лосьйону по догляду за шкірою.

РОЗРОБЛЕННЯ СКЛАДУ РІДКОГО ТУАЛЕТНОГО МИЛА З М'ЯКОЮ МИЮЧОЮ ДІЄЮ

Куник О.М., Сарібєкова Д.Г., Біляєв В.І.
Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна
kulish.aleksa@gmail.com

Склад сучасного рідкого туалетного мила характеризується вмістом доволі агресивних аніонактивних ПАР, при частому застосуванні котрих виникає сухість шкірного покриву рук, роздратування та лущення.

Мета роботи полягала у розробленні складу рідкого туалетного мила з м'якою миючою дією на основі суміші аніонактивних та амфотерних ПАР.

У якості об'єкта дослідження було обрано базовий зразок рідкого туалетного мила (рецептура ПП «Інтерсклад», м. Херсон). Для пом'якшення миючої дії рідкого мила у роботі запропоновано зменшення концентрації аніонактивних ПАР шляхом заміни лауретсульфату натрію на його більш м'яке та водночас більш ефективне похідне – лауретсульфосукцинат динатрію. Також покращення органолептичних характеристик мила запропоновано шляхом введення до складу мила амфотерних ПАР з м'якою миючою дією – амфоацетату натрію мигдалю солодкого, амфоацетату натрію какао, амфоацетату натрію виноградних кісточок (табл. 1).

Таблиця 1. Рецептура досліджуваних зразків рідкого мила

Компонент	Вміст, %	
	Базова	Запропонована
Лауретсульфат натрію	7,0	–
Кокамід ДЕА	5,0	–
Натрій амфоацетат виноградних кісточок	–	2,0
Натрій амфоацетат какао	–	2,0
Натрій амфоацетат мигдалю солодкого	–	2,0
Лауретсульфосукцинат динатрію	–	5,0
Кокамідопропілбетаїн (45%)	–	1,0
Трилон Б	0,03	
Гліцерин	0,2	
Хлорид натрію	3,5	
Лимонна кислота	До pH 5,8 – 5,9	
Замутнювач	0,2	
Консервант	0,05	
Віддушка	0,1	
Дистильована вода	До 100,0	

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків мила наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків мила

Назва показника	Дослідна рецептура	
	Базова	Запропонована
Водневий показник (pH)	5,8 – 5,9	
Масова частка ПАР, %	12,0	12,0
Масова частка хлоридів, %	3,5	
Піноутворювальна здатність: пінне число/стійкість піни	180/0,89	250/0,96

Аналіз табл. 2 свідчить, що зразок мила за запропонованою дослідною рецептурою має кращу піноутворювальну здатність. М'яка миюча дія мила була підтверджена дослідженням водно-жирового балансу шкіри рук (тестер Skin Detector SG-5E).

AREAS OF DIUDOUS NETTLE (URTICA DIOICA) USE IN COSMETOLOGY

Yurii Semenchuk[a], Nataliya Stadnytska[a], Kateryna Kaplya[a], Natalija Monka[a], Natalina Makieieva[b], Teobald Kupka[b] , Vira Lubenets[a]
[a]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
[b]University of Opole, Opole, Poland
nataliia.y.stadnytska@lpnu.ua

The desire of people to remain beautiful and young existed during the times of ancient Greece and Rome. Even then, people invented many ways that, as a result, helped them in the care of their appearance, correction of acquired and congenital defects. Cosmetic means have already gained immense popularity among people and with each century of knowledge, and all sorts of ways have improved and had appropriate results.

Nowadays, caring for the health of your body and body as a whole has reached great heights. The idea of a good and healthy look nowadays haunts every second passerby. This affects the development and demand of cosmetology not only as a science, but also an effective method in achieving the idea, because the possibilities of modern cosmetology have no boundaries and are able to help us not only preserve youth and beauty, but also give us the desired physical and mental balance and health.

People paid attention to the beneficial properties of nettles for a long time, but the popularity of this plant does not decrease today. Young leaves are used in cosmetology, dermatology, gynecology and many other medical fields. In the cosmetology, the nettle was adopted in order to make beautiful and healthy hair and facial skin. In our latitudes you can find two species - nettle burning and edema. It is the latter that is considered the most useful. Dicotyledon nettle contains resins and tannins, mucus, lecithin, glycosides, which has the properties of skin stimulus, enzymes (oxidase, peroxidase and chlorophyllase), formic and silica acids, mineral salts (15-19%), which contain silica, iron, potassium and calcium, reducing sugars and carotene (10 mg%), ascorbic acid (0.1-0.2 mg%), vitamin K (about 400 biological units in 1 g), sitosterol, xantophilus, chlorophyll (5-7%). Histamine and acetylcholine are present in the stinging hairs of the plant. The leaves of diode nettle contain urtycin glycoside, tannins (more than 2%), carotenoids (carotene, xanthophile, xanthophilepoxide, cellosanthin), chlorophyll (up to 5%), vitamins C, B_2, B_3, organic acids, micro and macro elements (silicon, iron - 41 mg%, copper - 1.3 mg%, manganese - 8.2 mg%, boron - 4.3 mg%, titanium - 2.7 mg%, nickel - 0.0%). In addition, in fresh leaves there is a significant amount of vitamin K_1, which, when drying raw materials, decomposes. In the roots of nettles there are tannins and vitamin C; in seeds - oily liquid (16-33%), the main component of which is linoleic acid (73.6%).

Nettle leaves, like other components of the plant, have antiseptic and antibacterial properties. With the help of juice or an herbal tea extract based on it, hair loss prevention is supported, as well as treatment of seborrhea. Vitamins and minerals from the leaves of nettles help to improve hair growth and contribute to the renewal of scalp cells. For cosmetic purposes, nettle powder and nettle leaf extract are used, which strengthen hair follicles, inhibit hair loss and stimulate hair growth, also tone and narrow the pores of the skin, recommended for acne. They are part of such products as (lotions) Herbaria - Banfi - Lotion with nettle extract, Face lotion with nettle and calendula Clean it of Mr. SCRUBBER, Cosmetic SEVS (Sevs), Antisyvin against gray hair with natural nettle extract 200 ml, hydrolattes (Nettle Hydrolatt), shampoos (Hard Shampoo "Nettle") and other cosmetics. In conclusion, the presented data above indicate the beneficial properties of diuded nettle (Urtica dioica) and the feasibility of developing new cosmetic products with its content, mainly as beneficial product for skin and hair care.

ANALYSIS OF STARCH AND ITS DERIVATIVES BY CHROMATOGRAPHIC METHOD

Myrhorodska-Terentieva V.D.,Avdienko T.M., Nikolenko M.V.
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine
mirgorodskaya.viktoria@gmail.com

Today in various industries there is an abundance of product choices for consumers. For this in various industries, a variety of food additives are used: preservatives, dyes, flavorings, emulsifiers, antioxidants, andothers. Additives that regulate the consistency of products are widely used, namely, a group of gelling agents, stabilizers and thickeners, which include products of destruction and modification of native starches. One of the most common uses is dextrin.

Dextrin (E1400) is a polysaccharide obtained by heat treatment of various types of native starch.

Starch is a polymer of glucose, which is formed in plants and is their main reserve carbohydrate. Amylose is a long unbranched chain that contains 100-2000 α-D-glucopyronase residues connected by α- (1 → 4) –glucosidic bonds. The molecular weight of amylose, depending on the origin of starch, ranges from $10^5 – 10^6$. And amylopectin, in contrast to amylose, consists of many short and branched polyglucoside chains, each of which consists on average of 17 to 26 α – D – glucopyronase residues. Depending on the origin of the starch, the molecular weight of amylopectin ranges from$10^7 – 10^8$. That is, we have moving and immovable parts. Therefore, we can use chromatographic analysis to study the obtained starch samples. This analysis will determine the qualitative changes in the structure of the granule after changes in the properties of native starch and obtaining a new type of starch.

We chose thin layer chromatography to study the changes in the properties of native starch after modification. Because it is chromatography carried out in a layer of sorbent deposited on a certain substrate. The separation of the mixture is based on different velocities of its components in a thin layer of sorbent (silicagel, alumina, etc.) with the gradual movement of the eluent along it. Different components traveldifferent distances on the surface. Multiple elution in one or in perpendicular directions is also used. The characteristic of the substance in this type of chromatography is the value of Rf, which is the ratio of the distance between the start and the center of the spot of the substance to the distance between the start and the front of the solvent. For research it is necessary to put a drop of a solution on a thin plate covered with a sorbent. The lower edge of the plate is immersed in the eluent. Due to capillary forces begins the movement of liquid on the plate, the analys is of which allows to determine the composition of the mixture. With proper preparation of the mobile and stationary phases and a small sample volume, each component of the reagent moves at its own speed, forming a "spot" on the surface of the plate.

During the experiment we found that depending on the type of native starch and the conditions of obtaining modified starch, it is necessary to choose "your" eluent, as dextrins have different properties from each other. And this proves that depending on the production temperature, the type of catalyst, the properties of dextrins change.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ КОСМЕТИЧНОГО КРЕМУ З ЕКСТРАКТОМ БІОМАСИ *CALENDULA OFFICINALIS* L.

