ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -11

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 11

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

METAKRIL KISLOTA VA ETILENGLIKOL DIMETAKRILAT ASOSIDAGI MOLEKULYAR IMPRINTLANGAN POLIMERLARNING MORFOLOGIK HAMDA IQ-SPEKTRAL TAHLILI

Kalbaev A.M.
Qoraqalpoq davlat universiteti
E-mail: qalbaev.alisher.98@gmail.com
Asqarova D.O.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Abdikamalova A.B.
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Masharipova M.N.
Namangan davlat texnika universiteti
Dauletbaeva R.K.
Qoraqalpoq davlat universiteti
Jumanazarova Z.
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya. Ushbu ishda metakril kislota, oktadesiltrimetilammoniy bromid va etilenglikol dimetakrilat asosida molekulyar imprintlangan polimer (MIP) namunalari sintez qilindi. Sintez jarayoni suv–etanol muhitida redoks initsiator tizimi ishtirokida olib borildi. Olingan namunalar skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va infraqizil spektroskopiya (IQ) usullari yordamida tahlil qilindi. SEM natijalari MIP namunalarida geterogen va g‘ovakli morfologik struktura shakllanganligini ko‘rsatdi. IQ spektrlari asosida polimer matritsasida ester karbonil (C=O), alifatik C–H hamda C–O–C funksional guruhlarining mavjudligi aniqlandi. Shuningdek, sintez sharoitlarining o‘zgarishi polimer matritsasining funksional-guruh tarkibi va tarmoqlanish darajasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi qayd etildi. Olingan natijalar MAK–OTAB–EGDMA asosidagi MIP materiallarida rivojlangan fazoviy struktura hosil bo‘lganligini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: Molekulyar imprintlangan polimer, metakril kislota, oktadesiltrimetilammoniy bromid, etilenglikol dimetakrilat, infraqizil spektroskopiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya.

Аннотация. В данной работе были синтезированы образцы молекулярно-импринтированных полимеров (МИП) на основе метакриловой кислоты, бромида октадецилтриметиламмония и этиленгликольдиметакрилата. Синтез осуществлялся в водно-этанольной среде в присутствии редокс-инициирующей системы. Полученные образцы были исследованы методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и инфракрасной спектроскопии (ИК). Результаты СЭМ показали формирование в образцах МИП гетерогенной и пористой морфологической структуры. На основании

ISSN 3030-3907

ИК-спектров установлено наличие в полимерной матрице функциональных групп эфирного карбонила (C=O), алифатических C–H, а также C–O–C групп. Кроме того, отмечено, что изменение условий синтеза оказывает существенное влияние на функционально-групповой состав и степень сшивки полимерной матрицы. Полученные результаты подтвердили формирование развитой пространственной структуры в МИП-материалах на основе МАК–ОТАБ–ЭГДМА.

Ключевые слова: молекулярно-импринтированный полимер, метакриловая кислота, бромид октадецилтриметиламмония, этиленгликольдиметакрилат, инфракрасная спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия.

Abstract. In this study, molecularly imprinted polymer (MIP) samples based on methacrylic acid, octadecyltrimethylammonium bromide, and ethylene glycol dimethacrylate were synthesized. The synthesis process was carried out in a water–ethanol medium in the presence of a redox initiator system. The obtained samples were characterized using scanning electron microscopy (SEM) and infrared (IR) spectroscopy methods. SEM results revealed the formation of a heterogeneous and porous morphological structure in the MIP samples. Based on the IR spectra, the presence of ester carbonyl (C=O), aliphatic C–H, and C–O–C functional groups in the polymer matrix was confirmed. In addition, it was established that variations in the synthesis conditions significantly affect the functional group composition and crosslinking degree of the polymer matrix. The obtained results confirmed the formation of a well-developed spatial structure in MIP materials based on MAA–OTAB–EGDMA.

