6D072100 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған **Әбутәліп Мүнзияның «Сызықты және торлы құрылымды жаңа стимул-сезімтал полимерлердің синтезі, характеристикасы және қолданылуы»** тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің

ПІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми, мемлекеттік бағдарламалармен (практикалық және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы

Ұсынылған жұмыс заманауи полимер химиясының өзекті аймақтарының бірі, суда еритін және суда ісінетін полимерлерді алу мен олардың негізіндегі композиттерді құру және зерттеуге байланысты орындалған. Мұндай полимерлер мен олардың негізіндегі композициялық материалдардың ерекшеліктері, олардың «стимул-сезімталдығында», яғни әртүрлі типті критикалық құбылыстың пайда болу қабілеті, мысалы, ерітінділер үшін тұнбаға түсу, тігілген макромолекулалар үшін ортаның (pH-ы, иондық күші, температурасы, электр өрісі және т.б.) болмашы ғана өзгеруінен өзінің көлемінің он немесе жүз есе өзгертуімен жүретін жылдам, тіпті секірмелі түрде фазалық ауысуы. Мұндай бірігей қасиеттері бар, сонымен қатар жай аспапсыз көзбен қадағалау, гидрофильді полимерлер мен олардың негізіндегі композитті материалдарды медицинада (дәрілік заттарды бақыланған түрде бөлу), биотехнологияда (ақуыздар мен ферменттерді тазалау), мембраналық технологияда (сұйықтарды, газдарды бөлу, микрокапсулалау), электроникада (сенсорлар, датчиктер), робототехникада (жасанды бұлшық еттер), экологиялық мәселелерді шешуде (өндіріс қалдықтарын тазалау және экология апаттарын реабилитациялау) аса келешегі мол стимулсезімтал материалдар ретінде қолдануды санайды. Алайда, стимулсезімтал полимерлерінің ортасы акрилді мономерлер, винилкапролактам және винилпирролидин негізіндегі торлы полимерлерге қарағанда шектеулі.

Қазақстанның химик-полимерщиктері прф. Шайхутдинов Е.М., проф. Мун Г.А., проф. Құдайбергенов С.Е. және т.б. әріптестердің басшылығымен басталған жұмыстар көп жылдар бойы осы бағытта жұмыс істеп келеді. Ұсынылған жұмыс осы зерттеулердің жалғасы болып табылып отыр. Жұмыста жаңа суда еритін және суда ісінетін полимерлерді құру үшін сомономерлер ретінде алғаш рет акрил қышқылы (АҚ), N-изопропилакриламид (N-ИПАА) және 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) негізінде алынған және де гидрофобты түрлендірілген поликарбоксибетаиндерді синтездеп алу үшін алкиламинокротонаттардың екі енамин және имин таутомерлік формалары бөлініп алынған.

Ізденуші Әбутәліп Мүнзияның диссертациясында макротізбектегі гидрофильді және гидрофобты фрагменттерді белгілі бір ретпен орналастыру арқылы суда еритін және суда ісінетін полимерлерді алудың жаңа тәсілдері пайдаланылып, әр әдістің артықшылығы мен кемшілігі анықталды.

Осыған байланысты Әбутәліп Мүнзияның «Сызықты және торлы құрылымды жаңа стимул-сезімтал полимерлердің синтезі, характеристикасы және қолданылуы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысының өзектілігі мен маңыздылығы күмән келтірмейді.

Диссертациялық жұмыс РМК Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ ЕМК Жаңа химиялық технологиялар және материалдар ғылыми-зерттеу институтында BR05236419 – « Жоғары эффективті кең спектрлі практикалық қолданыс мүмкіндігі бар функционалданған органикалық заттар мен материалдарды құру» (мем. тіркеу №178 от 15.03.2018ж.). ҚР БҒМ-нің жаратылыстану ғылымдары саласындағы іргелі ғылыми зерттеулер бағдарламасы (2018-2020 жж.) аясында жүргізілген.

2. Диссертация тақырыбының мамандық паспортына сәйкес келуі

Әбутәліп Мүнзияның «Сызықты және торлы құрылымды жаңа стимул-сезімтал полимерлердің синтезі, характеристикасы және қолданылуы» атты диссертациялық тақырыбы 6D072100 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандық паспортына сәйкес келеді.