Петріна Р.О., Федорова О.В., Гавриляк В.В.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
romanna.o.petrina@lpnu.ua

Calendula officinalis L. та її екстракти мають протизапальні, ранозагоювальні та антибактеріальні властивості та використовуються в косметології для чутливої або подразненої шкіри. Лікувальні властивості календули обумовлені наявністю в сировині комплексу біологічно активних речовин, а саме каротиноїдів, флавоноїдів, тритерпенових сапонінів і цілого ряду супутніх речовин. Зростаюча популярність натуральної косметики потребує розширення ринку косметичних кремів на основі екстрактів рослин. А застосування біотехнологічного методу культури тканин *in vitro* відкриває перспективу одержання біомаси *Calendula officinalis* L. протягом року в необмеженій кількості.

Використання екстракту біомаси *Calendula officinalis* є далекосяжним напрямом у космецевтиці, оскільки рослинна сировина на даний час є актуальною у Європі та світі. Біомаса є нешкідливою, ефективною, має низьку токсичність та проявляє ряд фармакологічних властивостей.

Метою роботи було одержання біомаси *Calendula officinalis* в культурі *in vitro,* одержання водно-етанольного екстракту та розроблення технології одержання косметичного крему з ранозагоювальними та антибактеріальними властивостями.

Біомасу *Calendula officinalis* одержано методом культури тканин в умовах *in vitro* в модифікованому середовищі Мурасиге-Скуга при температурі 25±1ºС, освітленні 2000 лк, фотоперіоді 16/8 протягом 30-40 діб. Методом настоювання протягом 7 діб у співвідношенні біомаса/екстрагент – 1:10 за кімнатної температури у темряві отримано водно-етанольний екстракт. Ідентифікацію загального вмісту фенольних сполук проведено спектрофотометричним методом з використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу у перерахунку на галову кислоту. Для аналізу суми флавоноїдів в одержаному екстракті застосовували також спектрофотометричний метод з використанням хлориду алюмінію.

Одержані показники вмісту фенольних сполук та флавоноїдів у екстрактах калусної біомаси *Calendula officinalis* L. є більшими, ніж у екстрактах інтактної рослини приблизно на 90%. Відтак переваги застосовування методу культури тканин є очевидні. Крім того, калусна біомаса *Calendula officinalis* L. є екологічно чистою, не забрудненою хімічними добривами, пестицидами, гербіцидами тощо. Тому одержану калусну біомасу *Calendula officinalis* L. та її екстракт було використано для розроблення технології одержання косметичних кремів.

Одержаний екстракт біомаси *Calendula officinalis* L. висушено та стандартизовано. Додано усі необхідні компоненти, а саме гліцерин, ланолін, масло жолоба та вітамін Е. Отримано світло-жовтий крем з гарною консистенцією та приємним запахом. Визначено основні фізико-хімічні характеристики експериментальних зразків емульсійниї основи. Одержаний крем є термостабільний, колоїдностабільний, має pH 7,4, кремоподібну консистенцію, легко наноситься, добре розповсюджується, всмоктується, є повністю натуральним та придатним для використання.

Отже, в лабораторних умовах отримано калусну біомасу та екстракти *Calendula officinalis* L., підібрані інгредієнти для одержання косметичного крему та створено рецепт. Розроблено технологію одержання косметичного крему з екстрактом біомаси *Calendula officinalis* L. Одержаний продукт дозволить розширити перелік косметичних засобів з використанням економічно та екологічно покращеної сировини.

ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАЛІЙ ТИТАНАТУ ЩОДО МЕТИЛЕНОВОГО СИНЬОГО

[а] Писаренко С.В., [б] Камінський О.М., [а] Чигиринець О.Е., [а] Черненко В.Ю.
[а] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна snezhunka1107@gmail.com
[б] Житомирський державний університет імені Івана Франка, м.Житомир, Україна

На даному етапі розвитку промисловості не можливо уявити без кольорового різноманіття готових виробів. Яскравість кольорів штучних барвників не лише приваблює покупців, але й може завдати значної шкоди живим організмам водойм, ґрунтів та повітря. Існує достатньо велика кількість способів очистки навколишнього середовища від барвників, принцип роботи яких ґрунтується фізико-хімічних процесах.

Фотокаталіз – однин з перспективних методів очистки водойм та ґрунтів від барвників, переваги якого полягають у можливості організації швидкого та ефективного технологічного процесу з відносно невеликими витратами. Одним із розповсюджених сполук, які широко використовуються в якості фотокаталізатора, є сполуки титану.

Для вивчення фотокаталітичних властивостей сполук титану щодо метиленового синього використовували калій титанат, одержаний шляхом сплавляння ільменіту з калій гідроксидом при мольному співвідношенні 1:2. Одержаний після сплавляння плав очищували від непрореагованих домішок та побічних продуктів реакції.

Фотокаталітичну активність K_2TiO_3 щодо метиленового синього визначали за допомогою серії водних розчинів барвника в діапазоні концентрацій 2 -10 mg/L. Фотокаталіз проводили з використанням УФ лампи потужністю 40 W при постійному перемішуванні (маса каталізатора – 5 мг, об'єм розчину барвника 20 мл). Концентрацію до та після фотокалізу встановлювали на фотоколориметрі КФК-2 (λ = 670 *нм; l* = 1,0 *см*).

На рис.1 зображено криві фотокаталізу барвника поверхнею TiO_2 та K_2TiO_3.

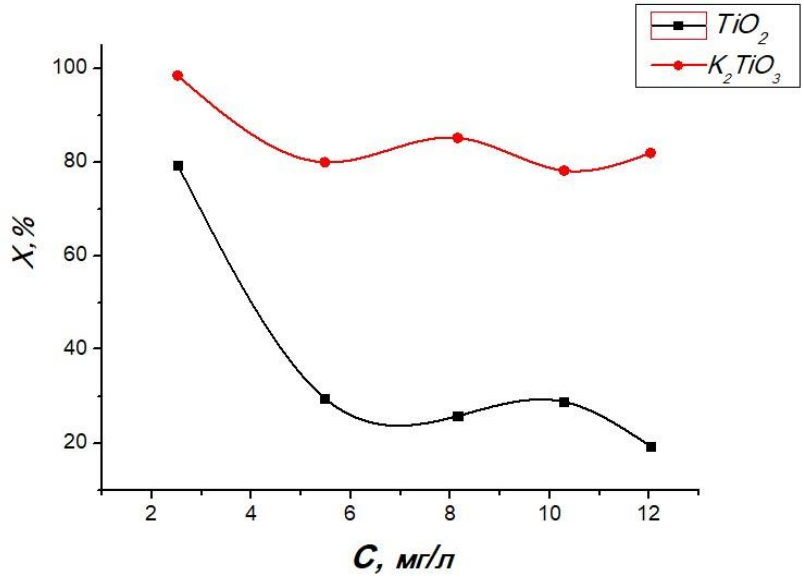


Рис.1 Залежність ступеня фотокаталізу від концентрації метиленового синього

Встановлено, що синтезований K_2TiO_3 володіє кращою фотокаталітичною активністю в порівнянні з немодифікованим TiO_2. Так, за 10 хвилинного опромінення ультрафіолетом реакційної суміші каталізатор-розчин (C_{max} = 12 мг/л) ступінь фотокаталізу для TiO_2 становить 19,29%, а для K_2TiO_3 – 81,91%. Експериментальні дані свідчать про перспективність використання калій титанату в якості каталізатора розкладу даного барвника.

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ РІДКОЇ ТУШІ ДЛЯ ВІЙ ДЛЯ ЩОДЕННОГО ВИКОРИСТАННЯ

Попова Є.Є. , Лабяк О.В., Мироняк М.О.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
Україна, Дніпро
e-mail: elizavetapopova@ukr.net

Декоративна косметика є невід'ємною частиною життя жіночого товариства. Вона допомагає підкреслити красу жіночого обличчя, надати йому індивідуальність і приховати дрібні недоліки. Витончені жіночні контури і стильний образ – важливі, але перше, що буквально впадає у вічі – це чарівний погляд. Об'ємні, довгі, красиві вії - мрія кожної жінки, тому що саме вони надають ефектність, загадковість та виразність погляду.

Туш для вій - виріб декоративної косметики на жиро-восковій основі широкої гами кольорів для пофарбування вій у певний колір, подовжують або потовщують їх та надають об'єму і чіткої форми. Найпопулярнішим варіантом насьогодні є продукт пасто- або кремоподібної консистенції у тубі з пензлем-аплікатором (щіточкою). Саме щіточка використовується для формування функціональної особливості туші.

Традиційними компонентами рідкої туші для вій є: вода, плівкоутворювачі, загусники, емульгатори, структуроутворювачі, воски, емоленти, консерванти, пігменти, активи. Розроблена рецептура туші має наступний склад: вода дистильована, воски (карнаубський, бджолинний, з рисових висівок), олії (лісового горіха, персикових кісточок, обліпихи), емульгатор «Олівем 1000», гліцерин, камедь акації, колагена морського гідролізат, консервант «Оптіхен Плюс», пігмент «Black Mica», вітамін Е.