Keywords: molecularly imprinted polymer, methacrylic acid, octadecyltrimethylammonium bromide, ethylene glycol dimethacrylate, infrared spectroscopy, scanning electron microscopy.

KIRISH.

So‘nggi yillarda molekulyar imprintlangan polimerlar (MIP) yuqori selektivlikka ega funksional materiallar sifatida keng tadqiq qilinmoqda [1,2]. Ushbu materiallar ma’lum molekulalarga nisbatan tanlab ta’sir qiluvchi aktiv markazlarga ega bo‘lib, adsorbsiya, kataliz, va oqava suvlarni tozalash jarayonlarida samarali qo‘llanilmoqda [3,4]. MIP texnologiyasining asosiy afzalligi polimer matritsasida maqsad molekulaga mos keluvchi fazoviy bo‘shliqlar hosil bo‘lishi bilan izohlanadi [2,5].

Molekulyar imprintlash texnologiyasida funksional monomerning tabiati muhim ahamiyatga ega [6,7]. Metakril kislota (MAK) eng ko‘p qo‘llaniladigan funksional monomerlardan biri hisoblanadi. Bu uning tarkibidagi karboksil guruhlarning vodorod bog‘lari va elektrostatik o‘zaro ta’sirlar hosil qilish

ISSN 3030-3907

qobiliyati bilan bog‘liq. Adabiyotlarda MAK asosidagi MIP materiallari yuqori kimyoviy barqarorlik va rivojlangan funksional faollikka ega ekanligi qayd etilgan [8].

Bog‘lovchi agentlar molekulyar imprintlangan polimerlar sintezida muhim tarkibiy komponent hisoblanadi. Tadqiqotlarda divinilbenzol (DVB), trimetilolpropan trimetakrilat (TRIM), metilenbisakrilamid (MBAA) hamda etilenglikol dimetakrilat (EGDMA) kabi bog‘lovchi agentlar keng qo‘llaniladi [9]. Ushbu moddalar polimer matritsasining mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi hamda fazoviy tarmoqlanish darajasini belgilaydi [10]. Xususan, EGDMA yuqori reaktivligi, yaxshi tarmoqlanish xususiyati va g‘ovak struktura hosil qilish qobiliyati sababli MIP sintezida eng ko‘p qo‘llaniladigan bog‘lovchi agentlardan biri hisoblanadi [11]. Tadqiqotlarda EGDMA miqdorining ortishi polimerning g‘ovakligi, strukturaviy barqarorligi va morfologik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan [12]. Yuqori bog‘lovchi darajasi polimerning amorf va rivojlangan g‘ovakli struktura hosil qilishiga yordam beradi.

Sirt faol moddalardan foydalanish MIP sintezida muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Xususan, oktadesiltrimetilammoniy bromid (OTAB) molekulyar imprintlash jarayonida mitsellyar shablon hamda struktura yo‘naltiruvchi agent sifatida qo‘llaniladi. OTAB mitsellalari polimerizatsiya jarayonida fazoviy-organizatsiyalangan strukturalar hosil qilib, polimer yuzasining morfologiyasi va g‘ovak tuzilishini boshqarishda muhim rol o‘ynaydi. OTAB ishtirokida sintez qilingan polimerlarda mikro va mezog‘ovak strukturalarning rivojlanishi kuzatilgani haqida ko‘plab ilmiy ishlar mavjud [12]. Bu esa polimer yuzasining faol maydoni ortishiga hamda funksional xossalarining yaxshilanishiga olib keladi.

MIP materiallarining strukturaviy xususiyatlarini o‘rganishda skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va infraqizil spektroskopiya (IQ) eng muhim tahlil usullaridan biri hisoblanadi. SEM yordamida polimer yuzasining morfologiyasi, agregatlanish holati va g‘ovak struktura baholanadi. Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, MIP materiallari ko‘pincha amorf, geterogen va notekis morfologiyaga ega bo‘lib, bu holat ularning yuqori sorbsion xossalari bilan bog‘liq [13,14].

