

Туракулов Фозилжон Мамарайим ўғли, Юнусов Хайдар Эргашович, Сарымсаков Абдушкур
Абдухалилович, Карабаева Барно Сабировна, Туксанова Сапураой Вали кизи

НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА ЭРИТМАЛАРИДА СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН СЕЛЕН НАНОЗАРРАЛАРИНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Полимерлар кимёси ва физикаси
институтини, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий к., 7^{“б”}.

e-mail: polymer@academy.uz, turakulovf1993@yahoo.com

Мазкур ишда, алмашилиш даражаси 0,85 ва полимерланиш даражаси 1015 бўлган тозаланган натрий-карбоксиметилцеллюлозанинг турли концентрацияли полимер эритмаларида, аскорбин кислотаси иштирокида, натрий селенитнинг 0,1 М эритмаси билан кимёвий қайтариш усули орқали турли ўлчам ва шаклга эга селен нанозарраларини шакллантириш ва уларнинг ўлчамларини бошқариш имкониятлари кўрсатиб берилган. Тозаланган натрий-карбоксиметилцеллюлозанинг концентрацияси 2,5-3% бўлган эритмаларида синтез қилинган селен нанозарралари вақт давомида сақланганда, уларнинг шакл ва ўлчамининг барқарор бўлиши, УБ-спектроскопия ва ёруғликнинг динамик тарқалиш (DLS) анализ усуллари орқали ўрганилган. Синтез қилинган селен нанозарралар дисперслик ва бир жинслилик даражасига ультратовуш диспергатор таъсир вақтининг боғлиқлиги ўрганилган. Ультратовуш диспергаторда ишлов бериш вақтининг 5, 10, 20, 30 минутгача ортиши билан селен нанозарраларининг 113 нм ўлчамдан 85 нм ўлчамгача кичрайиши ва эритмада уларнинг монодисперслик даражаси 37%-дан 88%-гача ортганлиги ёруғликнинг динамик тарқалиш анализи орқали исботланди.

Таянч иборалар: натрий-карбоксиметилцеллюлоза, селен нанозарралари, кимёвий қайтарилиш, аскорбин кислотаси, барқарорлик даражаси, ёруғликнинг динамик тарқалиши.

Кириш. Селен инсон организмидаги муҳим микроэлемент бўлиб, 30 турдан ортиқ биологик фаол жараёнларда иштирок этади. Селен элементи фаол ферментлар, антиоксидантлар, нуклеин кислоталар, липидлар ва гормонлар таркибига киради ва саратонга қарши кучли восита сифатида турли хил касалликларни олдини олади ва даволайди [1].

Организмда селен танқислигини олдини олиш мақсадида, нанотехнология усуллари қўллаб, ўзида селен нанозарралари тутган полимер таркибли дори воситаларнинг янги авлодларини синтез қилиш ва уларни тиббиёт амалиётида онкологик касалликларни даволашда қўллаш замонавий кимё, фармацевтика ва тиббиёт фанларининг долзарб муаммоларидан биридир.

Полимер матрицасида селен нанозарраларини (SeH₃) кимёвий [2], физикавий [3] ва биологик [4, 5] усуллар орқали синтез қилиш мумкин. Кимёвий усул самарали ҳисобланиб, SeH₃ турли хил

кимёвий қайтарувчилар жумладан, аскорбин кислота [6], гидразин ва натрий боргидрид иштирокида синтез қилинади. Барқарорлаштирувчи полимер матрица сифатида хитозан [7], глюкоманнан [8], целлюлоза [9], тритонХ-100 [10], поливинил гидроксид [11], натрий-карбоксиметилцеллюлоза (Na-KMЦ) ва бошқа сувда эрувчан полисахаридлардан фойдаланиш мумкин. Сувда эрувчан полимер матрицалар кам токсиклик ва биопарчаланувчанлик хоссаларига эга бўлиб, SeH₃ хужайра тўқималарига етказиш вазифасини ўтабгана қолмай, шаклланаётган SeH₃ ўлчам ва шаклини бошқаришга ва барқарорлаштиришга хизмат қилади [12] ҳамда организмда узок вақт таъсир этиш хоссасини намоён этади [13].

SeH₃ биологик фаоллиги бевосита нанозарраларнинг ўлчами, шакли ва уларнинг сирт юзасининг кичрайишига боғлиқ бўлиб, Na-KMЦ матрицасининг турли концентрациясида синтез қилиш орқали унинг ўлчамини бошқариш мумкин

УДК 541.64:539.2:547

[14]. Нанозарраларнинг *in vitro* усулида эндоцитоз вакуолалар орқали организмга кириб бориши вафагоцитоз жараёнида ўлчамлари 10-90 нм бўлган нанозарралар хужайра мембранасидан кириб борганлиги аниқланган [15]. Нанозарраларнинг полидисперслиги, зарра ўлчамлари ва микдорини аниқлашда ёруғликнинг динамик тарқалиши (DLS) ва УБ-спектроскопия тадқиқот усуллари ўлчамлари 0,6-6000 нм оралиғида бўлган нанозарраларни аниқлаш имконини беради [16]. DLS анализ усулининг ўлчаш техникаси, эритмаларда Броун ҳаракатида бўлган нанозарраларнинг диффузия коэффициентини ўлчашга асосланган бўлиб нанозарралар ўлчамларини субмикрондан нанометргача бўлган ораликда аниқлайди [17]. УБ-спектроскопия усули эритмада синтез қилинган нанозарралар микдорини аниқлашда уларга хос бўлган тўлқин узунликлардаги нур ютилиш интенсивлиги ва оптик зичлигини ўлчашга асосланган [18].

Гуава барги экстрактининг 2,5-15 % бўлган турли концентрацияларида, 60°C ҳароратда, аскорбин кислотаси иштирокида натрий селенит (Na_2SeO_3) тузидан синтез қилинган SeH_3 микдори УБ-спектроскопия усулида аниқланган тўлқин узунлиги 370 нм бўлган УБ-нурларининг интенсивлиги концентрацияси 5% бўлган барг экстрактида синтез қилинган SeH_3 юқори эканлиги қайд этилган ва 5% концентрацияли барг экстракти оптимал концентрация сифатида танланган. Синтез қилинган SeH_3 шарсимон ва гексагонал шаклларда эканлиги ҳамда 95-120 нм зарра ўлчамларни ташкил этиши DLS ва TEM анализ усуллари орқали аниқланган [19].

Барқарорлаштирувчи сифатида албумин матрицасида кимёвий қайтариш усулида ўлчамлари 79-178 нм бўлган шарсимон шаклли SeH_3 синтез қилинган ва уларнинг ўлчам ва шакллари DLS ва SEM тадқиқот методлари орқали аниқланган [16]. Хитозан эритмасида аскорбин кислотаси ва поливинил спирт ёрдамида ўлчамлари 18–44 нм бўлган барқарор SeH_3 синтез қилинган ва улар *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ва

Streptococcus epidermidis каби штаммларига нисбатан юқори антибактериал фаолликни намоён этган [20]. Anil Parsram Bidkar ва бошқалар [21] плуроник Ф-127 макромолекуласида аскорбин кислотаси иштирокида ўлчамлари 20-100 нм бўлган SeH_3 синтез қилишга муваффақ бўлишган *in vitro* усулида кўкрак ва бачадон бўйни саратони хужайраларига қарши тасирлари ўрганилган. Ф-127- SeH_3 препарати саратон хужайраларига қарши сезиларли антипролифератив таъсирни намоён қилиб хужайра митохондриyasi фаолиятига салбий таъсир этувчи саратон хужайраларининг оксидловчи стрессини 28,2-61%-гача камайтирганлиги тиббий-биологик тадқиқодлар орқали исботланган.