Віск у складі туші може бути як тваринного, так і рослинного походження. Найкращим варіантом вважається саме рослинний. Він не провокує алергічної реакції та не викликає подразнень.В роботі з цією метою до складу рецептури було введено карнаубський віск та віск з рисових висівок. Карнаубський віск — виділяється з листя дикої пальми Copernica Cerifera, кожен лист якої виробляє в середньому до 10 г воску. Це структуроутворюючий компонент туші, який контролює структуру і в'язкість продукту, відповідає за об'єм, додає екстраблиск. Віск з рисових висівок - отримують з оболонки рисового зерна, шляхом екстракції. Виконує функції: загущувача, текстуроутворювача, підвищує жаростійкість туші, стабілізує емульсію, забезпечує м'якість, гладкість.

В якості емолентів використані природні олії лісного горіха, персикових кісточок, обліпихи, які сприяють рівномірному розподілу по поверхні вій активних інгредієнтів. Функціональне призначення олії лісного горіха - зміцнення вій, персикових кісточок – стимуляція росту вій, обліпихи – живлення вій.

Актив «Колагену морського гідролізат», отриманий біотехнологічним способом з травоїдних риб, являє собою особливий вид триспірального, натурального білка. Він стимулює клітини шкіри виробляти власний колаген, утворює м'яку, гнучку негерметичну плівку, покращує зволоження, потовщує вії, захищає від негативного впливу навколишнього середовища.

Пігмент «Black Mica» - суміш глухого чорного оксиду і срібної мерехтливої міки. За допомогою данного пігменту туш на світлі переливається легким срібним блиском, що чудово підійде, як для щоденного макіяжу, так і для святкових подій.

До рецептури додано вітаміни, а саме вітамін Е – жиророзчинний вітамін, що використовується як активний компонент, який зміцнює, живить, зволожує вії, стимулює їх зростання, надає еластичність і шовковистість.

Одержані зразки чорної рідкої туші для вій було протестовано відповідно до ДСТУ 2472:2006 та за споживчими властивостями. Зразок не осипається, легко наноситься, добре подовжує вії. Показники якості відповідають вимогам діючого стандарту. Розроблена туш для вій гіпоалергенна для очей, з корисними функціями для вій – живленням, зміцненням, стимуляцією росту та з ефектом «мерехтливого срібла».

SYNTHESIS OF MAGNESIUM PHOSPHATES FOR USE IN THE FOOD INDUSTRY

Ilya S Punko , Catherine V Vasylenko, Nikolai V Nikolenko
SHEI Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine
punkarona@gmail.com

Nowadays, there are a large number of food additives. These include orthophosphates and magnesium pyrophosphates. They play the role of acidity regulators, emulsifying salts, color fixatives, moisture-retaining agents, stabilizers and antioxidant synergists.

The aim of the study was to study the processes of synthesis of a number of phosphate salts of magnesium: orthophosphates and pyrophosphates, as well as the search for technologically feasible conditions for their industrial production.

The relevance of the research is that the results will provide an opportunity to develop domestic technology for the production of phosphate-containing food additives, which will allow the country to economically free itself from foreign producers.

Chemically pure magnesium orthophosphates can be obtained by chemical precipitation of thermal orthophosphoric acid and chemically pure magnesium salt. Magnesium pyrophosphates are obtained from double magnesium phosphate and ammonium, is obtained by precipitation:

$$Mg^{2+} + HPO_4^{2-} + NH_4^+ \rightarrow MgNH_4PO_4 \downarrow + H^+$$

$$H^+ + NH_4OH \rightarrow NH_4^+ + H_2O$$

Upon calcination, the precipitate loses ammonia and water:

$$2MgNH_4PO_4 \rightarrow Mg_2P_2O_7 + NH_3 \uparrow + H_2O \uparrow$$

To select the optimal deposition conditions, we calculated the solubility diagrams of all probable precipitates in the Mg^{2+}–PO_4^{3-} – OH^- system.

As a result of studies of chemical precipitation of magnesium orthophosphates depending on the acidity and molar ratio of Mg/P of their mother liquors, it was found that the degree of crystallinity of sediments, as well as their phase compositions, does not depend on the molar ratio of Mg/P, but is determined by acidity and temperature.

We considered the effect on solubility isotherms of excess magnesium salts and ionic strength of solutions. Phase transitions of magnesium orthophosphates during their aging in mother liquors are accompanied by a natural change in the Mg/P ratio not only in the sediment, but also in the volume of the solution. Such changes are the reason for the shift in the equilibrium of the reactions of hydrolysis of magnesium cations, dissociation or protonation of phosphoric acid anions, and therefore will lead to changes in the solubility of sediments. Was of interest to consider the isotherms of the solubility of precipitates at high ionic forces, when the precipitation reactions are carried out using relatively concentrated solutions of magnesium and phosphorus precursors.

Was conducted a study to determine the constants of dissociation of phosphoric acid in solutions with ionic strength in the range from 0.3 to 5. All three constants change disproportionately with increasing ionic strength, due to changes in the composition and structure of hydrate shells around phosphate anions. Isotherms were calculated from the phosphoric acid dissociation constants found. The addition of excess magnesium ions to the solutions rapidly reduced the solubility of all phosphates due to a shift in the equilibrium of the solubility reactions toward the starting reagents. Calculations have shown that an excess of phosphate ions has the same effect, but the sequence of placement of the solubility isotherms of the phosphates does not change.

Thus, the ratio of the amount of magnesium salts and phosphoric acid in the reaction solution does not significantly affect the composition of the precipitates, unless conditions are created for the implementation of phase transitions of their metastable phase less soluble precipitates.

Experiments have shown that the composition of precipitates coincides well with the results of calculations, which allows us to recommend deposition conditions for industrial use.

КОМПЛЕКСНІ ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Резванцева А.О., Лабяк О.В.
e-mail: linarezja@gmail.com
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
Україна, Дніпро

Сучасний розвиток харчової промисловості вимагає створення асортименту хлібобулочних виробів функціонального призначення з подовженим терміном зберігання та підвищеною якістю. Це є одним з пріоритетних і актуальних завдань харчової промисловості. З метою поліпшення показників якості хліба використовують різноманітні добавки роль яких значно зросла в останні роки. Тому, досить актуальним є дослідження впливу збагачуючих, поліфункціональних харчових добавок комплексної дії.

Комплексні поліпшувачі складаються з двох або декількох речовин, що по-різному впливають на компоненти тіста. Розрізняють комплексні хлібопекарські поліпшувачі розчинні і нерозчинні у воді, універсальні або спеціальні. Водорозчинні поліпшувачі можуть використовуватися при безперервному приготуванні тіста. В роботі було використано хлібопекарський поліпшувач, що містить: пшеничне борошно, карбонат кальцію (Е170), ефіри гліцерину, діацетилвинної та жирних кислот (Е472е), аскорбінову кислоту (Е300), L-цистеїн (Е920), ферменти (α-амілаза, геміцелюлаза). Пшеничне тісто готували опарним способом із застосуванням комплексного поліпшувача. Опарний спосіб приготування тіста має свої переваги. Насамперед, це економія дріжджів у 2-3 рази, також вироби з такого тіста мають вищі смакові та ароматичні властивості, крім того, ці вироби краще зберігаються, в них сповільнюється процес черствіння.

Якість отриманих виробів оцінювали за органолептичними показниками. Органолептично визначали форму хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах, еластичність, пористість, свіжість м'якушки і повну масу виробів. Отриманий смак і запах властиві даному виду виробів без стороннього запаху, колір золотисто-жовтий, поверхня - гладка глянцева, стан м'якушки- пропечений, середньопористий, білого кольору, що представлено на рис.1.

Рисунок 1 - Структура м’якушки з використанням поліпшувача та без використання добавки

Для оцінки за фізико-хімічними показниками було визначено вологість, кислотність, пористість. Результати відповідають вимогам ДСТУ 7045:2009. Також, в дослідних зразках пшеничного хліба з комплексною добавкою в порівнянні з контролем зріс термін зберігання готового продукту на 12 год.

Таким чином, результати проведених досліджень дозволяють обґрунтувати вплив комплексних харчових добавок на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники дослідних зразків пшеничного хліба в залежності від складу комплексної добавки і способу використання в хлібопекарській технології. Ефективність дії комплексного поліпшувача, що проявив антимікробну, емульгуючу та відбілюючу дії спостерігалась у збільшенні терміну зберігання, об'єму виготовленої продукції, утворенні більш еластичної та білої м'якушки і формостійкості виробів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАГУВАННЯ ХЛОРОФІЛІВ ДВОФАЗНОЮ СИСТЕМОЮ РОЗЧИННИКІВ

Салєба Л. В., Сарібєкова Д.Г.
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна
e-mail: lyudmilasaleba@gmail.com

Синтез хлорофілу у промислових умовах невигідний через складність процесу. Тому його основним джерелом є рослинна сировина, з якої барвник отримують шляхом екстракції. В якості екстрагента використовують різні речовини, однак перспективним є використання двофазної системи розчинників, що не змішуються, це сприяє вилученню як ліпофільних, так і гідрофільних біологічно активних речовин. У ряді наукових досліджень для оптимізації процесу двофазної екстракції рослинної сировини додають поверхнево-активні речовини (ПАР) з метою отримання емульсії – диспергованої системи розчинників, які не змішуються, що забезпечує більш високу швидкість масопереносу при екстракції. ПАР знижують поверхневий натяг на межі розділу фаз, покращують змочування клітин, збільшують поверхню контакту екстрагента з сировиною та глибину його проникнення до клітин рослинного матеріалу. Таким чином прискорюється процес екстракції та збільшується вихід хлорофілу з рослинної сировини.