IQ spektroskopiya esa polimer matritsasidagi funksional guruhlarni aniqlashda keng qo‘llaniladi. Ayniqsa, efir karbonil guruhlariga tegishli ~1720 sm^{-1} sohadagi intensiv yutilish chiziqlari EGDMA va MAK asosidagi polimerlarning muvaffaqiyatli shakllanganligini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, C–O–C, C–H va O–H guruhlariga tegishli yutilish chiziqlari polimer matritsasidagi strukturaviy o‘zgarishlarni baholash imkonini beradi [14,15].

ISSN 3030-3907

MAK–OTAB–EGDMA asosidagi molekulyar imprintlangan polimerlarning rivojlangan g‘ovak struktura, yuqori fazoviy tarmoqlanish hamda barqaror funksional-guruh tarkibiga ega istiqbolli funksional materiallar ekanligini ko‘rsatadi. Shu sababli mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi MAK, OTAB va EGDMA asosida sintez qilingan MIP namunalarining strukturaviy shakllanish qonuniyatlarini, morfologik xususiyatlarini hamda polimer matritsasidagi funksional guruhlarning o‘zgarishini SEM va IQ spektroskopiya usullari yordamida aniqlashdan iborat. Olingan natijalar MIP materiallarining strukturaviy xossalarini chuqurroq tushunish va ularni kelgusida sorbsion hamda funksional material sifatida qo‘llash imkoniyatlarini baholash uchun ilmiy asos yaratadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqotda sintez jarayoni uchun 99% metakril kislota (MAA), 98% etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), 99% Oktadesiltrimetilammoniy bromid (OTAB) hamda initsiator sifatida kaliy persulfat ($K_2S_2O_8$) va natriy sulfit (Na_2SO_3) dan foydalanildi. Tadqiqotda qo‘llanilgan barcha kimyoviy reagentlar tijorat manbalaridan xarid qilinib, qo‘shimcha tozalashsiz ishlatildi.

MIP sintezi.

Dastlab 15 ml suv va 35 ml etanol (C_2H_5OH) aralashmasidan iborat erituvchi muhit tayyorlandi. Hosil qilingan erituvchida 1 mmol (0.364 g) OTAB to‘liq eritildi. So‘ngra eritmaga 4 mmol (0.344 g) MAK qo‘shildi va aralashma xona haroratida 1 soat davomida magnit aralashtirgich yordamida aralashtirib turildi. Bu bosqichda funksional monomer va sirt faol modda o‘rtasida o‘zaro ta’sirlarning shakllanishiga imkon yaratildi.

Keyingi bosqichda bog‘lovchi agent sifatida 20 mmol (3.96 g) EGDMA qo‘shildi. Shundan so‘ng initsiator tizimi boyicha 0.0318 g $K_2S_2O_8$ va 0.0148 g Na_2SO_3 reaksion muhitga kiritildi. Aralashmada inert muhit hosil qilish maqsadida 10 daqiqa davomida azot gazi purkaldi. Polimerizatsiya jarayoni yopiq sistemada 60 °C haroratda 20 soat davomida olib borildi. Sintez yakunlangandan so‘ng hosil bo‘lgan polimer ajratib olindi, yuvildi va quritildi.

Shablon molekulalarni polimer matritsasidan ajratib olish maqsadida hosil qilingan MIP etanol:sirka kislotasi (hajmiy 9:1) aralashmasida ishlov berildi. Shablon molekulalarning to‘liq ajralishini ta’minlash uchun yuvish jarayoni 3 marta takrorlandi. Yakunda tozalangan MIP (S-1 namuna) quritildi va keyingi tahlillar hamda adsorbsiya tajribalari uchun saqlandi.

Ikkinchi MIP namunasi (S-2 namuna) ham yuqorida bayon etilgan sintez usuli asosida olindi. Bunda sintez jarayonining asosiy sharoitlari saqlab qolingan holda, faqat boshlang‘ich komponentlarning miqdoriy nisbatlari o‘zgartirildi. Har

ISSN 3030-3907

ikkala namuna sintezida qo‘llanilgan reagentlarning miqdorlari 1-jadvalda keltirilgan.

