

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 4 (2023)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/IQSZ6573>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

FTAMP 31.17.15

<https://doi.org/10.48081/MKCI9965>***Г. М. Ергазина, Б. М. Шакенов, А. Ж. Касанова**Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.*e-mail: yergazinag@list.ru**КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ
(ӘДЕБИ ШОЛУ)**

Бұл мақалада күміс нанобөлшектерін синтездеу бойынша әдебиеттерге шолу ұсынылған. Бұл ғылыми мақаланы жазу үшін біз заманауи Scopus, Web of Science Google scholar дерекқорын қолдандық. Әдебиеттерге шолу 20 ғылыми жарияланымдар негізінде жүргізілді және күміс нанобөлшектерін синтездеудің негізгі әдістерін көрсетеді. Күміс нанобөлшектері оларды nanoқұрылғылардың келесі буынын жасау үшін пайдаланғысы келетін химиктердің, физиктердің, биологтардың және инженерлердің көп назарын аударуда және медицинада да үлкен назар аударуда. Бұл шолу күміс нанобөлшектерін синтездеудің әртүрлі әдістеріне, соның ішінде химиялық қалпына келтіруге, физикалық әдістерге (мысалы, лазерлік сәулелену және плазма синтезі) және биологиялық әдістерге (өсімдік, бактериялық және саңырауқұлақ сығындыларын пайдалану) назар аударады. Осы ғылыми мақалада әрбір әдістің артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ күміс нанобөлшектерінің мөлшеріне, пішініне және қасиеттеріне әсер ететін факторлар талқыланады. Бақыланатын морфологиясы, бетінің функционализациясы және жақсартылған қасиеттері бар күміс нанобөлшектерін синтездеудегі соңғы жетістіктер де қарастырылады. Әдеби шолуда күміс нанобөлшектерін синтездеудегі қазіргі қиындықтар мен болашақ бағыттары, соның ішінде экологиялық таза және ауқымды әдістерді әзірлеу, олардың биоүйлесімділігі мен уыттылығын зерттеу, әр түрлі салаларда пайдалану әлеуетін одан әрі зерттеу қарастырылған.

Кілтті сөздер: нанобөлшектер, күміс, нанотехнология, химиялық қалпына келтіру, физикалық әдіс, фотохимиялық әдіс.

Кіріспе

Нанотехнологиялық өнімдерді пайдалану шикізат пен энергияны үнемдеуге, атмосфераға шығарылатындыларды азайтуға, сол арқылы экономиканың тұрақты дамуына ықпал етеді. Бір жағынан, нанотехнология қолдану салаларын тапты, екінші жағынан, ол халықтың көпшілігі үшін фантастика саласы болып қала береді [1].

Соңғы жылдары наноөлшемді бөлшектерді зерттеу мен өндіруге қызығушылық айтарлықтай өсті. Бұл ғылым мен техниканың көптеген салаларында наноматериалдарды пайдалану үшін, атап айтқанда, тиімді және селективті катализаторлар алу үшін, микроэлектрондық және оптикалық құрылғылардың элементтерін жасау үшін жаңа перспективалық мүмкіндіктер ашылғанымен байланысты. Жаңа материалдарды синтездеу үшін металдардың ерітінділері, негізінен алтын, күміс және платина тобындағы металдар қарқынды зерттелуде. Оларды алу нұсқаларының ішінде тұрақтандырғыш ретінде жоғары молекулалы қосылыстар мен беттік белсенді заттардың қатысуымен ерітінділердегі металл иондарын тотықсыздандыруға негізделген әдістер және металдарды булану және конденсациялау әдістері басым.

Күміс және мыс нанобөлшектерінің препараттары дәстүрлі микробқа қарсы, зеңге қарсы және дезинфекциялау құралдарына балама ретінде ерекше назар аударуда. Күміс және басқа наноматериалдар жасанды сүйек импланттарын жасау үшін қолданылады [2; 3].

Күмістің антисептикалық препараттардан айырмашылығы, бактерияға төзімділігі жоқ екені бұрыннан белгілі. Наноөлшемді күмісті антисептикке қарағанда төмен концентрацияда қолдануға болады және адам ағзасына ең аз уытты әсер етеді. Сонымен қатар, күміс нанобөлшектері иммундық жүйенің жұмысын ынталандыратыны, тірі ағзадағы зат алмасуды тұрақтандыратыны және қауіпті бактериялардың, вирустардың және саңырауқұлақтардың 100-ден астам түрін дезинфекциялайтыны дәлелденген.

Аса ұсақ және наноөлшемді металл ұнтақтарының, оның ішінде мыс ұнтақтарының негізінде жаңа материалдарды жасауға ерекше көңіл бөлінеді.

Өте жұқа металл ұнтақтарының микрогеометриялық ерекшеліктері, жоғары меншікті бетінің ауданы және энергияға қанығуы кәдімгі материалдармен салыстырғанда оларға бірқатар жаңа қасиеттер береді және олардың негізінде жаңа материалдарды жасауға кең мүмкіндіктер ашады. Синтездеу әдістерін өзірлеуге және мыс нанобөлшектерінің қасиеттерін зерттеуге қызығушылық оның катализде, оптикалық, сенсорлық және электронды құрылғыларда қолданылатын ерекше физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты.