В роботі було проведено дослідження процесу вилучення хлорофілів двофазною системою екстрагентів різної полярності – етиловий спирт (60%) і рослинна олія, з використанням фосфоліпідів і емульгатору ОС-20 та без них. У якості сировини для екстрагування хлорофілів використовували подрібнену свіжу і суху кропиву. Дослідні співвідношення сировина : етиловий спирт (60%) : рослинна олія становили 0,2:1:2 та 0,2:3:1. Після екстрагування хлорофілів одержаними емульсіями, останні розшаровували на центрифузі (9000 об/хв протягом 5 хв.) для побудови спектрів отриманих фаз та визначення кількості вилучених хлорофілів. Двофазна екстракція дозволяє отримати за один технологічний цикл два екстракти – спиртовий і олійний, які містять різні біологічно активні речовини. Для розрахунку концентрації хлорофілів проводили розчинення отриманої олійної фази у хлороформі, вимірювання оптичної густини при 668 нм (питомий показник поглинання хлорофілу 775).

При співвідношенні екстрагентів 1:2 більша концентрація хлорофілів отримана для варіанту з використанням емульгатору ОС-20 (2,32 мг% у масляній фазі і 0,23 мг/г сировини), оскільки він є емульгатором 1 роду та сприяє ефективності дії етилового спирту. При використанні фосфоліпідів кількість вилученого хлорофілу становила 0,86 мг% у масляній фазі і 0,09 мг/г сировини. При співвідношенні екстрагентів 3:1 більша концентрація хлорофілів отримана для варіанту з використанням емульгатору ОС-20 – 3,19 мг%, а для варіанту з фосфоліпідами – 2,68 мг%.

Таким чином, збільшення у двофазній системі екстрагентів частки спиртової фази сприяє кращому вилученню хлорофілів, ефективність екстракції збільшується у 1,4 рази при використанні емульгатору ОС-20.

З літературних джерел відомо, що краще проводити екстрагування з сухої сировини, оскільки зруйнована структура рослинної клітини сприяє кращому вилученню біологічно активних речовин. При екстракції хлорофілів з сухої сировини процес змочування відіграє другорядний вплив, тому при застосуванні суміші етиловий спирт : рослинна олія 1:2 з використанням фосфоліпідів одержана найбільша кількість хлорофілів 7,82 мг%. Використання у якості емульгатора ОС-20 сприяє вилученню 5,93 мг% хлорофілів. При збільшенні спиртової фази у три рази (співвідношення 3:1) емульсія з використанням фосфоліпіду вилучає на 30% більше хлорофілів (8,06 мг%) у порівнянні з двофазною системою без емульгатора і на 20% більше ніж з ОС-20 (6,72мг%).

Таким чином найбільш ефективна екстракція сухої сировини двофазною системою розчинників з використанням фосфоліпідів при співвідношенні етиловий спирт (60%) : рослинна олія 3:1.

РОЗРОБКА СКЛАДУ КОСМЕТИЧНОЇ ЕМУЛЬСІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМПОЗИЦІЇ СИЛІКОНІВ

Козирь В.В., Васильченко І.С., Семешко О.Я., Сарібєкова Д.Г.
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна, dina15box@gmail.com

У роботах [1, 2] було встановлено, що індивідуальне застосування однокомпонентного силікону силікону Silicone Oil 350 cSt та сумішевого амодиметикону BRB 1288 у концентраціях 1 – 3% забезпечують підвищення в'язкості утворених емульсійних систем. Це дозволяє припустити перспективність розробки косметичних емульсій із застосуванням комбінацій вказаних поліорганосилоксанів.

Оптимізація розрахунку складу косметичної емульсії здійснювалась з використанням симплекс-ґратчастих планів Шеффе 3-го порядку. Було розраховано склад емульсії, що включає мінеральну олію, Silicone Oil 350 cSt, амодиметикон BRB 1288, емульгатор Eumulgin Prisma, співемульгатор цетиариловий спирт та воду. При цьому варіювали склад олійної фази, тобто вміст мінеральної олії, Silicone Oil 350 cSt та амодиметикон BRB 1288. Дослідження проводили у локальній області факторного простору, яка була обмежена зверху і знизу межами концентрацій обраних речовин (у%): $0 \le x_1$ (Silicone Oil 350 cSt) ≤ 5; $0 \le x_2$ (амодиметикон BRB 1288) ≤ 5; $20 \le x_3$ (мінеральна олія) ≤ 25.

Властивості складу косметичної емульсії оцінювали за показником динамічної в'язкості η (Па·с), визначеної на приладі «Rheotest – 2» при швидкості зсуву 9 $с^{-1}$.

Після проведення експерименту за відповідним планом отримані результати були опрацьовані методом регресійного аналізу, у результаті чого отримано математичну модель, яка адекватно описує залежність показника в'язкості у досліджуваному діапазоні концентрацій компонентів:

$$\eta = 2{,}21z_1 + 1{,}58z_2 + 1{,}33z_3 + 1{,}43z_1z_2 + 0{,}72z_1z_3 + 3{,}71z_2z_3 - 6{,}59z_1z_2(z_1 - z_2) - 2{,}45z_1z_3(z_1 - z_3) - 3{,}94z_2z_3(z_2 - z_3) + 13{,}43z_1z_2z_3.$$

Для досліджуваної характеристики необхідно визначити оптимальний склад композиції при максимальних значеннях динамічної в'язкості, тобто $\eta \rightarrow \max$, $0 \le z_i \le 1$. Оптимізація отриманої математичної моделі дозволила встановити, що максимальні показники в'язкості системи спостерігаються при наступному складі компонентів у композиції (у частках одиниці): полідиметилсилоксан Silicone Oil 350 cSt – 0,2; амодиметикон BRB 1288 – 0,2; мінеральна олія – 0,4.

Таким чином, розроблено наступний склад емульсії косметичного призначення із застосуванням композиції силіконів (%): мінеральна олія – 23; Silicone Oil 350 cSt – 1; амодиметикон BRB 1288 – 1; емульгатор Eumulgin Prisma – 0,35; співемульгатор цетиариловий спирт – 4; вода – 70,65. Встановлено, що емульсія розробленого складу має в'язкість 2,93 Па·с.

Література:

1. Гаргаун Р.В., Куник О.М., Сарібєкова Д.Г., Саніна М.О. Дослідження впливу кремнійорганічних полімерів на реологію косметичних емульсій прямого типу. Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості: матеріали VII Всеукр. наук.-практ. заочної конф. молодих учених і студентів, м. Херсон, 12 листопада 2020 р., Херсон: ХНТУ, 2020. – С. 89 – 90.

2. Гаргаун Р.В., Ляховський Д.С., Куник О.М., Сарібєкова Д.Г. Дослідження впливу силіконів на реологічні властивості косметичних емульсій. Актуальні проблеми хімії та хімічної технології: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 21 – 22 листопада 2018 р., Київ: НУХТ, 2018. – С. 123 – 125.

ON SOME PRACTICAL ASPECTS OF "GREEN CHEMISTRY" - FROM EGGSHELL WASTE TO COSMETOLOGY

Nataliya Stadnytska[a], Daria Babych[a], Nadia Vischack[a], Natalina Makieieva[b], Teobald Kupka[b], Vira Lubenets[a]