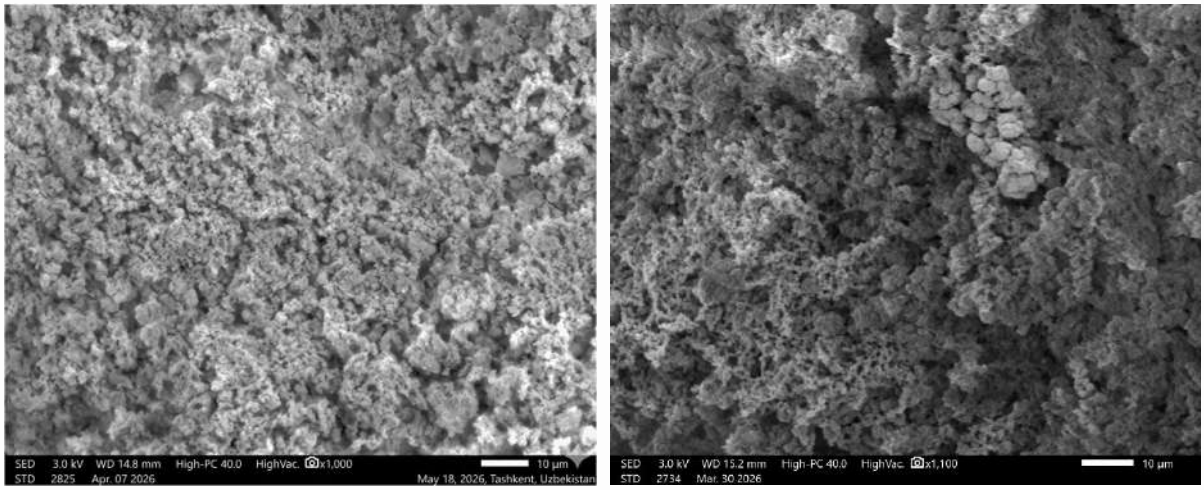
1-jadval.

Molekulyar imprintlangan polimer sintezi uchun komponentlar nisbati

Namunalar	Erituvchi, Suv:etanol, ml	MAK	OTAB	EGMDA	Initsiator	
					$K_2S_2O_8$	Na_2SO_3
S-1	15:35	4 mmol	1 mmol	20 mmol	0.0318 g	0.0148 g
S-2	15:35	4 mmol	1 mmol	10 mmol	0.0183 g	0.0086 g

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Namunalar yuzasining morfologik xususiyatlari, zarrachalarning agregatlanish holati hamda g‘ovak strukturasini baholash maqsadida skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usulidan foydalanildi. Ushbu usul polimer matritsasining mikrostrukturaviy tuzilishini va sintez jarayonida hosil bo‘lgan morfologik o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi. 1-rasmda sintez qilingan MIP namunalarining SEM tasvirlari keltirilgan.