Мазкур ишнинг мақсади, турли концентрациядаги тозаланган Na-КМЦ эритмаларида кимёвий қайтариш усулида синтез қилинган SeH_3 вақт давомида сақланганда уларнинг ўлчам ва шакли ўзгаришини ҳамда барқарорлигини ўрганиш, барқарорлаштирувчи Na-КМЦ эритмасининг оптимал концентрациясини танлаш ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганишдан иборат.

Материал ва методлар. Мазкур ишда селенит ионларидан (SeO_3^{2-}) SeH_3 синтез қилиш учун Na_2SeO_3 тузининг (ГОСТ 6-09-17-209-88) концентрацияси 0,1 М бўлган сувли эритмасидан фойдаланилди. Барқарорлаштирувчи полимер матрица сифатида полимерланиш даражаси (ПД) - 1015, алмашилиш даражаси (АД) – 0,85 бўлган Ts-19515439-06:2019 ташкилот стандарти бўйича тозаланган Na-КМЦ намуналари танлаб олинди. Танлаб олинган тозаланган Na-КМЦ намунасида концентрациялари 1,5%, 2%, 2,5%, ва 3% бўлган сувли эритмалар тайёрланди ва CenLee 20K (Хитой) русумли центрифугада 8000 айл/дақиқа тезликда 15 дақиқа давомида центрифуга қилиниб, эриган ва гел фракцияларга ажратилди. Na-КМЦ эритмасининг эриган фракциясига (pH=7,78) 60°C ҳароратда концентрацияси 0,1 М бўлган Na_2SeO_3 тузи эритмасидан (pH=8,73) 3 мл микдорда қўшиб 30 дақиқа давомида 1550 айл/дақиқа тезликда OS20-S (Ҳиндистон)

УДК 541.64:539.2:547

русумли механик аралаштиргич ёрдамида аралаштирилди ва таркибида 0,237 мг/мл миқдорда SeH_3 тутган $\text{Se}^0\text{KMЦ}$ намуналарида физик-кимёвий тадқиқотлар олиб борилди.

УБ-спектроскопик тадқиқотлар тўлқин узунлиги 190-800 нм монохроматор тирқиши 1 нм ва сканерлаш тезлиги секундига 2 нм бўлган Specord 210 (Германия) русумли спектрофотометрида олиб борилди.

Эритмадаги SeH_3 дисперслик ва бир жинслилик даражасини ошириш учун намуналарга электр тебранишлар частотаси 44 кГц бўлган UZDN-1, U-4.2 (Россия) русумли ультратовушли диспергаторда 5, 10, 20, 30 дақиқа вақт давомида ишлов берилди.

Селен нанозарраларининг гидродинамик диаметри ва эритмада тарқалиш диффузияси ёруғликнинг динамик сочилиши (DLS) усулида Photocor compact (МЧЖ «Фотокор», Россия) қурилмасида баҳоланди. Ўлчашлар 298 К ҳароратда, қуввати 25 мВт ва тўлқин узунлиги 635,6 нм бўлган термик

барқарорлаштирилган яримўтказгичли лазерда амалга оширилди.

Тадқиқот натижалари ва уларнинг таҳлили. SeH_3 аморф ва кристалл тузилишга эга бўлиб, ҳозирги кунда қизил рангли SeH_3 нинг тригонал, α -, β -, γ -моноклин, ромбоэдр ва гексагионал аллотропик шакллари аниқланган. Аморф ҳолатдаги селен эса ковалент боғланган занжирли ноорганик полимер ҳисобланади [22].

Na-KMЦ матрицасининг эрувчанлиги ва тозалик даражаси фармацевтик препаратлар синтез қилишда энг муҳим физик-кимёвий кўрсаткичлардан бири ҳисобланиб, улар дори воситалари ва тиббий буюмларнинг сифатини белгилайди. Ишнинг дастлабки босқичида АД-0,85 ва ПД -1015 бўлган тозаланган Na-KMЦ намуналарининг эриган ва гел фракциялар миқдорини ва уларнинг АД ва ПД аниқлаш мақсадида тадқиқотлар олиб борилди, олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Na-KMЦ эритмасининг эриган ва гел фракциялар миқдори ва уларнинг ПД ва АД қийматлари

№	Тозаланган Na-KMЦ намуналарининг кўрсаткичлари			Центрифугадан кейинги Na-KMЦ намуналарининг эриган ва гел фракция миқдорлари					
	Намуна	АД	ПД	Эриган фракция			Гел фракция		
				Миқдори, %	АД	ПД	Миқдори, %	АД	ПД
1	Na-KMЦ	0,85	1015	99,5	0,89	998	0,5	0,23	1160

Жадвалдан кўринадики, тозаланган Na-KMЦ эритмасини 15 дақиқа давомида центрифугалашдан кейин АД қиймати юқори ва ПД нисбатан паст қисми тўлиқ сувда эриганлиги ҳамда АД қиймати паст ва ПД нисбатан юқори қисми гел ҳолида ажралганлиги аниқланди. Тозаланган Na-KMЦнинг АД қиймати юқори бўлиши билан сувда эрувчанлик қиймати ортиши Na-KMЦ макромолекулалари орасидаги водород боғлар миқдорининг камайиши ва Na^+ ва

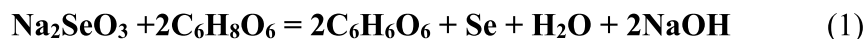
KMЦ^- ионларига диссоциацияланиш имкониятининг ортиши билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг навбатдаги қисмида SeH_3 синтез қилиш учун барқарорлаштирувчи полимер матрица сифатида танлаб олинган, сувда эрувчанлиги 99,5% бўлган тозаланган Na-KMЦнинг АД=0,89 ва ПД=998 ҳамда эритма муҳити $\text{pH}=7,78$ бўлган турли концентрациядаги эриган фракциясида Na_2SeO_3 тузининг 0,1 М сувли эритмасидан фойдаланиб, кимёвий қайтариш усулида

УДК 541.64:539.2:547

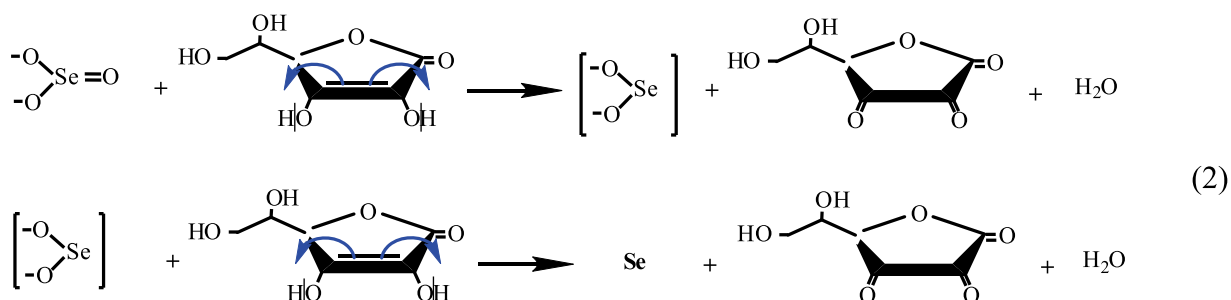
аскорбин кислотаси ($C_6H_8O_6$) иштирокида синтез қилинган $[SeH_3-nKMnO_4]$ полимерметаллокомплекс намуналарида физик-кимёвий тадқиқотлар олиб борилди. $Na-KMnO_4$ намуналарининг сувли эритмасида Na_2SeO_3 тузи, Na^+ катиони ва SeO_3^{2-}

анионларига диссоциацияланади ва ҳосил бўлган SeO_3^{2-} анионлари аскорбин кислотаси ($C_6H_8O_6$) иштирокида эркин селен элементига қайтарилади ва реакция натижасида дегидроаскорбин кислотаси ($C_6H_6O_6$) ҳосил бўлади (1-реакция).