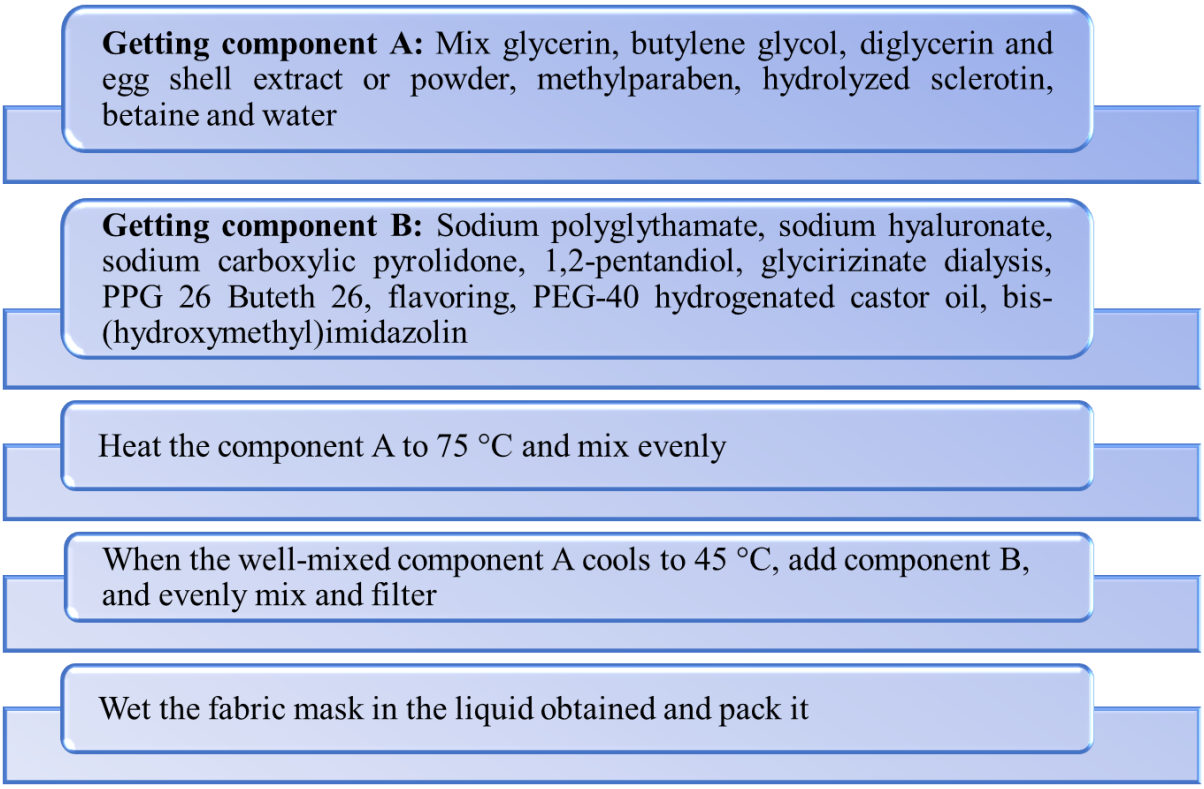
[a]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

[b]University of Opole, Opole, Poland

nataliia.y.stadnytska@lpnu.ua

The highlights of 21th century will be described as "recycling", "green chemistry" and "no-waste production". Many industrial fields use increasing amounts of garbage for lowering the costs of production and prize of products as well as for making final composite less toxic for human organism. One of the field, which needs especially high amounts of biologically safe sources, is cosmetology. A good alternative for this field is eggshell and its membrane. This biogarbage is rich in calcium, collagen and hyaluronic acid, vitamin D_3, sialoglycoprotein, and chondroitin sulfate. These components could be used in different cosmetics including gels, creams, scrabs, body masks, and many others. They have the following properties: nutritious, refreshing, tonic, regenerative, rejuvenated, bleaching, moisturizing, anti-aging and antimicrobial. Also eggshell in a form of powder or dissolved in weak acids can be used as a good fertilizer, as well as facial cleaner or calcium-reach nourishment for the body.

An example is the method of preparing a fabric mask based on the active components of the eggshell is shown below:



The proposed approach of preparing several cosmetic mixes is not very time consuming and easy to make. Moreover, by including different plant extracts/powders could lead to efficient products.

КОСМЕТИЧНІ ГІДРОГЕЛЕВІ МАСКИ З ЕКСТРАКТАМИ РОСЛИН

Суберляк С.А., Петріна Р.О., Федорова О.В., Курка М.С., Голубовська Я.І.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
sofiia.a.suberliak@lpnu.ua

Нині популярними в Україні та світі є косметичні засоби на основі натуральної природної сировини, а саме цікавими є гідрогелеві маски та патчі під очі. Як основи пропонуються природні та синтетичні гідро гелеві вироби, які мають бути сумісними з біологічними системами, стабільними у водному середовищі, мати здатність поглинати та утримувати вологу та контрольовано вивільняти наповнювач. Гідрогелеві косметичні засоби повинні бути нетоксичними та не викликати алергії. Також необхідно враховувати технологічні особливості одержання гідрогелю та формування плівкового виробу на його основі. Як наповнювачі можна використовувати екстракти лікарських рослин, які містять у своєму складі комплекс біологічно активних речовин, а саме флавоноїди, каротиноїди, вітаміни тощо, що впливають на активності, а саме протизапальну, ранозагоювальну, антибактеріальну, антиоксидантну та інші.

Метою даної роботи було використання синтетичних та природних гідрогелів для насичення їх екстрактами *Calendula officinalis* L. і *Matricaria chamomilla* та створення лабораторних прототипів гідрогелевих масок з антиоксидантним та зволожуючим ефектом.

C.officinalis L. містить в своєму складі флавоноїди. саліцилову і яблучну кислоти, тритерпенові глікозиди, сапонін, фітонциди, каротиноїди, смоли, гіркоти (календен), які надають сировині протизапальну, бактерицидну, противірусну, ранозагоювальну, спазмолітичну дії. *M.chamomilla* містить в своєму складі флавоноїди, хамазулен, прохамазулен, вітамін С, каротиноїди, холін, які надають сировині антисептичну, заспокійливу, протимікробну, протизапальну, ранозагоювальну та антиоксидантну дії.

Для проведення досліджень використано синтетичний гідрогель на основі пГЕМА-ПВП та два натуральні, а саме на основі колагену та муцину. Водно-етанольні екстракти *C.officinalis* L. і *M.chamomilla* одержано методом настоювання протягом 7 діб у співвідношенні сировина:екстрагент – 1:10 при кімнатній температурі. Визначено вміст у екстракті фенольних сполук, флавоноїдів та антиоксидантну активність. Гідрогелеві плівки у вигляді дисків з діаметром 0,5 см насичено водно-етанольними рослинними екстрактами із співвідношенням гідрогельна плівка:екстракт - 1:5 (за масою). Як контроль використано 70%-ий розчин етанолу. Отримано дев’ять зразків комплексів (Табл. 1) та визначено залежність вмісту екстрактів рослин в гідрогельних матеріалах та коефіцієнтів набрякання від якісного складу комплексів.

Таблиця 1. Зразки комплексів гідрогелів з екстрактами рослин

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Calendula officinalis			*Matricaria chamomilla*			*Calendula officinalis* + *Matricaria chamomilla*		
пГЕМА -ПВП	колаген	муцин	пГЕМА -ПВП	колаген	муцин	пГЕМА -ПВП	колаген	муцин

Після насичення визначено фізико-хімічні властивості комплексів, а саме твердість, пружність, пластичність, ступінь набрякання, сорбційну здатність, кінетику виходу екстракту (за флавоноїдами). Також визначено антиоксидантну активність у комплексах.

Встановлено, що усі досліджувані гідрогелі є біосумісними, мають високі коефіцієнти набрякання (1,53-1,85), високі відсотки десорбції екстракту (65-82%) за час 100-120 хв, характеризуються здатністю довго утримувати екстракт та сповільненою кінетикою вивільнення, що може бути використано для створення косметичних гідрогелевих масок із пролонгованим вивільнення певних біологічно активних сполук. Усі лабораторні прототипи гідрогелевих масок мають зволожуючий ефект та високі показники антиоксидантної активності.

ШАМПУНЬ-КОНДИЦІОНЕР ДЛЯ ТВАРИН

Саприкіна Є.О., Мироняк М.О., Волнянська О.В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна 8
e-mail: mari.mironyak@gmail.com

Нова формула шампуню-кондиціонеру розроблена спеціально для довгошерстих собак. У складі засобу містяться ретельно підібрані інгредієнти, які не викликають алергічних реакцій, сухості шкіри і подразнень. Після застосування цього шампуню шерсть стає м'якою, легко розчісується і не плутається.

В сучасних косметичних засобах для тварин дуже часто використовують речовини, які можуть викликати негативні наслідки. Одними з таких інгредієнтів є поверхнево-активні речовини, що використовуються для очищення шерсті та шкіри тварин від жиру та бруду. Наприклад, лауретсульфат натрію який використовують в шампунях, в якості аніонної поверхнево-активної речовини, може викликати подразнення шкіри, пересушує шкіру. В результаті можуть виникати дерматити різної природи.

Тому для розробки шампуню-кондиціонеру в якості поверхнево-активних речовин використані більш м'які ПАР, амфолітні та неіоногенні. В якості амфолітної поверхнево-активної речовини використано кокамідопропілбетаїн, призначення якого м'яко очищувати шерсть та шкіру. Його молекули легко злипаються з відмерлими частинками шкіри, з жировими компонентами і дрібними фрагментами бруду, а потім легко змиваються водою. Для шерсті тварин кокамідопропілбетаїн є не тільки відмінним очисником, а й кондиціонером. Він забезпечує легкість розчісування, перешкоджає електризації.

В якості неіоногенної поверхнево-активної речовини використано лаурилглюкозид, що виконує функцію со-ПАР. Спільно з основною ПАР виконує функції загусника та покращує піноутворення. Піна з цим компонентом стає густішою і довше тримається.

При розробці шампуню-кондиціонеру для довгошерстих собак необхідним також є використання додаткових емолентів, що розгладжують шерсть, відновлюють гідро-ліпідну мантію шкіри та запобігають подразненню. В якості емолентів нами запропоновано використовувати Д-пантенол та екстракт обліпихи.