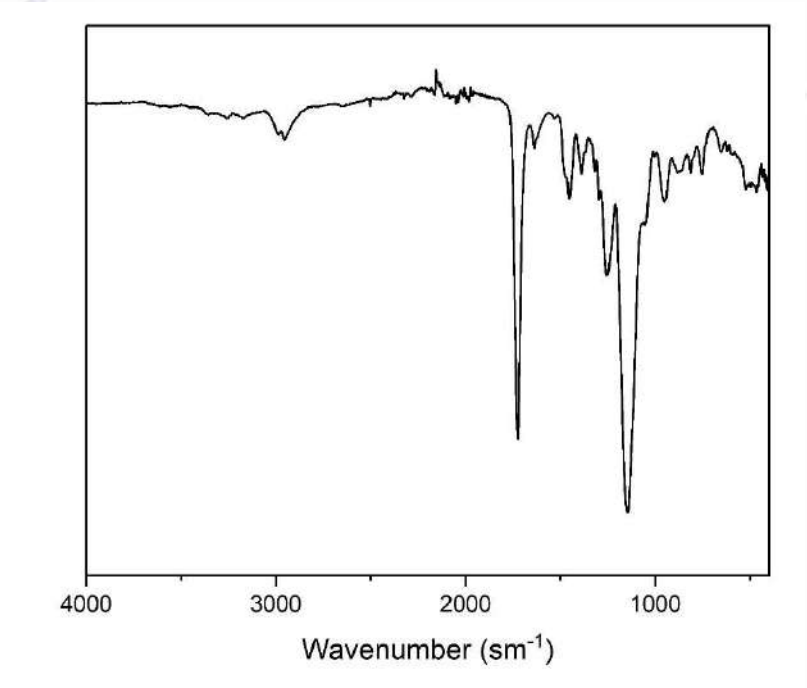
S - 1 **S - 2**

1-rasm. MIP namunalarining skanerlovchi elektron mikroskopiya tasvirlari

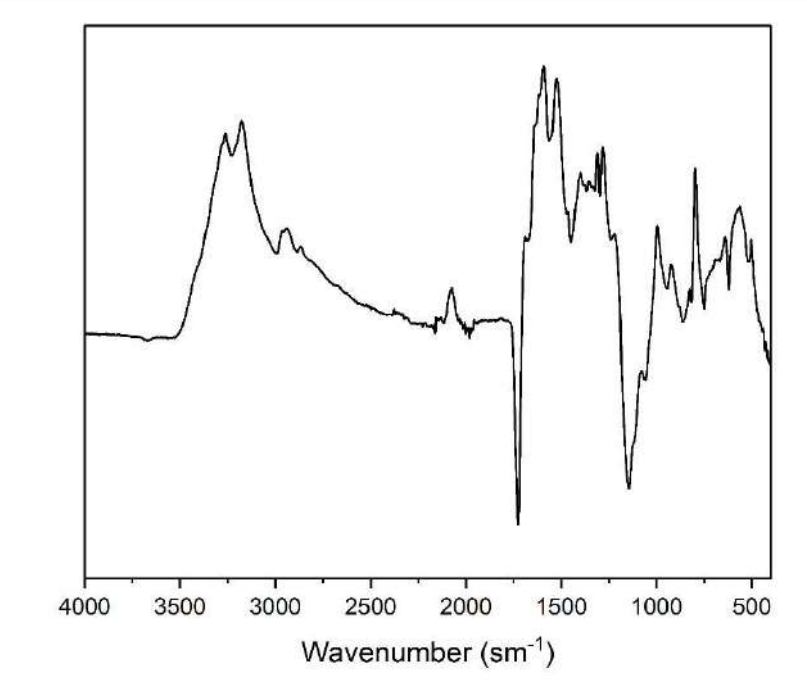
SEM tahlili natijalari ikkala MIP namunasi morfologiyasida ma’lum farqlar mavjudligini ko‘rsatdi. Birinchi MIP namunasi nisbatan zich va mayda agregatlangan zarrachalardan tashkil topgan bo‘lib, uning yuzasida notekis hamda g‘ovakli struktura kuzatildi. Ikkinchi MIP namunasi esa birinchi namunaga nisbatan yanada rivojlangan geterogen morfologiyaga ega bo‘lib, unda yirikroq aglomeratlar va nisbatan bo‘shroq g‘ovak struktura shakllangani aniqlandi. Shuningdek, ikkinchi namunada mikro va mezog‘ovaklarning ko‘proq rivojlangani kuzatilib, bu holat polimer yuzasining faol maydoni ortganligini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatishi mumkin. Har ikkala namunada ham zarrachalarning tartibsiz agregatlanishi MIP materiallariga xos amorf va geterogen morfologik tuzilma hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.