Ушбу реакцияда Na_2SeO_3 тузидан кимёвий қайтарилиш натижасидаселен элементи ҳосил бўлишининг кимёвий маҳанизми 2-реакцияда келтирилган бўлиб 1-реакция тенгласидан кўринадики, икки

молекула $C_6H_8O_6$ бир молекула SeO_3^{2-} анионини кимёвий қайтариши натижасида оксидланиш даражаси нол (0) бўлган эркин селен (Se^0) элементи ҳосил бўлади (2-реакция).



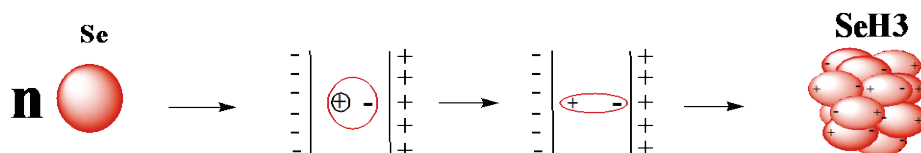
Кимёвий жиҳатдан валентликлари тўйинган ва электронейтрал молекулалар бир-бирига яқин келганда ўзаро тортишади ва молекулалар бир бирига тортишиб мустаҳкам кристалларни ҳосил қилади. Селен элементининг атом радиуси 0,14 нм бўлиб, селен атомлари ички ва ташқи қутбланишлар натижасида юзага келган

ўзаро электростатик тортишиши ҳисобига ўзаро бирикиб SeH_3 ҳосил қилади. Селен атомлари ўзаро электростатик тортишганда Ван-Дер-Ваальс кучлари ҳисобига молекулалараро таъсир юзага келади. Ван-Дер-Ваальс кучлари ориентацион, индукцион ва дисперсион кучлар йиғиндисидан иборатдир (I):

$$U = U_o + U_u + U_d(I)$$

Ван-Дер-Ваальс кучларининг юзага келиши молекулаларнинг қутбланганлиги билан боғлиқ бўлиб, селен эркин ҳолда диполга эга бўлмаганлиги учун молекулалар асосан дисперсион кучлар билан тортилади. Дисперсион кучлар қутбланмаган

молекулалар орасида вужудга келиб, бунда селен атомларидаги электрон ва атом қутбланишлар таъсирида юзага келади [23]. Мазкур молекулалараро таъсир натижасида бир нечта атомлардан иборат бўлган турли ўлчамдаги SeH_3 ҳосил бўлади (1-расм).



электрон қутбланиши атом қутбланиши

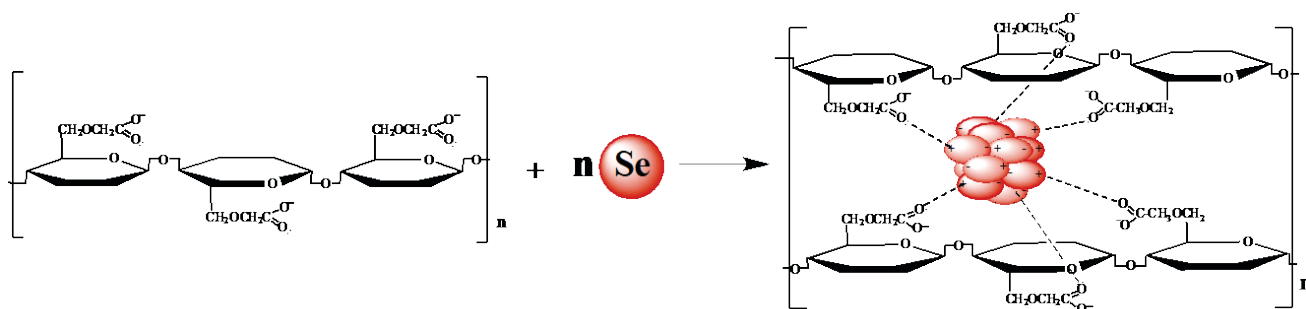
1-расм. Ички қутбланишлар натижасида SeH_3 шаклланиш механизми

УДК 541.64:539.2:547

1-расмдан кўринадики, электрон кутбланишда селен атоми мусбат зарядланган ядроси ва манфий зарядланган ташқи электронлари кутбли молекулалар ва кутубли функционал гуруҳлар таъсирида карама-қарши томонларга жойлашади. Ядро ва электронлар маълум бир масофада карама-қарши томонларга тўлиқ жойлашганда атом кутбланиш юзага келади ва атом мусбат ва манфий диполга эга бўлган кутбли нанозаррага айланади. Селен атомлари электрон ва атом кутбланиши натижасида селен атомларининг мусбат ва

манфий диполлари ўзаро тортишиб турли ўлчам ва шаклли SeH_3 ҳосилқилиши мумкин.

Na-KMЦ макромолекулаларидаги карбоксил ($-\text{COO}^-$) ва гидроксил ($-\text{OH}^-$) функционал гуруҳлар таъсирида SeH_3 ташқи кутбланишга учрайди ва кутблилик даражаси янада ортиб умумий мусбат ва манфий диполлар ҳосил бўлади. SeH_3 мусбат диполлари билан карбоксил ($-\text{COO}^-$), гидроксил ($-\text{OH}^-$) гуруҳларнинг кучли манфий диполлари ўртасида диполлараро боғланиш ҳосил бўлишинатижасида SeH_3 барқарорлиги таъминланади (2-расм).