Завдяки пантенолу після використання шампуню-кондиціонеру шерсть виглядає шовковистою та блискучою. Д-пантенол глибоко проникає в стрижень волосини по всій довжині, захищає її від зневоднення та запобігає розщепленню кінчиків та сплутуванню, завдяки чому довга шерсть легко піддається розчісуванню. Позитивний вплив також спостерігається і на шкіру тварин – використання шампуню-кондиціонеру запобігає сухості шкіри, а отже й виникненню дерматитів, а також сприяє зменшенню подразнення та пришвидшує загоєння пошкоджень шкіри.

Екстракт обліпихи, в свою чергу, захищає шерсть від негативного впливу навколишнього середовища, надає еластичність та блиск, захищає волосяні фолікули та стимулює ріст нових волосин. Використання даного екстракту у складі шампуню-кондиціонеру також підсилює дію Д-пантенолу - живить шкіру, сприяє усуненню лущення та загоєнню пошкоджень шкіри.

ЗВОЛОЖУЮЧІ КОМПОНЕНТИ У ЗАСОБАХ ПО ДОГЛЯДУ ЗА ОБЛИЧЧЯМ

Харченко Д.О., Авдієнко Т.М.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна, e-mail: d.kharchenko14@gmail.com

Зволоження – це один із обов'язкових етапів щоденного догляду за шкірою обличчя. Для зволоження можна застосовувати найрізноманітніші креми, гелі, маски, молочко, муси та батери. Зволоження потрібно не тільки володаркам чутливої та сухої шкіри, а й будь-якому типу шкіри. Без належного підживлення шкіряні покриви втрачають пружність, природний колір і стають тьмяними. Також негативний вплив на стан шкіри має погана екологія, неправильне харчування і стрес.

Основна задача будь-якого зволожуючого засобу – достатньо комфортне зволоження. Миттєве всмоктування свідчить про те, що зволожуючих функцій засобу недостатньо. Головною функцією зволожуючих компонентів є утримання молекул води всередині епідермального шару.

Найбільш поширеним зволожуючим компонентом є гіалуронова кислота, яка сумісна зі шкірою, не викликає подразнення та алергії. Вона приймає участь у процесі росту та регенерації тканин, регулює проникність клітинних мембран та інші процеси.

Гарними зволожуючими властивостями відрізняються емоленти. Емоленти – це група діючих речовин, які інтенсивно зволожують і відновлюють пошкоджену, пересушену шкіру та утворюють на її поверхні захисний шар. До емолентів відносять компоненти, що транспортують вологу в глибокі шари шкіри, затримують її в дермі, борються з вільними радикалами в шкірі, підвищують вироблення колагену, прискорюють регенерацію, а також дуже швидко й ефективно прибирають запалення. До відомих емолентів належать: натуральна оливкова, рицинова олія; олії жожоба, каріте і макадамії; тригліцериди кукурудзяної олії, ланолін.

Кераміди являють собою групу органічних воскоподібних речовин, які є необхідним компонентом ліпідного шару шкіри і найважливішим елементом сполучної речовини, що заповнює міжклітинний простір та забезпечує щільне з'єднання клітин між собою. Близько 50 відсотків зовнішнього шару шкіри складається саме з керамідів.

Вологоутримуючі агенти. Основним завданням таких компонентів у косметичних засобах є притягнення вологи з навколишнього середовища до поверхні шкіри. У результаті клітини шкіри отримують необхідну для життєдіяльності вологу. До них відносяться: саліцилова, гліколева, молочна кислоти, гліцерин та алое.

Бар'єрні компоненти. Ця група зволожуючих речовин створює на шкірі спеціальний гідрофобний бар'єр, який фізично перешкоджає випаровуванню вологи зі шкіри й тим самим підтримує достатній рівень вологи всередині. До бар'єрного типу належать воски, вазелін, рідкий парафін, рослинні олії, силікони, пропіленгліколь, каприлові тригліцериди та ефіри.

Протягом останніх років у якості зволожуючого компонента активно використовується фільтрат секреції равлика. До складу секрету входить алантоїн (відомий своїми загоювальними та антиоксидантними властивостями, завдяки яким він уповільнює процес старіння шкіри, перехоплюючи вільні радикали в клітинах); колаген та еластин (білки, які відповідають за еластичність та підтягнутість шкіри); гліколева кислота (покращує структуру та зовнішній вигляд шкіри, зменшує зморшки, акне та гіперпігментацію, очищає верхній шар шкіри від мертвих клітин); протеїни (допомагають клітинному диханню та живлять шкіру); вітаміни А, Е і С. Саме секрет равлика обрано в якості основного зволожуючого компоненту у розробленій рецептурі зволожуючого крему для обличчя. Проведено контроль якості одержаних зразків зволожуючого крему згідно нормативних вимог.

ВИКОРИСТАННЯ ЦУКРОВИХ СИРОПІВ

Хлібишин Ю.Я., Почапська І.Я., Пристай Р.Р.
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
yurii.y.khlibyshyn@lpnu.ua

Висока економічна ефективність виробництва цукрового сиропу внаслідок значної економії трудових, матеріальних та фінансових ресурсів, порівняно з кристалічним цукром, сприяє його виробництву в великих кількостях. З позицій технології та організації виробництва немає обмежень у розвитку такого виробництва.

Вантажно-розвантажувальні та транспортно-складські роботи з цукром (упаковка в мішки, транспортування мішків на склади, штабелювання, розбирання штабелів, навантаження в транспортні засоби на цукровому заводі та ці ж операції у зворотному порядку на підприємствах-споживачах) трудомісткі, пов'язані із застосуванням ручної праці. Особливо трудомістка та важка подача кристалічного цукру в мішках до цехів та робочих місць на підприємствах консервної, кондитерської, безалкогольних напоїв, виноробної, хлібопекарської та інших підгалузі харчової промисловості.

У промисловості цукор застосовують у рідкому вигляді. З цією метою необхідно придбати обладнання для одержання цукрового сиропу. Новий для харчової промисловості України вид цукрової продукції – цукровий сироп; це концентрований розчин звичайного цукру або з вмістом певної кількості інвертного цукру. Залежно від цього цукровий сироп можна поділити на п'ять груп. Найбільш уживані їх види: чиста рідка сахароза; рідкий цукор; інвертний цукор; цукрові спеціальні сиропи і т.п. Чиста рідка сахароза - це переважно водний розчин рафінованого цукру-піску. Рідкий цукор характеризується вмістом інвертного цукру до 50%. Інвертний цукор - це сироп, з більш ніж 50% вмістом глюкози і фруктози. Спеціальні сиропи – це різні суміші, назва яких залежить від призначення. Завдяки широкому асортименту різноманітних смаків сиропи часто використовуються як в кондитерських виробах, так і як додаток до напоїв. Існують сиропи для кави, коктейлів та інших напоїв, різноманітної випічки та начинки для солодощів.

Наприклад, сироп, що складається із сахарози, інвертного цукру, декстрози, лікеру з крохмалистих зерен, називається "суміш кукурудзяного сиропу". Інший такий ж продукт, як і спеціальні сиропи, відрізняється тим, що чистота його менша, ніж у сиропів.

Принципова схема виробництва рідкого цукру з цукру-сирцю, що застосовується в передових «цукрових країнах», полягає в наступному: цукор-сирець піддають афінації, відтак афінадний відтік із центрифуг повертають на афінацію цукру-сирцю. Афінований цукор розчиняють у воді, отримують сироп середньої густини, який фільтрують через сито, що обертається, для видалення механічних домішок; очищають вапном і CO_2. Після цього сироп фільтрують у два ступені на костекутних фільтрах, отримуючи рафінадний сироп, який є основним для виробництва різних видів рідкого цукру. На великих рафінадних заводах процес здійснюють комбінованим методом, тобто при одночасному виробництві кристалічного рафінадного та різних видів цукрового сиропу .

Для отримання рідкої сахарози рафінадний сироп додатково обробляють карборафіном і фільтрують, потім згущують у вакуум-апаратах до 67%, охолоджують і спрямовують у резервуари для зберігання.

На харчових підприємствах розчин цукру, як правило, фільтрують, а при виробництві карамелі та цукерок ще й інвертують. Для цього на кожному харчовому виробництві є фільтраційні установки, а в майбутньому - будуть потрібні установки для доведення сиропу до необхідної кондиції та відповідні капіталовкладення для купівлі таких установок.

Організація цукрового виробництва з випуском рідкого цукру ефективна не тільки для цукрових підприємств, а й для інших галузей харчової промисловості, що застосовують цукор.

REGARDING THE OPTIMIZATION OF THE DEFINITION OF FOOD ADDITIVE E220 IN DRIED FRUITS

Yurchenko O.M.[1,2], Korolchuk S.I.[1,2], Kormosh Zh.O.[1,2], Savchuk T.I.[1,2], Mudrak O.A.[1]
[1]Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
[2]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
yurchenko@vnu.edu.ua

Most dried fruits supplied to the food market are treated with sulfur dioxide (SO2), which is indicated on the packaging as a preservative E220. Sulfur dioxide (sulfur dioxide, E220) is used as a preservative and stabilizer for product consistency. It inhibits the growth of molds, yeasts and anaerobic bacteria. In an acidic environment, its antimicrobial action increases.