Сонымен қатар, мыстың бактерицидтік және микробқа қарсы қасиеттері бар, бұл оның негізіндегі материалдарды медицинада қолдануға мүмкіндік береді [4].

Нанобөлшектер ғылым мен техниканың көптеген салаларында ерекше маңызға ие.

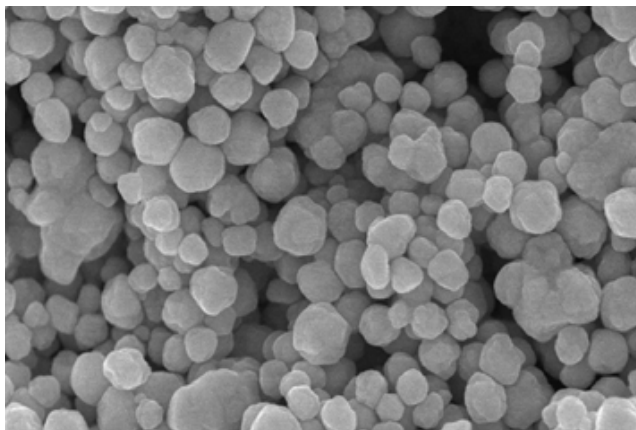
Жұмыстың мақсаты: күміс нанобөлшектерін синтездеу әдістері .

Материалдар және әдістер

Google scholar, Scopus, Web of Science, Sciencedirect, elib.kaznu.kz, openread.academy, scite-ai дерекқорлары қолданылды.

Нәтижелер мен талқылаулар

Нанодиапазонда белгіленген өлшемдері мен физика-химиялық қасиеттері бар металл нанобөлшектерін жасау бүгінгі таңда заманауи нанотехнологияның қарқынды дамып келе жатқан бағыттарының бірі болып табылады. Негізгі міндет – ерітінділерде қажетті тұрақтылықпен және сыртқы факторлардың әсерінен берілген өлшемдегі ұсақ нанобөлшектерді алу мүмкіндігі. Қазіргі уақытта наноөлшемді күміс бөлшектерін алу үшін көптеген физикалық, химиялық, биохимиялық және аралас әдістер ұсынылған (соның ішінде криохимиялық синтез, криохимиялық тотықсыздандыру, вакуумды булану, импульстік лазерлерді қолдану), олардың негізгісі химиялық қалпына келтіру әдісі болып табылады. Ag^+ нанобөлшектерін күміс нитратын натрий боргидридімен төрттік аммоний дисульфидті тұздарының қатысуымен химиялық қалпына келтіру арқылы алуға болады.



Сурет 1 – Ag нанобөлшектері

Қазіргі таңда Ag нанобөлшектерді алудың бірнеше тәсілдерге бөлуге болады:

- 1 Ерітінділерден химиялық қалпына келтіру;
- 2 Механикалық өңдеу;
- 3 Вакуумдағы термиялық булану және электроконденсация әдісі;
- 4 Фотохимиялық әдіс;
- 5 Биологиялық әдіс [5]

1 Күміс нанобөлшектерін ерітінділерден химиялық қалпына келтіру арқылы алу әдістері

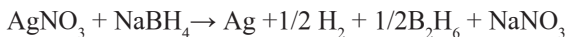
Күміс нанобөлшектерін химиялық қалпына келтіру арқылы алу әдістерінің көптігіне қарамастан екі әдісі жиі қолданылады: боргидрид және цитрат. Бұл таңдау осы әдістердің аппараттық құрылымының қарапайымдылығымен, химиялық реагенттердің болуымен, сондай-ақ берілген диаметрдегі нанобөлшектерді алу мүмкіндігімен байланысты.

1.2 Күміс нанобөлшектерін синтездеу үшін боргидридтік әдіс

Күміс нанобөлшектері күміс нитраты сияқты ерітілген тұздардың сулы ерітінділерінде мұқият бақыланатын жағдайларда қалпына келтіретін агенттермен әрекеттесу арқылы түзілуі мүмкін, мысалы, сулы AgNO_3 -тің 0°C -та артық NaBH_4 -ке баяу қосылуы. BH_4^- аниондарының артық болуы үшін қызмет етеді.

Боргидридтік әдіс күміс нанобөлшектерін тұрақты формада алу үшін әмбебап болып табылады [6;7]. Бұл натрий боргидридінің басқа қолданылатын реагенттермен салыстырғанда жоғары қалпына келтіру қабілеті бар екендігімен түсіндіріледі. Боргидрид анионы алынған бөлшектердің тотықсыздандырғышы және тұрақтандырғышы ретінде де әрекет етеді.