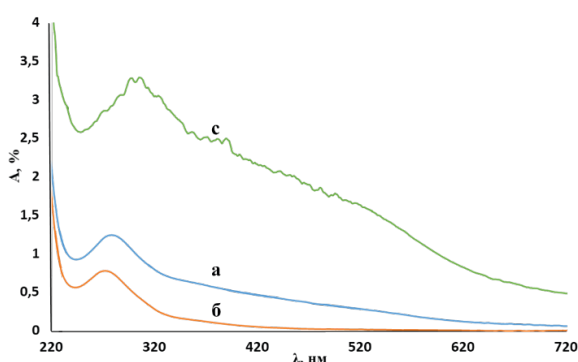


2-расм. Na-KMЦ ва селен нанозарралари орасида диполлараро боғланиш натижасида барқарор полимерметаллокомплекслар ҳосил бўлиш схемаси

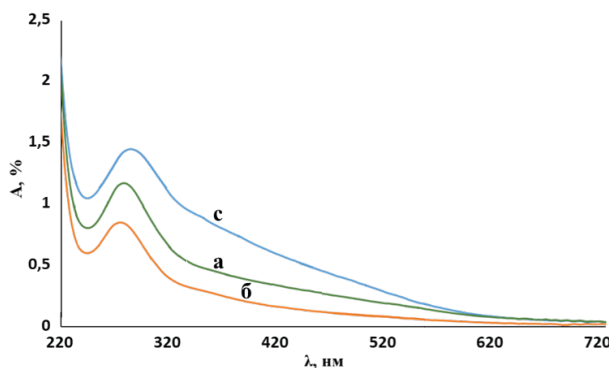
Келтирилган 2-расмдан кўринадики, SeH_3 юзасида ҳосил бўлган мусбат диполлар Na-KMЦ эритмаларидаги кучли манфий кутбланган карбоксил ($-\text{COO}^-$) гуруҳларига ўзаро тортилишидан ҳосил бўлган диполлараро боғланиш натижасида SeH_3 ва Na-KMЦ ўртасида молекулалараро таъсирлар ҳосил бўлади. Бу диполлараро боғланишлар ва молекулалараро таъсирлар кучли электростатик тортишиш табиатига эга бўлиб, нанозарраларнинг вақт давомида

сақлангандаги барқарорлигини тaminлайди. SeH_3 ва карбоксил гуруҳлари ўртасида ҳосил бўлган диполлараро боғланиш кучли даражада бўлганда молекулалар ўзаро яқинлашиб бир-бири билан бирикиб комплекс ҳосил қилиши кузатилади.

Na-KMЦ эритмаларида шаклланган SeH_3 шакли, ўлчами ва барқарорлигини аниқлаш мақасида УБ-спектроскопик ва DLS тадқиқодлар олиб борилди. Олинган натижалар 3-расмда келтирилган.

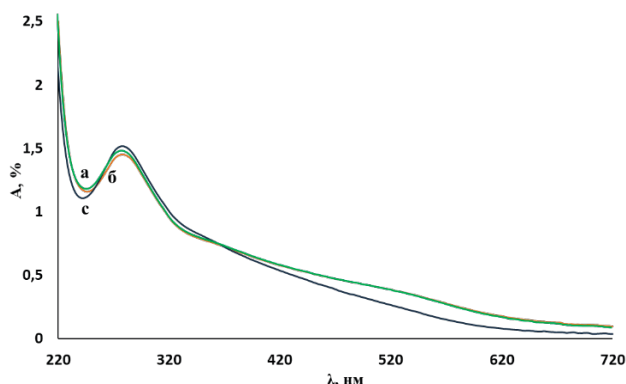


1.Таркибида SeH_3 тутган 1,5%
концентрацияли Na-KMЦ эритмаси

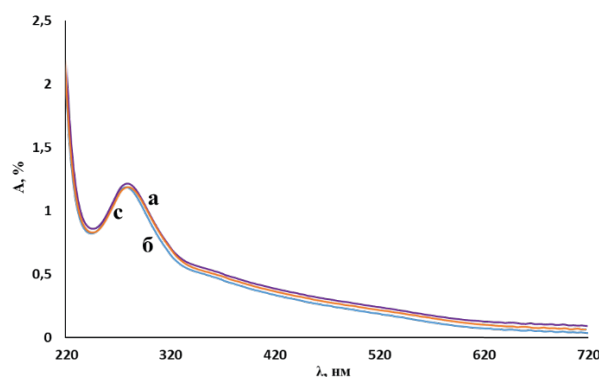


2.Таркибида SeH_3 тутган 2%
концентрацияли Na-KMЦ эритмаси

УДК 541.64:539.2:547



3. Таркибида SeH3 тутган 2.5%
концентрацияли Na-KMЦ эритмаси.



4. Таркибида SeH3 тутган 3%
концентрацияли Na-KMЦ эритмаси

- а) Таркибидаги SeH3 тутган янги тайёрланган эритманинг нур ютилиши интенсивлиги.
б) 15 сутка вақт сақланган таркибида SeH3 тутган эритманинг нур ютилиши интенсивлиги
с) 15 сутка вақт сақланган таркибида SeH3 тутган чўкманинг нур ютилиши интенсивлиги

3-расм. Турли концентрациядаги Na-KMЦ эритмалари 0,237 мг/млмикдорда SeH3 тутган янги тайёрланган ва 15 сутка вақт давомида сақланган намуналарнинг эритма ва чўкма қисмларининг УБ-спектроскопик тадқиқот натижалари.

3-расмдан кўринадики, концентрацияси 1,5 ва 2% бўлган Na-KMЦ эритмаларининг қову шқоклиги пастлиги сабабли вақт давомида сақланганда эритма таркибидаги SeH3 икки қисмга, эритма ва чўкмага ажралганлиги ҳамда уларнинг тўлқин узунликлари ва ютилиш интенсивликлари орасида фарқлар кузатилди. Таркибида SeH3 тутган 1,5% Na-KMЦ янги синтез қилинган эритмаси ва шу эритма 15 сутка вақтдавомида сақланган таркибида SeH3 тутган эритма ҳамда таркибида SeH3 тутган чўкма қисмлари УБ-спектроскопик тадқиқотлар натижасида тўлқин узунлиги 270-310 нм соҳаларида SeH3 характерловчи ютилиш интенсивлигитурлича бўлган чўққиларни кузатиш мумкин (3-расм, 1, 2, 3, 4-а, б, с). Дастлабки эритмада УБ-нурларнинг SeH3 тавсифловчи тўлқин узунлиги 280 нм соҳага тўғри келиб ютилиш интенсивлиги 1,3% қийматни ташкил этди (3.1-а расм). Вақт давомида сақланганнамунанинг эритма қисмида дастлабки эритмага нисбатан SeH3 миқдори камайиши ва ўлчамлари кичиклиги сабабли тўлқин узунлиги 270 нм соҳагача камайиб, ютилиш интенсивлиги 0,5% қийматгача пасайиши кузатилди (3.1-б расм). Таркибида

SeH3 тутган Na-KMЦ 1,5% эритмасининг 15 сутка вақт давомида сақланган чўкма қисмида қовушқокликнинг пастлиги вақт давомида сақланганда йирик ўлчамдаги SeH3 эритманинг чўкма қисмида йиғилиши натижасида агрегацияга мойиллиги ортади ва тўлқин узунлиги 300-310 нм соҳаларда ютилиш интенсивлиги 3,3% миқдоргача ортганлиги кузатилди (3.1-с расм).

Таркибида SeH3 тутган 2% Na-KMЦ эритмасининг янги синтез қилинган намунасида SeH3 тавсифловчи спектрларда тўлқин узунлиги 280 нм бўлган соҳада ютилиш интенсивлиги 1,2% қийматга тенг (3.2-а расм). Эритма 15 сутка вақт давомида сақланганда унинг қисман эритма ва чўкма қисмларга ажралиш кузатилди. Намунанинг эритма қисмида дастлабки эритмага нисбатан SeH3 миқдори ва ўлчами кичик бўлганлиги боис спектрда тўлқин узунлиги 275 нм соҳада ютилиш интенсивлиги 0,7% миқдоргача камайганлиги (3.2-б расм) ва чўкма қисмида SeH3 миқдор ва ўлчамининг ортиши сабабли тўлқин узунлиги 290 нм соҳада ютилиш интенсивлиги 1,4% миқдоргача ортганлиги кузатилди (3.2-с расм).