However, sulfur dioxide (E220) is a highly toxic compound and has a number of negative factors. The Center for Community Science (CSPI) in the United States believes that some people should avoid taking E 220 because it destroys vitamin B1 and, most importantly, can cause severe allergic reactions, especially in asthmatics. For a person, the unconditionally permissible daily dose of E220 (in terms of sulfur dioxide) is set to 0.35 mg and conditionally permissible - 0.35-1.50 mg per 1 kg of human body weight. The average lethal dose is 2000 mg / kg, toxicity class 4. In Ukraine, the use of sulfur dioxide (E220) is allowed.

The aim of our work is to determine the content of sulfuric acid in dried fruits depending on the processing of products and optimization of methods for its determination.

Took dried fruits "Raisins. Dried dark grapes ", Prize, 200g. An iodometric method of determination with visual titration for light-stained samples was used. To increase the accuracy of determination, used iodine solution with a concentration of 10 and 20 times lower than that specified in the method [1], iodine solution was pre-standardized with sodium thiosulfate. It was found that the content of sulfuric acid in the untreated product is 0.054 ± 0.007% (n = 5, P = 0.95). As the permissible level of sulfur dioxide in untreated products is 100 mg / kg of product, according to studies, dried fruits have a high content of sulfur dioxide and require pre-treatment (washing or soaking in water). After a single wash with water, the content is reduced by almost half and is 0.0256 ± 0.008%. Washing or soaking three times in cold water for 30 min does not significantly reduce the sulfuric acid content (0.0244 ± 0.004% and 0.0221 ± 0.004%, respectively).

Since the end point of the titration is set visually by the formation of blue clathrate of iodine with starch, there is some inaccuracy in its definition. Therefore, methods for determining the content of sulfuric acid using a triiodide electrode were tested, which gave quite good results. However, potentiometric titration must be performed fairly quickly due to the significant volatility of iodine.

[1] ГОСТ 25555.5-2014. Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения диоксида серы

THE PROBLEM OF USING AND DETERMINING FOOD ADDITIVES E250 AND E249 IN MEAT PRODUCTS

Yurchenko O.M.[1,2], Panchenko Yu.V.[2], Korolchuk S.I.[1,2], Kormosh Zh.O.[1,2], Savchuk T.I.[1,2]
[1]Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine
[2] Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
Oksana.yurchenko@vnu.edu.ua

Food additive E250 (Sodium Nitrite $NaNO_2$), used in the production of meat products as an antioxidant, it gives products a "natural color", and is an antibacterial agent that inhibits the growth of botulism pathogen Clostridium botulinum - severe food poisoning.

When food is heated, sodium nitrite reacts with amino acids to form the carcinogen N-nitrosamines, which can cause bowel cancer. Consumption of meat products with nitrites can cause chronic obstructive pulmonary disease. Sodium nitrite is a toxic toxin, including in mammals (50 percent of rats die at a dose of 180 milligrams per kilogram of body weight). Potassium nitrite, a food additive E249, has similar properties. The content of nitrites in meat products is strictly regulated (in Ukraine not more than 0.005%)

It should be noted that in recent years the use of nitrites in meat products has significantly decreased due to the use of other antioxidants that are not so toxic (in particular E316, E330, E331). Moreover, a common method of adding bacterial preparations that reduce the weight of added nitrite (up to 5 g per 100 kg of minced meat), have a positive effect on the formation of the complex color characteristics of the finished product, intensify the decomposition of sodium nitrite and nitrosopigmentation, increase color stability product storage. Ascorbic acid, which inhibits the formation of nitrosamines, is also often added to meat products.

However, there are currently no accurate, highly sensitive and rapid instrumental methods for controlling food additives E249 and E250. Known indicator, photocolorimetric, chromatographic, spectrophotometric methods for the determination of nitrates and nitrites do not fully meet these requirements.

To determine the content of food additives E249 and E250 in sausages, it is proposed to use ionometry, which is characterized by simplicity, accuracy, and requires much cheaper equipment compared to chromatographic and photocolorimetric methods.

The method involves the use of an ion-selective (nitrate) electrode by indicating and measuring ways the EMF of the electrode on the ionometer I-130 (silver chloride was used as the reference electrode). Measurement of EMF and determination of nitrate concentration is carried out in an aqueous extract obtained from a sample of the product after pre-extraction with vigorous stirring of the mixture, followed by filtration. To determine the content of nitrites, they are oxidized with ammonium persulfate to nitrates. The difference between the found total content of nitrate ions and the initial concentration of nitrate ions is equal to the concentration of nitrite ions. For the study of solutions with low concentrations of nitrate and nitrite ions, it is proposed to use the method of additives (enter potassium nitrate). It was found that the accuracy of measurement is not affected by the presence of proteins, fats, phosphorus, but may be affected by a significant content of chloride ions.

This technique was tested in the determination of nitrites in meat products TM "Zabiyaka". It was found that the content of nitrite ions is much lower than the allowable content (not exceeding 0.003%).

LIST OF AUTHORS

Ademiluyi, F.T. 24
Aksiutina K.I. 129
Asaulyuk T. S. 67
Avdienko T.M. 138, 144
Babych Daria 152
Balaban O.V. 68
Baran Nataliia 23
Bei I.M. 99
Berezhnyy Bohdan 23
Bon I. 69
Borodkin Ya.S. 32
Borysenko Anastasiia 41
Brovko O.O. 71
Budzinska V.L. 99
Caillol Sylvain 27
Chawathe, M. 29
Chobit M. 110
Chornous V. 45
Choudhary Sanjana 27
Datsyuk Vitaliy 25
Demchuk Z. 69
Demchuk Zoriana 27
Demchyna O.I. 76
Distanov V. 90
Dmytriv Yu. 45
Domnich B. 69
Dubenko A.V. 129
Dudnik E.V. 138
Enright, T. 29
Eshete Hermella 27
Fainleib A.M. 65, 66, 73, 74
Finiuk N.S. 33
Fleychuk Roman 59
Gavrylyuk N.A. 65, 66, 73
Grande D. 65, 66, 73, 74
Grigoryeva O.P. 65, 66, 73, 74
Grozav A. 45
Grygorchak I.I. 68
Grytsenko Oleksandr 23
Gvozdovskyy I. 45
Hall, D. 29
Harhay Kh. 19
Harhay Kh.I. 68
Harry T. F. 24
Hevus O. 19
Hevus Orest 59
Horokhov I. V. 67
Hu Chaolei 18
Izhyk O. 19
Izhyk O.B. 68
Joel, O.F. 24
Kadochkina V. 90
Kalin D. 110
Kaplya Kateryna 143
Karpovsky V.I. 132
Kasian N. 45
Kirianchuk V. 69
Kirianchuk Vasylyna 27
Klepko V.V. 132
Klymchuk D.O. 132
Kohut Ananiy 27
Kormosh Zh.O. 157, 158
Korolchuk S.I. 157, 158
Koshova E.R. 63
Kostruba A. 112
Kotok Valerii 41
Kovalenko Vadym 41
Kozak N. V. 70
Kralovics Robert 34
Kryshchyshyn Anna 34
Kuksenok Olga 30
Kupka Teobald 143, 152
Kuznetsova Kateryna 59
Lavrik V. M. 67
Lesyk Roman 34
Li Helin 18
Li W. S. Jennifer 27
Li Xin 18
Lisetski L. 45
Lishchynskyi O. 111
Lubenets Vira 59, 143, 152
Luo Yu 18
Lutsenko K. 90
Luzinov Igor 30
Makieieva Natalina 143, 152
Maksin V.V. 132
Malynych Ya.S. 76
Manzyuk M.V. 138