3. Ғылыми нәтижелер және олардың негізделуі

Керекті теориялық міндеттерді орындайтын жұмыстың ерекше маңызды ғылыми жаңалығына мыналар жатады:

1. Алғаш рет акрил қышқылы (АҚ), N-изопропилакриламид (N-ИПАА) және 2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) сызықты және торланған сополимерлерді радикалды полимерлену арқылы алынды. Инициатор ретінде аммоний персульфаты, тігуші агент ретінде бисакриламид қолданылды. Алынған ИПААМ-ГЭА-АҚ сополимерлерінің әртүрлі температурадағы фазалық ауысуы сызықты сополимерлер үшін турбидиметриялық, ал торлы полимер үшін катетометрлік әдіспен салыстырмалы көлемінің өзгеруімен зерттелді.

2. Суда еритін сополимерлерге төменгі критикалық еру температурасы, ал гидрогельдерге термоиндуцирленген коллапстың, яғни температураның жоғарлауымен тор көлемінің біршамаға кішірейетіні тән екені және ол сонымен қатар ортаның pH-на тәуелді болатыны анықталды. Сополимердегі бастапқы мономерлік қоспадағы (БМҚ) ИПААМ-ның гидрофобты мөлшерінің артуы фазалық ауысу температурасының төмендеуіне, ал акрил қышқылының артуы ондағы карбоксил топтарының иондануының салдарынан термосезімталдықтың жойылуына әкелетіндігімен түсіндірілді.

3. Сополимердің түзілу және алу заңдылықтары золь-гель, гравиметриялық, термогравиметриялық, дифференциалды сканерлеуші калориметриялық талдаулар жасалуы арқылы анықталды. Сканерлеуші электронды микроскопиялық әдіспен алынған сополимерлердің морфологиясы, яғни үйлесімділігі зерттелді.

4. Жұмыста сызықты және торланған АҚ-N-ИПАА-ГЭА сополимерлерін дәрілік затты тасымалдаушы ретінде қолдану мақсатында, олардың дәрілік заттармен әрекеттесу заңдылықтары зерттелді. Дәрілік заттар (ДЗ) ретінде линкомицин мен гентамициннің сулы ерітінділері қолданылды. Алынған [СПЛ]/[ДЗ] комплексіндегі дәрілік заттың босап шығуы ортаның pH-на тікелей байланысты екені бақыланды. Қышқылдық ортаға қарағанда негіздік

ортада тігілген үлдірден ДЗ-ң босап шығуы ондағы карбоксил тобының толық ионданып, полиэлектролиттік эффект көрсете конформациясының жайылуымен және комплекстің толық ыдырауымен түсіндіріледі. Ал суда ісінетін полимерлердің үлгілері үшін натрий хлориді мен гентамицинге қарағанда линкомицинде қосымша ісінетіні анықталды. Жаңа сополимер мен оның дәрілік затпен комплекске түскен үлгілері үшін ИҚ спектрлері түсірілді.

5. Дәрілік заттармен иммобилизацияланған гидрогельдердің белсенділігі ашытқы тектес *Staphylococcus* саңырауқұлақтарының өсуін тежеу дәрежесі арқылы анықталды. Суда ісінген гидрогельдердің ішінде тек құрамында АҚ 10% мономерлік буыны бар гидрогельдер ғана белсенділік көрсететіні, ал линкомицин және гентамицин ерітінділерін сіңірген гидрогельдер микробқа қарсы ерекше белсенділік көрсететіні анықталды.

6. Сонымен қатар жұмыста алғаш рет, этилацетоацетат пен әртүрлі ұзындықтағы алкил аминдері синтезделіп, олардан алкиламинокротонаттардың екі енамин және имин таутомерлік формалары бөлініп алынған. Бөлініп алынған енамин формасы төрт түрлі поли(алкилдендірілген аминокротонат − метакрил қышқылы) полимерлерін синтездеуге қолданылған. H^1-ЯМР, ИҚ спектрометрлері арқылы олардың құрылымына және функционалды топтарына талдау жасалынып анықталған.

7. Гидрофобты түрлендірілген, құрамында төрт түрлі көмірсутекті топтары бар амфифилді поликарбоксибетаиндер алғаш рет RAFT-полимерлеу әдісін қолдана отырып синтезделіп алынған. Алынған поликарбоксибетаиндердің құрылымы H^1-ЯМР және ИҚ спектрометрлер көмегімен зерттелген. Молекулалық массасы гель өтімді хроматография арқылы анықталып, Mw = 20000-30000 г/моль, полидисперістілігі 1-2 болатындығы анықталған.