УДК 541.64:539.2:547

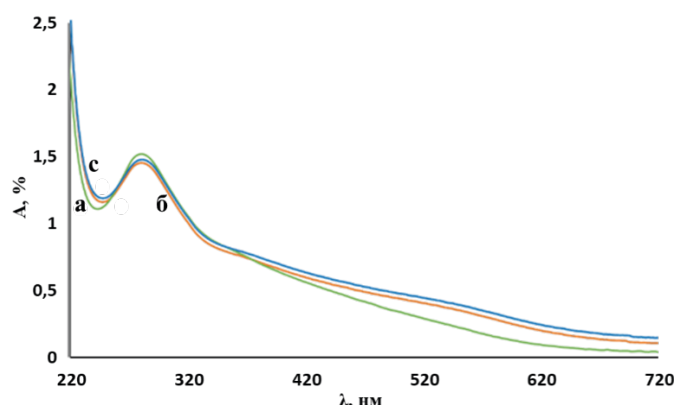
Юкори ковушқоқликка эга бўлган 2,5% ва 3% концентрацияли Na-KMЦ таркибида SeH₃ тутганянг синтез қилинган эритмаларива вақт давомида сақланган эритмалари чўкмага ажралмаган ҳамда спектрларда тўлқин узунлиги интенсивлиги ва оптик зичликлариди фарқлар кузатилмади. Таркибида SeH₃ тутган концентрацияси 2,5% бўлган Na-KMЦ эритмасининг янги синтез қилинган ва вақт давомида сақланган намуналарининг спектрларида тўлқин узунлиги 270 нм соҳада бир хил бўлиб, ютилиш интенсивлиги 1,5% қийматга тенг (3.3-расма, б, с-чизиклар) ҳамда 3% Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ янги синтез қилинган ва вақт давомида сақланганда олинган УБ-спектрларда тўлқин узунлиги 290 нм соҳадаютилиш интенсивлиги 1,4% қийматни ташкил этади (3.4-расм а, б, с-чизиклар).

Вақт давомида сақланган эритманинг чўкма ҳолида ажралган қисмида нур ютилиш интенсивлиги ортиши ва эритма қисмида камайиши бевосита SeH₃ миқдори ва ўлчамига боғлиқ бўлиб, концентрацияси 1,5

ва 2% бўлган Na-KMЦ эритмаларида кавушқоқликнинг пастлиги сабабли SeH₃ сирт юзаларининг юқорилиги ҳисобига уларнинг эркин ҳаракати тезлашади ва бири-бири билан бирикиш имконияти пайдо бўлади ҳамда SeH₃ агрегацияга мойиллиги ортади. Концентрацияси 2,5% ва 3% бўлган Na-KMЦ эритмаларида SeH₃ сирт юзаси полимер макромолекулалари ва функционал гуруҳларбилан қопланади натижада системанинг узоқ вақт барқарорлиги таъминланади.

УБ-спектроскопик тадқиқотлар натижаларига асосан 2,5% Na-KMЦ эритмаси SeH₃ синтез қилишда барқарорлаштириш учун оптимал концентрация сифатида танлаб олинди.

Оптимал концентрациясифатида танлаб олинган 2,5% Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ турли вақт давомидаги барқарорлигини аниқлаш мақсадиди 10, 20, 30 сутка давомида сақланган намуналари УБ-спектроскопик тадқиқотлар олиб борилди. Олинган натижалар 4-расмда келтирилган.



4-расм. Таркибида Se H₃ тутган 2,5 % концентрацияли Na-KMЦ эритмаси 10 (а), 20 (б) ва 30 (с) сутка вақт давомида сақланган намуналарининг УБ-спектроскопик тадқиқот натижалари

Келтирилган 4-расмдан кўринадики, концентрацияси 2,5% бўлган Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ 10, 20, 30 сутка вақт давомида сақланган намуналарининг УБ-спектрларида тўлқин узунликлари 280 нм ва ютилиш интенсивлиги 1,5% қийматни намоён қилганлиги кузатилди (4-расм а, б, с-

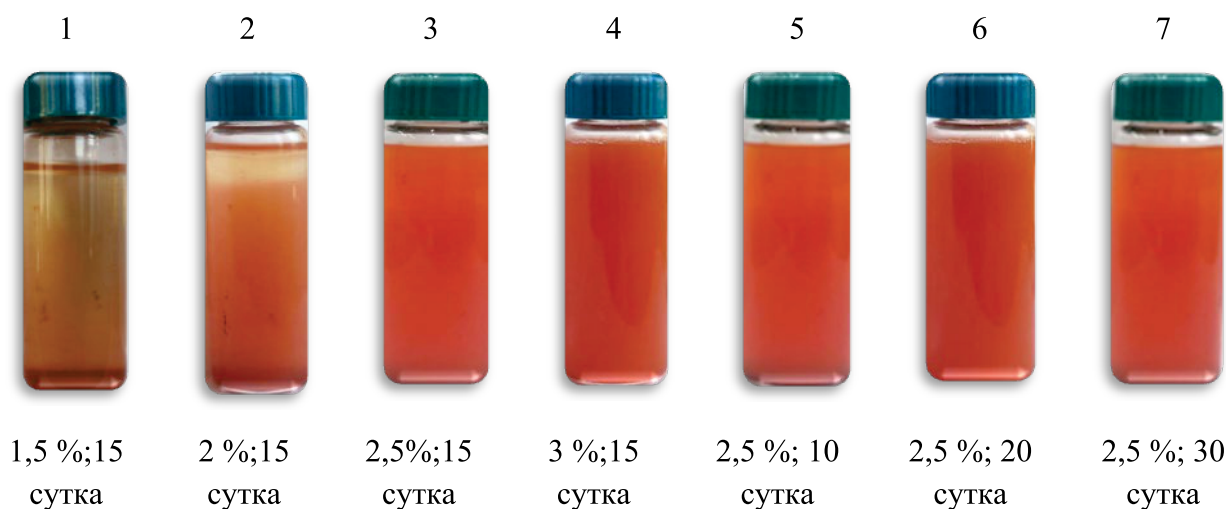
чизиклар). Концентрацияси 2,5% бўлган Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ турли вақт давомида сақланганда нанозарралар агрегация бўлиши кузатилмади. Концентрацияси 3% ва ундан юқори бўлган Na-KMЦ юқори ковушқоқ эритмаларида SeH₃ барқарорлиги нисбатан юқори бўлиши билан бирга ҳосил бўлаётган

УДК 541.64:539.2:547

SeH₃ ўлчам ва шакллари бoшқариш имкониятлари чегараланиб қолиши мумкин.