S-2



S-1

2-rasm. MIP namunalarining IQ spektrlari

IQ spektrlari S-1 va S-2 namunalarida MAK–EGDMA asosidagi polimer matritsasining muvaffaqiyatli shakllanganligini tasdiqladi. Har ikkala namunada ~1720 sm^{-1} sohada kuzatilgan intensiv yutilish chizig‘i ester karbonil guruhlarining (C=O) valent tebranishlariga mos kelib, polimerizatsiya jarayonida EGDMA va MAK fragmentlarining strukturaga inkorporatsiyalanganligini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi. S-1 namunasida 3200–3500 sm^{-1} oralig‘ida keng va intensiv yutilish sohasi kuzatildi, bu esa assotsiatsiyalangan gidroksil guruhlari hamda molekulalararo vodorod bog‘lari mavjudligi bilan izohlanadi. Bundan tashqari, 2850–2950 sm^{-1} oralig‘idagi yutilish chiziqlari alifatik $–CH_2$ va $–CH_3$ guruhlarining valent tebranishlariga tegishli ekanligi aniqlandi. 1000–1300 sm^{-1} diapazondagi intensiv yutilishlar esa ester va efir fragmentlaridagi C–O–C bog‘larining valent tebranishlariga mos keladi. S-2 namunasida O–H guruhlariga tegishli keng yutilish zonasining intensivligi kamaygani kuzatildi, bu esa polimer matritsasida erkin gidroksil guruhlar miqdorining kamayishi hamda crosslinking darajasining ortganligini ko‘rsatishi mumkin. Shu bilan birga, 1000–1300 sm^{-1} oralig‘idagi C–O–C guruhlariga xos yutilish chiziqlarining ancha keskin va intensiv namoyon bo‘lishi tarmoqlangan ester strukturaning yanada rivojlanganligini tasdiqlaydi. S-2 namunasida ayrim funksional guruhlarga tegishli yutilish chiziqlarining nisbatan keskinlashishi va spektral intensivliklarning o‘zgarishi polimer zanjirlari orasidagi o‘zaro ta’sirlarning kuchayganligini hamda strukturaviy reorganizatsiya jarayonlari sodir bo‘lganligini ko‘rsatadi. IQ natijalari sintez sharoitlarining o‘zgarishi polimer matritsasining funksional-guruh tarkibi va fazoviy tarmoqlanish darajasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

MAK, OTAB va EGDMA asosida molekulyar imprintlangan polimer namunalari muvaffaqiyatli sintez qilindi. SEM tahlillari natijasida barcha namunalarda MIP materiallariga xos amorf, geterogen va g‘ovakli morfologik struktura shakllanganligi aniqlandi. S-2 namunaning morfologik tuzilishi S-1 namunaga nisbatan yanada rivojlangan bo‘lib, mikro- va mezog‘ovak elementlarning ko‘proq hosil bo‘lgani kuzatildi. IQ spektrlari polimer matritsasida MAK va EGDMA fragmentlarining muvaffaqiyatli inkorporatsiyalanganligini tasdiqladi. Spektrlarda ester karbonil guruhlari, alifatik C–H hamda C–O–C bog‘lariga xos intensiv yutilish chiziqlari qayd etildi. Shuningdek, sintez sharoitlarining o‘zgarishi polimer zanjirlari orasidagi o‘zaro ta’sirlar va crosslinking darajasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Umuman olganda, olingan natijalar MAK–OTAB–EGDMA asosidagi MIP materiallarida rivojlangan polimer tarmoq va barqaror fazoviy struktura hosil bo‘lganligini ko‘rsatdi.