8. Амфифильді поликарбоксибетаиндердің изоэлектірлік нүктесі (ИЭН) зета потенциалды өлшеулер арқылы зерттеліп, ИЭН-сі pH 1-2 құрайтыны анықталған. Гидрофобты түрлендірілген поликарбоксибетаиндердегі өздігінен шоғырланған агрегаттардың pH-тың өсуіне байланысты сфералық, өзек тәріздіден терек тәрізді құрылымға дейін өзгеретіні ЖЭМ электронды микроскобының көмегімен анықталған. Жүйедегі кристалдардың шөгуі мен тұтқырлығының өзгерісі, ондағы күшті гидрофобты әрекеттесу және цвиттериондық топтардың ұзын көмірсутектердің кристалдану үрдісін өзгерту қабілетімен түсіндірілген. Амфифилді поликарбоксибетаиндердің өздігінен шоғырлануы және олардың көмірсутек молекулаларымен байланысы, оларды көптеген өнеркәсіп аймақтарында қолдануға мүмкіндік ашатын ақпарат береді.

9. Жұмыста синтезделіп алынған жаңа поликарбоксибетаиндерді жоғары парафинды мұнайға присадка ретінде қолданудың технологиялық сызба-нұсқалары ұсынылған.

Алған нәтижелердің нақты екеніне қазіргі заманның талабына сай әдістер мен приборларда: ЯМР-, УК-, ИҚ-спектроскопияда, динамикалық жарықшашырату және зета-потенциал әдісінде; гель өтімді хроматография, жарықтандыратын электрондық микроскопия, сканерлеуші электронды

микроскопияда, термогравиметриялық және дифференциалды сканерлеуші калориметрлік талдауда және т.б жасағаны дәлел болып табылады.

4. Ізденушінің диссертацияда тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижелерінің тұжырымдары мен қорытындыларының негізделу және шынайылық дәрежесі

Диссертациялық жұмыста қойылған мақсаттарға сәйкес зерттеулер жүргізіліп, жаңа ғылыми нәтижелер алынды.

Жұмыста алынған нәтижелер мен қорытындылар барлық бөлімдердің мазмұнын ашады және жоғары сенімділік дәрежесімен сипатталады. Нәтижелер теориялық және тәжірибелік мәліметтерді талдау арқылы алынған.

Диссертация нәтижелерінің тұжырымдары мен қорытындыларының негізділігі және шынайылығы қазіргі заманның талабына сай әдістер мен приборларда: ядролық магниттік резонансты спектроскопия; динамикалық жарықшашырату және зета-потенциал әдісі,, термогравиметриялық талдау, дифференциалды сканерлеуші калориметрия, гель өтімді хроматография, электронды микроскоп, ИҚ-спектрофотометр, УК-спектроскопия, гравиметрия, лиофильді кептіргіш; катетометрлік әдіс және т.б. жасағалғаны тәжірибелерде алынған нәтижелердің нақтылығын жоғарылатады және нақты екеніне дәлел бола алады.

Жұмыс нәтижелері бойынша 9 мақала, 4 баяндама тезистері басылым беттерінде жарық көрген. Мұның ішінде 2 мақала Scopus базасының құрамына кіретін халықаралық ғылыми журналда, 2 мақала Clarivate Analytics базасына кіретін, ретейнгісі жоғары дәрежелі (IF=3.7, Q2) америка химия қоғамының (ACS) Langmuir журналында, 5 мақала ҚР Ғылым және Білім министрлігі белгілеген республикалық басылымдарда жарияланған.

Әбутәліп Мүнзияның алған ғылыми нәтижелері "Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережелерінің" 2, 5, 6 т. толығымен сәйкес келеді.

5. Ғылыми нәтижелердің практикалық және теориялық маңызы

АҚ-N-ИПАА-ГЭА негізінде алынған сызықты және тігілген сополимерлердің қажетті фазалық ауысу температурасын макротізбектегі гидрофобты және гидрофильді буындардың ара-қатынасын түрлендіру арқылы алуға болатындығы дәлелденген. Сонымен қатар синтездеп алынған алкиламинокротонаттардан енамин және имин таутомерлік формаларын жұқа қабатты және колонналы хроматография әдістері арқылы бөліп алу әдісі және олардан гидрофобты түрлендірілген, құрамында төрт түрлі көмірсутекті топтары бар амфифилді поликарбоксибетаиндерді алудың жаңа жолдары ұсынылған.

АҚ-N-ИПАА-ГЭА негізіндегі жаңа стимулсезімтал сополимерлерді дәрілік заттарды бақылап бөлетін тасымалдаушылар ретінде, ал гидрофобты түрлендірілген поликарбоксибетаиндерді жоғары парафинді мұнайлардың кристалдануын бәсеңдету мақсатында присадка ретінде қарастыруға болады.