Таркибида 0,237 мг/мл миқдорда SeH₃ тутган 1,5%, 2%, 2,5% ва 3%

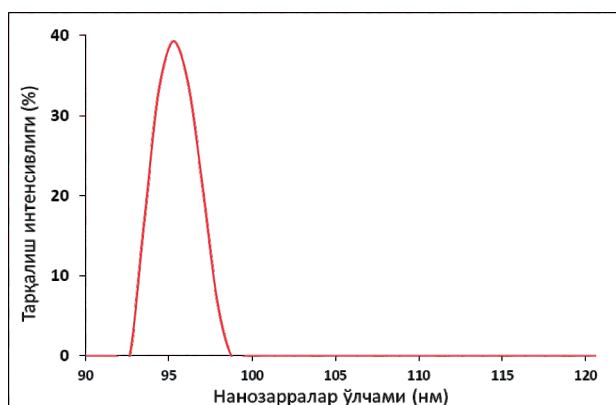
концентрациядаги Na-KMЦ эритмаларида синтез қилинган SeH₃ вақт давомида сақланганда эритмаларининг кўринишлари 5-расмда келтирилган.



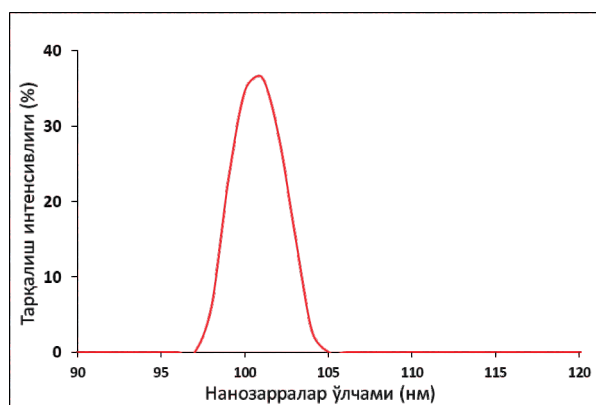
5-расм. Турли концентрациядаги Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃нинг вақт давомида сақлангандаги барқарорлик ҳолати.

Келтирилган 5-расмдан кўринадик, концентрацияси 1,5% ва 2% бўлган Na-KMЦ эритмаларида синтез қилинган SeH₃ 15 сутка вақт давомида сақланганда эритманинг қовушқоқлиги пастлиги сабабли нанозарраларнинг идиш тубига чўкиши кузатилди (5-расм; 1 ва 2 намуналар). Концентрацияси 2,5 ва 3% бўлган Na-KMЦ эритмалари қовушқоқэритма бўлиб SeH₃ 30 сутка вақт давомида сақланганда ҳам барқарор ҳолатда бўлишини кўриш мумкин (5-расм; 3, 4, 5, 6 ва 7 намуналар)

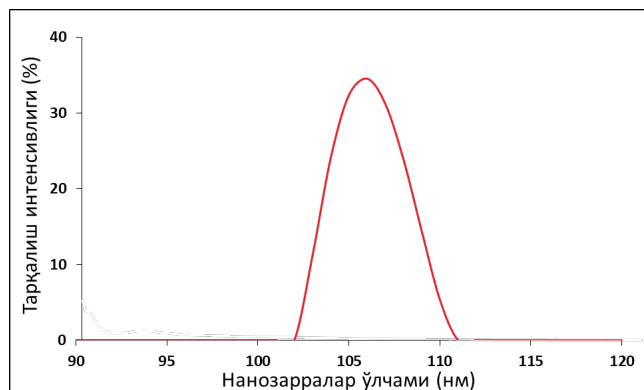
SeH₃ биологик фаоллиги унинг ўлчами ва сирт юзасига бевосита боғлиқ бўлиб, турли концентрациядаги Na-KMЦ эритмаларида синтез қилинган SeH₃ гидродинамик диаметрини аниқлаш мақсадида DLS тадқиқодлари олиб борилди. Олинган натижалар 6-расмда келтирилган.



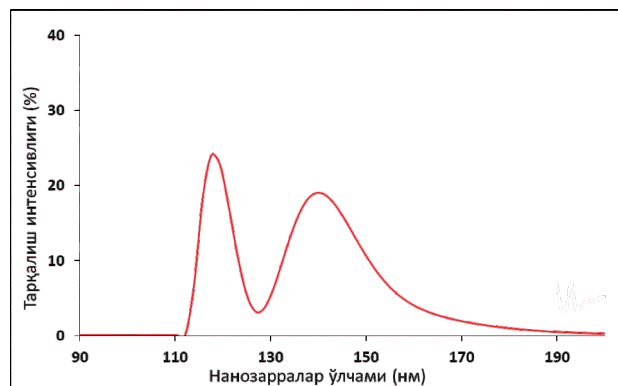
а. Таркибида SeH₃ тутган 1,5 % Na-KMЦ эритмаси



б. Таркибида SeH₃ тутган 2 % Na-KMЦ эритмаси



с.Таркибида SeH₃ тутган 2,5% ли Na-KMЦ эритмаси



д.Таркибида SeH₃ тутган 3% ли Na-KMЦ эритмаси

6-расм. Таркибида 0,237 мг/мл микдорда SeH₃ тутган турли концентрациядаги Na-KMЦ эритмаларининг DLS анализ натижалари.

Келтирилган 6-расмдан кўринадики, концентрацияси 1,5% бўлган Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ диаметри 93-97 нм ва эритмада тарқалиш даражаси 40% эканлиги аниқланди (6.а-расм).

Концентрацияси 2% бўлган Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ диаметри 96-104 нм қийматгача ортган ва нанозарраларнинг тарқалиш даражаси 37% бўлганлиги аниқланди (6.б-расм).

Концентрацияси 2,5% бўлган Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ диаметри 103-111 нм ва нанозарраларнинг эритмада тарқалиш даражаси 35% бўлган (6.с-расм). Юқори концентрациядаги 3% Na-KMЦ эритмасида синтез қилинган SeH₃ диаметри 112-180 нм бўлиб нанозарраларнинг тарқалиш даражаси 19-25% қийматгача камайганлиги кузатилди (6.д-расм).

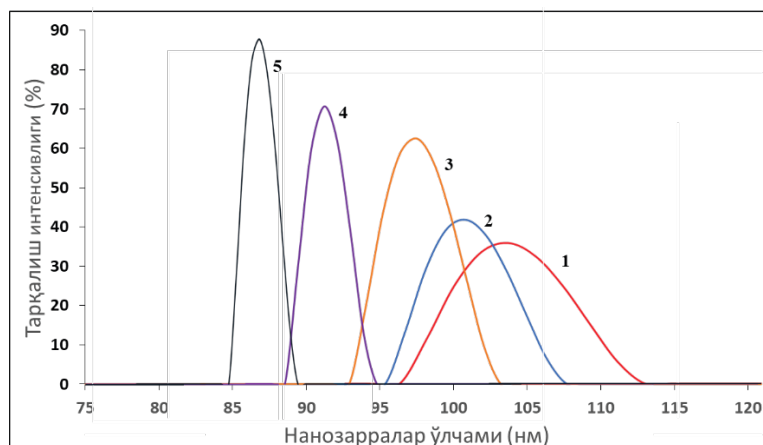
Келтирилган натижалардан кўринадики, қуйи концентрацияли Na-KMЦ эритмаларда кичик ўлчамли юқори сирт юзага эга SeH₃ ҳосил бўлиб, уларнинг тарқалиш даражаси юқори бўлади. Аммо мазкур эритмада нанозарраларнинг Броун ҳаракати юқори бўлганлиги сабабли, улар тезда бирлашиб

йирик ўлчамдаги SeH₃ ҳосил қилади ва чўкмага тушади.