Minenko M.M. 70
Minko S.S. 26
Mitina N. 19
Mitina N.Ye. 68
Monka Natalija 143
Mora Anne-Sophie 27
Mudrak O.A. 157
Musyanovych A.V. 28
Myrhorodska-Terentieva V.D. 144
Nesin S.D. 70
Nichols J. 69
Nikolenko M.V. 129, 144
Nikolenko Nikolai V 148
Obushak M.D. 33
Oduola M.K. 24
Ogurok V.M. 32
Ovdenko V.M. 63
Panchenko Yu.V. 158
Permyakova N.M. 132
Pich Andrij 18
Pokhodylo N.T. 33
Postoy R.V. 132
Pourhashem G. 69
Punko Ilya S 148
Rudnichenko A. 45
Samoilenko T.F. 71
Savaryn V. 112
Savchuk T.I. 157, 158
Schur D.V. 65, 66, 73
Semenchuk Yurii 143
Shermolovich Yu.G. 32
Shevchuk Oleh 27
Shi Xiangyang 18
Shkolnykova T. 90
Shulzhenko D.M. 65, 66, 73, 74
Sidorenko, A. 29
Siry S.A. 32
Slisenko O.V. 99
Sorokina A.S. 130
Stadnytska Nataliya 143, 152
Starostenko O.M. 65, 66, 73, 74
Stetsyshyn Y. 111
Stetsyshyn Yu. 112
Stuart G. Croll 31
Subtelna Ivanna 34
Sun Haitao 18
Tarnavchyk Ihor 27
Tokarev V. 110
Tu Sidong 30
Tupychak M. A. 33
Vashkevich O.Y. 130
Vasylenko Catherine V 148
Vischack Nadia 152
Volianiuk K. 19
Volianiuk K.A. 68
Voronov A. 69
Voronov Andriy 27
Voronov Stanislav 27
Vovk M. 45
Walsh, C. 29
Wei Liying 30
Yarova N.V. 71
Yashchenko L.M. 71
Yevchuk I.Yu. 76
Yurchenko O.M. 157, 158
Zaichenko A. 19
Zaichenko O.S. 68
Zaliska T. 90
Zheltonozhskaya T.B. 132
Zhyhailo M.M. 76
Zima Olexandra 41
Zolotarenko An.D. 65, 66
Zolotarenko Ol.D. 73
Авдєєнко А.П. ..58, 123, 133, 134, 135
Авдієнко Т.М. 155
Анан’єва В.В. 46
Андрійчук Ю.М. 47
Антоненко О.І. 77
Бабкіна Н.В. 77
Бакланов О.М. 133, 134, 135
Бакланова Л.В. 133, 134, 135
Баран М.М. 78
Баранцова А.В. 100, 103
Баранцова Антоніна 102
Бардадим Ю.В. 79
Бей І.М. 64, 81, 82
Біляєв В.І. 142
Бліндер О.О. 49
Бойко Віталій Петрович 22
Бондарук О.М. 80

Борисенко А.Ю. 136
Братичак М.М. 86, 87-88, 97
Броварець В.С. 38, 54
Бровко О.О. 108, 109
Будзінська В.Л. 64, 81, 82
Будішевська О.Г. 83
Букартик Н.М. 72
Бусько Н.А. 100, 103
Бусько Наталія 102
Валовий Віктор Петрович 22
Василенко К.В. 42, 131
Васильєв В.П. 124, 125
Васильченко І.С. 151
Витрикуш Н. М. 48
Вихованець Б.О. 36
Вислогузова Т.В. 84
Вічко О.І. 116, 117
Вовк М.В. 53
Волнянська О.В. 137, 154
Волянюк К.А. 85
Воронов А.С. 93
Воронов С.А. 93
Гавриляк В.В. 145
Гаголкіна З.О. 105
Галатенко Н.А. 98
Гаргай Х.І. 85
Гаюк Н.В. 40
Гевусь І.О. 93
Гевусь О.І. 60, 61, 85
Гевусь Орест 35
Геращенко І.І. 80
Гладирь І.І. 98
Глієва Г.Е. 92
Голубовська Я.І. 153
Горак Ю.І. 49, 52, 57
Горак Юрій 55
Гривняк А.В. 115
Гринчук Ю.М. 86, 87-88
Грищенко В.К. 100, 103
Грищенко Володимир 102
Грищенко Володимир Костянтинович 22
Гросу О.К. 131
Гудзенко Н.В. 100, 103
Гудзенко Наталія 102
Гунька В.М. 86, 87-88, 97
Давискиба Петро 102
Данилів А.А. 75, 89
Дегтярьова Д.Е. 126
Демчук Ю.Я. 86, 87-88
Дзіняк Б.О. 89, 121
Дібрівний В.М. 52, 57
Долинська Л.В. 85
Дончак В.А. 14-16, 58, 123
Євдокименко В.О. 78
Жеребецький Р.Р. 115, 121
Жук Т.В. 140
Загородня Д.С. 139
Заіченко О.С. 85
Зінченко О.В. 91
Зінь О.І. 140
Знак З.О. 140
Іванух О.О. 101
Ігнатова Т.Д. 77
Каменських Д.С. 78
Камінський О.М. 146
Карабанова Л.В. 80
Кашковський В.І. 78
Киричук А. О. 141
Кічура Д.Б. 50, 51
Ключко С.В. 38
Князєва К.С. 139
Кобилінський С.М. 79
Кобріна Л.В. 79, 92
Коваленко В.Л. 136
Ковінчук І.В. 40
Когут А.М. 93
Когут М.В. 114
Козак Н.В. 105, 106
Козирь В.В. 151
Козлова Г.А. 98
Колихалін О.А. 36
Колобич С. В. 48
Коновалова С.О. 58, 123
Копчак Н.Г. 116
Коробка С. В. 114
Корягін В.О. 105
Костюк Р.Р. 52
Костюк. О.М. 56
Косянчук Л.Ф. 77

Коток В.А. 136
Кочетова Я.В. 100
Красінський В.В. 101
Кузнецова К.І. 60
Кукура Тетяна Юріївна 21
Куник О.М. 142
Курка М.С. 153
Кухтин М.Д. 120
Кущ О.В. 20
Лабун В.П. 116
Лабяк О.В. 137, 147, 149
Лановий Р.Б. 117
Лапіна А.М. 123
Лесюк О.І. 49
Лещишак Христина 55
Литвин Р.З. 49
Лубенець В.І. 141
Лубенець Віра 35
Лук'янов О.О. 53
Лявинець О.С. 47
Марченко І.Л. 134
Матюшов В.Ф. 91, 104
Мельник А.В. 40
Мельник І.І. 46
Мєнафова Ю.В. 133
Мироняк М.О. 137, 147, 154
Мишак В.Д. 94, 95
Мінаєва І.В. 38
Мітіна Н.Є. 85
Міхедькіна О.Й. 46
Мужев В.В. 94, 95
Мусій Р.Й. 114
Надашкевич З.Я. 85
Назаренко К.Г. 56
Назарко І.С. 117
Ніколенко М.В. 42, 131
Новохатько А.О. 20
Носач Л.В. 80
Обушак М.Д. 49, 52, 57
Обушак Микола 55
Огар Г.О. 96
Олексів Ю.О. 97
Опейда Й.О. 20
Оробчук О.М. 115, 121
Остапюк С.М. 100
Остапюк Світлана 102
Панченко Ю.В. 58, 123, 124, 125
Петріна Р.О. 139, 145, 153
Пиріг М.А. 140
Писаренко С.В. 146
Пільо С.Г. 38, 54
Повстяна Д.С. 118
Покотило О.О. 36
Покотило О.С. 36, 37, 120
Полюжин І. П. 48
Поляк О.Є. 97
Попова Є.Є. 147
Почапська І.Я. 119, 156
Примушко С.О. 98
Пристай Р.Р. 156
Присяжний Ю.В. 87-88
Пташник О.С. 37
Рацук М.Є. 118
Резванцева А.О. 149
Репета Вячеслав Богданович 21
Ріпак Л.М. 14-16
Рогальський С.П. 92
Рожнова Р.А. 84, 98
Рябов С.В. 79, 92
Салєба Л. В. 150
Самойленко Т.Ф. 108, 109
Самойлюкевич В.О. 103
Санталова Г.О. 133
Саприкіна Є.О. 154
Сарібєкова Д.Г. 118, 142, 150, 151
Сасин Д.В. 83
Северін О.О. 54
Семешко О.Я. 151
Семиног В.В. 94
Семіног В.В. 95
Сиротюк С.В. 114
Сідун Ю.В. 86, 87-88
Скрипська Ольга 55
Слісенко О.В. 64, 81, 82
Смоляк І.П. 120
Собечко І.Б. 52, 57
Соколовська І.О. 121
Сокольський Г.В. 39, 40
Стадницька Н.Є. 141
Стеценко Н.О. 122

Стецишин Ю. 107
Суберляк С.А. 153
Субтельний Р.О. 50, 75
Сукач В.А. 53
Супрун В.Я. 20
Тимофєєва С.І. 136
Ткаченко Т.В. 78
Ткачук В.М. 53
Токарев В.С. 72, 96
Токарєва М.О. 96
Толстов О.Л. 64, 81, 82, 91, 104
Третініченко В.А. 105
Устюжаніна А.Ю. 124, 125
Фальченко З.В. 103
Фальченко Зоя 102
Федорова О.В. 145, 153
Філімончук С.Л. 56
Флейчук Р.І. 60, 61
Харченко Д.О. 155
Хлібишин Ю.Я. 119, 156
Холмовой Ю.П. 135
Хом'як С.В. 139
Хрокало Л.А. 39
Циганков О.В. 46
Циганкова В.А. 38
Чебанов В.А. 46
Чекой К.В. 126
Черненко В.Ю. 146
Чигиринець О.Е. 39, 40, 146
Чобіт М.Р. 72, 124, 125
Шанталій Т.А. 106
Шевченко Д.С. 57
Шевчук Є.О. 136
Шевчук О.М. 72
Шепарович Р.Б. 20
Шибанов Володимир Вікторович . 21
Шимборська Я. 107
Юринець І.В. 83
Юсіна Г.Л. 126
Ягодинець Петро 55
Ярова Н.В. 108, 109
Ясінська Ірина 127
Ятчишин Й. Й. 48
Ященко Л.М. 108, 109