6. Диссертация бойынша ұсыныстар мен кемшіліктер

1. Диссертациялық жұмыста алғаш рет стимул-сезімталды үштік сополимерлердің синтезі және олардың физика-химиялық талдаулары жайлы талқыланған. Алайда, сополимер құрылысын құраушы жеке мономерлердің,

айта кеткенде N-изопропилакриламид, 2-гидроксиэтилакрилат және акрил қышқылы, реактивтілігі, әдеби деректерге сәйкес, әртүрлі болғандықтан, жұмыста сополимерлеу кинетикасын, реакциядан соңғы сополимерлер қатынасы, сополимерлер конверсиясы, реакция өнімінің шығымын зерттеу туралы, сонымен қатар жаңа сызықты сополимерлер үшін олардың молекулалық массасы мен полидисперстілігін анықтау туралы эксперименттік деректер келтірілмеген.

2. Диссертациялық жұмыста алынған сополимерлердің шынылану температуралары анықталан. Дегенмен де, сополимерлердің балқу температурасы мен кристалдану дәрежесін жаңа жүйелер үшін анықтау фундаменталды ғылым тұрғысында маңызы зор болып табылады.

3. Жұмыста алынған сызықты сополимерлердің дәрілік зат арасындағы комплекске түзілуі қабеліттілігі зерттелініп, солардың негізінде дәрілік форма-үлдірлер алынған. Дәрілік заттың полимерлі матрицадан босап шығу кинетикасын зерттеу мақсатында үлдірлерді алдын ала жоғары температурада термиялық тігілу тәжірибесі жасалған. Белгілі тәжірибелерді ескере отыра, егер дәрілік зат тым жоғары немесе тым төмен температурада сақталса, препараттың химиялық тұрақтылығына нұқсан келуі мүмкін. Бұл белсенді заттың ыдырап, басқа химиялық түрленуге ұшырауы мүмкін дегенді білдіреді. Бұл қоспалар көзбен көрінбеуі мүмкін, алайда бұл ыдырау препаратты ағзаға қабылдау кезінде нақты проблемалар тудыруы мүмкіндігі әрқалай. Осы орайда термиялық тігілуі процесінің дәрілік затқа әсері ескерілді ме? Термиялық тігілудің механизмі толық зерттелмеген.

4. Алынған нәтижелердің қайта өндірушілігінің ықтималдығын арттыру мақсатында жеке эксперименттердің ең азы үш рет қайталанып жасалуы және стандартты ауытқулардың графиктерде көрсетілуі абзал, ал дәрілік заттың адсорбция-десорбциясы және микробиологиялық тәжірибелер үшін статистикалық анализдің орындалуы маңызды.

5. Жұмыста RAFT-полимерлеу әдісі арқылы алынған гидрофобты түрлендірілген поликарбоксибетаиндердің мұнайдың кристалдану температурасын өзгертуге қабілетті екені көрсетілген және де мұнайдың моделі ретінде декан мен парафиннің қоспасына қолданылған. Алайда Қазақстанда өндірілетін мұнайдың кем дегенде бір түріне тәжірибе жүргізілмеген.

Алайда жоғарыда айтылған кемшіліктер диссертациялық жұмыста алынған негізгі нәтижелерге, зерттеулерге, тұжырымдарға, қорытынды мен ғылыми жаңалықтарға әсер етпейді және ізденушінің нағыз зерттеуші ретінде дамып жетілгенін көрсетеді.

6. Ғылыми дәрежелерді беру ережелерінде көрсетілген талаптарға диссертация мазмұнының сәйкестілігі

Әбутәліп Мүнзияның «6D072100- «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған «Сызықты және торлы құрылымды жаңа стимул-сезімтал полимерлердің синтезі, характеристикасы және қолданылуы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы маңыздылығы, тәжірибелік зерттеулер көлемі, әдістемелік деңгейі, алынған мәліметтердің жаңалығы қазіргі

кездегі өзекті мәселеллерді шешуге мүмкіндік береді. Диссертациялық жұмыс логикалық түрде құрастырылған, Қазақстан Республикасының БҒМ білім беру және ғылым саласындағы бақылау және аттестация комитетінің "Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережелерінің" талаптарына сай келеді, ал оның авторы «6D072100- «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Алматы технологиялық университеті химия, химиялық технология және экология кафедрсының профессоры, х.ғ.д. **Курманалиев М.К.**