Эритмада Na-KMЦ концентрациясининг ортиши билан SeH₃ эритмада тарқалиш даражаси камайиб уларнинг ўлчамлари ортиши кузатилди.

УБ-спектроскопия ва DLS анализ натижалари асосида, 0,237 мг/мл микдордаги SeH₃ эритмада тарқалиш даражаси, фаол сирт юзаси ва биологик фаоллигини таминлаш учун барқарорлаштирувчи Na-KMЦ эритмасининг 2-2,5% концентрацияли сувли этирмалари оптимал концентрация сифатида танлаб олинди.

Na-KMЦ матричасида синтез қилинган SeH₃ бир жинслилиги, эритмада тарқалиш даражаси ва ўлчамларининг кичрайишига ультратовушли диспергаторда ишлов бериш вақтларига ҳам боғлиқдир. Шусабабли таркибида SeH₃ тутган концентрацияси 2,5% Na-KMЦ эритмаларига 5, 10, 20 ва 30 минут давомида ультратовушли диспергаторда ишлов берилди ва эритмалардаги SeH₃ дўлчамларининг ўзгариши DLS тадқиқотлари орқали ўрганилди (7-расм).



- 1) УТ-Д билан ишлов берилмаган эритма;
- 2) 5 минут УТ-Д билан ишлов берилган эритма;
- 3) 10 минут УТ-Д билан ишлов берилган эритма;
- 4) 20 минут УТ-Д билан ишлов берилган эритма;
- 5) 30 минут УТ-Д билан ишлов берилган эритма;

7-расм. Таркибида 0,237 мг/мл миқдорда SeH₃ тутган 2,5% концентрацияли Na-KMЦ эритмасининг турли вақт давомида ультратовушли диспергаторда ишлов берилган эритмаларнинг DLS анализ натижалари.

7-расмдан кўринадики, таркибида SeH₃ тутган Na-KMЦ эритмасим еханик аралаштирилганда эритмада нанозарраларнинг ўлчамлари 96-113 нм ва эритмада тарқалиш даражаси 37% ни ташкил этганлиги аниқланди (7-расм, 1-чизик). Эритма 5 минут ультратовушли диспергаторда ишлов берилганда SeH₃ тарқалиш даражаси 42% миқдоргача ортиб уларнинг ўлчамлари 95-107 нм қийматгача кичрайди (7-расм, 1-чизик). Ультратовушли диспергаторда ишлов бериш вақтларининг 10, 20 минутгача оширганда SeH₃ тарқалиш даражаси 62-70% миқдоргача ортган ва ўлчамлари мос равишда 93-104 нм ва 88-95 нм қийматгача кичрайган (7-расм, 3 ва 4 чизиклар). Эритмага 30 минут давомида ультратовушли диспергаторда ишлов бериш натижасида ўлчамлари 85-89 нм бўлган бир жинсли SeH₃ ҳосил бўлиб, эритмада тарқалиш даражаси 90% миқдоргача ортганлиги аниқланди (7-расм, 5-чизик).

Тадқиқот натижалари асосида, таркибида SeH₃ тутган Na-KMЦ эритмасини турли вақтларда ультратовушли диспергаторда ишлов бериш билан

нанозарраларнинг монодисперслик даражаси ва ўлчамларини зарурий ўлчамгача бошқариш имкониятлари исботланди.

Хулосалар. Тозаланган Na-KMЦ эритмаларида аскорбин кислотаси иштирокида натрий селенит тузидан кимёвий қайтарилиш усулида турли ўлчам ва шаклга эга SeH₃ синтез қилиш имкониятлари аниқланди.

УБ-спектроскопия, ёруғликнинг динамик тарқалиши (DLS) тадқиқот усуллари орқали турли ўлчам ва шаклли SeH₃ шаклланиши ва барқарорлиги Na-KMЦ концентрациясига боғлиқлиги аниқланди.

УБ-спектроскопик тадқиқот натижаларига асосланиб барқарор SeH₃ синтез қилишда концентрацияси 2,5% бўлган Na-KMЦ эритмаси барқарорлаштирувчи оптимал концентрация сифатида танлаб олинди ва унда синтез қилинган SeH₃ 10, 20, 30 сутка вақт давомидаги барқарорлиги УБ-спектроскопик тадқиқотлар орқали ўрганилди, натижада ҳар бир намуна учун тўлқин узунлиги 280 нм ютилиш интенсивлиги 1,5% миқдорда намоён бўлиши аниқланди.

УДК 541.64:539.2:547

Турли концентрациядаги Na-KMЦ эритмаларида синтез қилинган SeH₃ ўлчамлари DLS тадқиқотлар орқали аниқланганида Na-KMЦ концентрациясининг ортиши билан уларнинг ўлчами 93 нмдан 180 нмгача ортганлиги аниқланди.

Турли вақт давомида ультратовушли диспергаторда ишлов берилган эритмаларда SeH₃ тарқалиш даражаси 37% даражадан 88% даражагача ортганлигини ва диаметри 113 нм ўлчамдан 85 нм ўлчамгача камайганлиги DLS тадқиқотлар орқали аниқланди.

Мазкур иш ЎзР Инновацион ривожланиши вазирлиги томонидан молиялаштирилган Ўзбекистон-Белоруссия № MRB-2021-538 “Полимер барқарорлаштирилган селен нанозарралари асосида ўсимтага қариши препаратларнинг

олиниши, кимё-фармацевтик, тиббий-биологик хоссалари” (2022-2023 йй.) Халқаро илмий лойиҳаси ва ЎзР ФА Полимерлар кимёси ва физикаси институтида бажарилаётган “Организмда нанозарраларнинг истиқболи, тиббиёт мақсадлари учун наноструктурали полимер шаклли дори воситалари ва тиббий буюмларни яратишнинг фундаментал асослари” (2021-2025 йй.) мавзусидаги фундаментал дастури доирасида бажарилган.

Мазкур мақолада олинган физик-кимёвий тадқиқод натижалари учун ЎзР ФА Полимерлар кимёси ва физикаси институти “Физик ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари” лабораторияси жамоасига ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз!