FOYDALNILGAN ADABIYOTLAR

1. Amarh, F. A., Kangmennaa, A., Agorku, E. S., & Voegborlo, R. B. (2024). A state-of-the-art review of trends in molecularly imprinted polymers in the clean-up of pesticides in environmental samples. Sustainable Environment. Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/27658511.2023.2298067

2. Vasapollo, G., Sole, R. D., Mergola, L., Lazzoi, M. R., Scardino, A., Scorrano, S., & Mele, G. (2011, September). Molecularly imprinted polymers: Present and future prospective. *International Journal of Molecular Sciences*. https://doi.org/10.3390/ijms12095908

3. Ratnaningsih, E., Kadja, G. T. M., Putri, R. M., Alni, A., Khoiruddin, K., Djunaidi, M. C., … Wenten, I. G. (2022, July 12). Molecularly Imprinted Affinity Membrane: A Review. *ACS Omega*. American Chemical Society. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02158

4. Hasanah, A. N., Susanti, I., & Mutakin, M. (2022, May 1). An Update on the Use of Molecularly Imprinted Polymers in Beta-Blocker Drug Analysis as a Selective Separation Method in Biological and Environmental Analysis. *Molecules*. MDPI. https://doi.org/10.3390/molecules27092880

5. Liu, Z., Xu, Z., Liu, H., Wang, D., Yang, Y., Duan, Y., … Lin, T. (2021, August 2). A review on molecularly imprinted polymers preparation by computational simulation-aided methods. *Polymers*. MDPI AG. https://doi.org/10.3390/polym13162657

6. Nishchaya, K., Rai, V. K., & Bansode, H. (2023). Methacrylic acid as a potential monomer for molecular imprinting: A review of recent advances. *Results in Materials*, *18*. https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100379

7. Hasanah, A. N., Safitri, N., Zulfa, A., Neli, N., & Rahayu, D. (2021, September 2). Factors affecting preparation of molecularly imprinted polymer and methods on finding template-monomer interaction as the key of selective properties of the materials. *Molecules*. MDPI. https://doi.org/10.3390/molecules26185612

8. Pisarev, O. A., & Polyakova, I. V. (2018). Molecularly imprinted polymers based on methacrylic acid and ethyleneglycol dimethacrylate for L-lysine recognition. *Reactive and Functional Polymers*, *130*, 98–110. https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2018.06.002

9. Sibrian-Vazquez, M., & Spivak, D. A. (2003). Improving the Strategy and Performance of Molecularly Imprinted Polymers Using Cross-Linking Functional Monomers. *Journal of Organic Chemistry*, *68*(25), 9604–9611. https://doi.org/10.1021/jo0352225

10. Golker, K., & Nicholls, I. A. (2016). The effect of crosslinking density on molecularly imprinted polymer morphology and recognition. *European Polymer Journal*, *75*, 423–430. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2016.01.008

11. Van Wissen, G., Lowdon, J. W., Cleij, T. J., Eersels, K., & van Grinsven, B. (2025, April 1). Porogenic Solvents in Molecularly Imprinted Polymer Synthesis: A Comprehensive Review of Current Practices and Emerging Trends. *Polymers*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/polym17081057

ISSN 3030-3907

12. Lu, C., Tang, Z., Liu, C., & Ma, X. (2018). Surface molecularly imprinted polymers prepared by two-step precipitation polymerization for the selective extraction of oleanolic acid from grape pomace extract. *Journal of Separation Science*, *41*(17), 3496–3502. https://doi.org/10.1002/jssc.201800474

13. Yang, J. C., Shin, H. K., Hong, S. W., & Park, J. Y. (2015). Lithographically patterned molecularly imprinted polymer for gravimetric detection of trace atrazine. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, *216*, 476–481. https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.04.079

14. Cegłowski, M. (2023, August 1). Editorial: Advance in Molecularly Imprinted Polymers. *Polymers*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/polym15153199

15. Hao, H. X., Zhou, H., Chang, J., Zhu, J., & Wei, T. X. (2011). Molecularly imprinted polymers for highly sensitive detection of morphine using surface plasmon resonance spectroscopy. *Chinese Chemical Letters*, *22*(4), 477–480. https://doi.org/10.1016/j.cclet.2010.11.004

ISSN 3030-3907