Фойдаланилган адабиётлар

1. Navarro A.M., Cabrera V.C. Selenium in food and the human body: a review. Sci Total Environ. 400(1–3). 2008. Pp. 115-141.
2. Kursvietiene L., Mongirdiene A., Bernatoniene J., Sulinskiene J. and Staneviciene I. Selenium Anticancer Properties and Impact on Cellular Redox Status. Antioxidants 9. 2020. Pp. 80-86.
3. Ulberg Z.R., Prokopenko V.A., Tsyganovich E.A., Horda R.V. Current state of researches on the formation of selenium nanoparticles and their use in medicine/ Chemistry, physics and surface technology. 2020. T. 11. № 3. Pp. 347-367
4. Quintana M., Haro P.E., Morales J., Batina N. “Synthesis of selenium nanoparticles by pulsed laser ablation” Appl. Surf. Sci. 195(1-4). 2002. Pp. 175–186.
5. Ramamurthy C.H., Sampath K.S., Arunkumar P., Suresh Kumar M., Sujatha V., Premkumar K., Thirunavukkarasu C. Bioprocess Biosyst Eng. 2013. V. 36. №.8. Pp. 1131-1142.
6. Shoeibi S., Mashreghi M.J. Nano selenium and its nanomedicine applications: a critical review. Trace Elem Med Biol. 2017. V. 39. Pp. 135-147.
7. Kojouri G.A., Jahanabadi S., Shakibaie M., Ahadi A.M., Shahverdi A.R. Effect of selenium supplementation with sodium selenite and selenium nanoparticles on iron homeostasis and transferrin gene expression in sheep: a preliminary study. Res Vet Sci. 93(1). 2012. Pp. 275–278.
8. Zhang S.Y., Zhang J., Wang H.Y., Chen H.Y. Synthesis of selenium nano-particles in the presence of polysaccharides. Mater Lett. 58(21). 2004. Pp. 2590–2594.
9. Zhang W., Zhang J., Ding D. et al. Synthesis and antioxidant properties of Lycium barbarum polysaccharides capped selenium nanoparticles using tea extract. Artif Cells Nanomed Biotechnol. 2017. Pp. 1–8.
10. Wadhwani S.A., Gorain M., Banerjee P., Shedbalkar U.U., Singh R., Kundu G., C., Chopade B.A. Green synthesis of selenium nanoparticles using Acinetobacter sp. SW30: optimization, characterization and its anticancer activity in breast cancer cells. Int. J. Nanomed. 2017, 12, pp.6841-6854.

11. Dwivedi C., Shah C.P., Singh K., Kumar M., Bajaj P.N. Anorganic acid-induced synthesis and characterization of selenium nanoparticles. J. Nanotechnol. 2011, 2011, pp. 1–6.
12. Sowndarya P., Ramkumar G., Shivakumar M. Green synthesis of selenium nanoparticles conjugated Clausena dentata plant leaf extract and their insecticidal potential against mosquito vectors. Artif Cells Nanomed Biotechnol. 45(8). 2016. Pp.1490–1495.
13. Huang Y., He L., Liu W. et al. Selective cellular uptake and induction of apoptosis of cancer-targeted selenium nanoparticles. Biomaterials. 34(29). 2013. Pp. 7106–7116.
14. Yunusov Kh. E., Sarymsakov A. A., Jalilov J. Z., Atakhanov A.A. Polym. Adv. Technol. 2021, 32(4), pp 1822.
15. Nazanin H., Samantha G., Hongbin H., Gang B3. The effect of nanoparticle size on in vivo pharmacokinetics and cellular interaction. 22 March 2016. Pp. 673-693
16. Poonam V., Sanjiv K.M. Preparation of Silver and Selenium Nanoparticles and Its Characterization by Dynamic Light Scattering and Scanning. J Microsc Ultrastruct 2018;6:182-187
17. Bootz A., Vogel V., Schubert D., Kreuter J. Comparison of scanning electron microscopy, dynamic light scattering and analytical ultracentrifugation for the sizing of poly (butyl cyanoacrylate) nanoparticles. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 2004;57:3. Pp. 69-75.
18. Berne B., Pecora R. Dynamic Light Scattering with Applications to Chemistry, Biology, and Physics, Dover Publications, Mineola, NY 2000.
19. Hammad A., Nafeesa Kh., Mohsin R., Prahlad C.G., Meryam S. Synthesis and Characterization of Nano Selenium Using Plant Biomolecules and Their Potential Applications. BioNanoScience. part of Springer Nature 2018. Pp. 1-9
20. Vanya N., Kshitij R.S., Ajaya K.S., Ravindra P.S. Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science. New J. Chem., 2021. Pp. 2845-2849.
21. Anil P.B., Pallab S., Siddhartha S.Gh. Efficient induction of apoptosis in cancer cells by paclitaxel-loaded selenium nanoparticles. Nanomedicine. Vol. 12, No. 21. 18 October 2017 pp 2641–2651
22. Aminoff C. and Broome B. Contribution to the Knowledge of the Mineral Pyroaurite. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, III Serien, Band 9. № 5. 2001. Pp. 24-48.
23. Усмонов Ҳ.У., Рустамов Ҳ.Р., Раҳимов Ҳ.Р. Физикавий химия, ўқитувчи нашриёти Тошкент-974, Бетлар 77-107.

Туракулов Фозилжон Мамарайим ўғли, Юнусов Хайдар Эргашович, Сарымсаков
Абдушкур Абдухалилович, Карабаева Барно Сабировна

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ РАСТВОРАХ

Институт химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан,
100128, Ташкент, ул. А. Кадыри, 7«б».
e-mail: polymer@academy.uz, turakulovf1993@yahoo.com

В работе показана возможность формирования наночастиц селена с различными значениями размера частиц и различной формы путем химического восстановления из 0,1 М раствора селенита натрия в полимерном растворе очищенной карбоксиметилцеллюлозы со степенью замещения-0,85 и степенью полимеризации-1015 с различной концентрацией в присутствии аскорбиновой кислоты и регулирования их размеров. Методами УФ-спектроскопии и анализа динамического светорассеяния подтверждено, стабильность формы и размера наночастиц селена, синтезированных в растворах очищенной натрий-карбоксиметилцеллюлозы с концентрацией 2,5-3%, во времени. Исследована зависимость

УДК 541.64:539.2:547

степени дисперсности и однородности гомогенности синтезированных наночастиц селена от продолжительности ультразвукового диспергирования. Методом динамического светорассеяния доказано, что с увеличением времени обработки в ультразвуковом диспергаторе до 5, 10, 20, 30 минут наблюдается уменьшение размера наночастиц селена с 113 нм до 85 нм и увеличение степени их монодисперсности в растворе с 37% до 88%.

Ключевые слова: натрий-карбоксиметилцеллюлоза, наночастицы селена, химическое восстановление, аскорбиновая кислота, степень стабильности, динамическое светорассеяние.

Turaqkulov Foziljon Mamarayim o'g'li, Yunusov Khaydar Ergashovich, Sarymsakov Abdushkur
Abdukhalilovich, Karabaeva Barno Sabirovna

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SELENIUM NANOPARTICLES SYNTHESIZED IN SODIUM-CARBOXYMETHYLCELLULOSE SOLUTIONS

Institute of Chemistry and Physics of Polymers, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, 100128, Tashkent, A. Kadyrist., 7th

e-mail: polymer@academy.uz, turakulovf1993@yahoo.com

In this study, the possibility of forming and controlling the size of selenium nanoparticles of different sizes and shapes by chemical reduction method with 0.1 M solution of sodium selenite in the presence of ascorbic acid in polymer solutions of different concentrations of purified sodium-carboxymethylcellulose with degree of substitution-0,85 and degree of polymerization -1015. The stability of shape and size of selenium nanoparticles synthesized in solutions of purified sodium-carboxymethylcellulose with a concentration of 2,5-3% over time was confirmed by UV-spectroscopy and dynamic light scattering (DLS) analysis methods. The degree of dispersion and homogeneity of the synthesized selenium nanoparticles was studied in relation to the time of ultrasonic dispersant exposure. With the increase of processing time in the ultrasonic disperser to 5, 10, 20, 30 minutes a decrease in selenium nanoparticle size from 113 nm to 85 nm and their monodispersity in solution from 37% to 88% was proved by dynamic light scattering analysis.

Key words: sodium-carboxymethylcellulose, selenium nanoparticles, chemical reduction, ascorbic acid, degree of stability, dynamic light scattering.