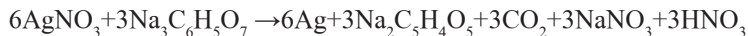
Күміс нитратының натрий боргидридімен тотықсыздануының химиялық реакциясы төменде келтірілген:



1.3 Күміс нанобөлшектерін синтездеу үшін цитрат әдісі

Күміс нанобөлшектерін синтездеу үшін көбінесе Туркевич цитрат әдісі қолданылады [8;9]. Жүзеге асырылған кезде цитрат анионы бір уақытта қалпына келтіруші және тұрақтандырғыш ретінде әрекет етеді. Сондықтан металл нанобөлшектерінің тотықсыздану жылдамдығын да, өсу процестерін де анықтайтын цитрат иондарының концентрациясы.

Күміс цитратының тотықсыздану реакциясын келесі теңдеумен өрнектеуге болады:



Туркевич әдісінің боргидридтік әдіске ұқсас артықшылығы – цитрат анионының тотықсыздандырғыш ретінде де, алынған бөлшектердің тұрақтандырғышы ретінде де әрекет етуі. Бастапқы кезеңде металл күмістің шоғырлары қалыптасады. Түзілу сәтінде кластерлер цитрат анионымен әрекеттеседі, содан кейін олар үлкенірек бөлшектерге біріктіріледі. Критикалық мөлшерге жеткенде, атап айтқанда 50–100 күміс атомы немесе кластер диаметрі 1–1,5 нм, олардың конденсация механизмі арқылы өсуі тоқтайды. Бөлшек мөлшерінің одан әрі ұлғаюы шоғыр бетіндегі күміс иондарының азаюына байланысты. Бұл механизм арқылы түзілген күміс нанобөлшектері агрегацияға төзімді, сфералық пішінді және тар өлшемді таралуға ие [10].

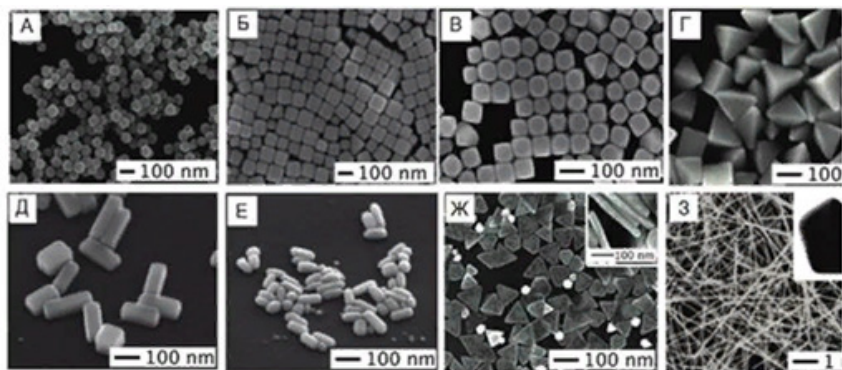
1.4 Модификацияланған полиол әдісімен күміс нанобөлшектерін синтездеу

Бұл зерттеудің мақсаты қарапайым және экологиялық таза әдісті қолдана отырып, полярлы еріткіштерде дисперсті болуы мүмкін өлшемімен басқарылатын Ag нанобөлшектерін синтездеу. Полиол әдісі сұйық фазалық химиялық әдістердің бірі ретінде қарапайым және экологиялық таза және инертті газбен қорғауды қажет етпейді. Полиол әдісі Ag, Pd, Te, BiIn, FePt, металл оксидтері және халькогенид нанобөлшектерін алуға болады.

Реакцияға қатысатын полиол бөлшектердің өсуін шектейтін және агломерацияны болдырмайтын еріткіш, тұрақтандырғыш және қалпына келтіретін агент ретінде әрекет ете алады. Алдыңғы зерттеулерде біздің зерттеу тобымыз полиолдарда ZnO нанотүтіктерін және Bi-In қорытпасының нанобөлшектерін дайындады.

Полиолдарда Ag нанобөлшектерін дайындау туралы бұрын хабарланған. Дегенмен, барлық дерлік зерттеулер морфологиялық бақылауға бағытталған.

Ал полиол процесін қолданатын бөлшектердің өлшемін бақылау сирек хабарланған. Бұл жұмыста полярлы еріткіштерде дисперсті болуы мүмкін өлшемімен басқарылатын Ag нанобөлшектерін синтездеу үшін қарапайым және тиімді полиол процесі зерттелді. Ag нанобөлшектерінің түзілу механизмі жан-жақты зерттелген [11].



Сурет 2– Полиол синтезі жағдайында күмістің нанобөлшектері:
а) сфералар; б) текшелер; в) шабылған жүздері бар текшелер; г) тетраэдр:
д) бар; Д) өзектер; Ж) үшбұрыштар; з) наносымдар [12]

2 Механикалық өңдеу жолымен алу

Механикалық әдістерге наноматериалдарды алудың келесі әдістері жатады: механикалық ұнтақтау, қатты пластикалық деформация әдістері, әртүрлі орталардың механикалық әсер ету әдістері.

Наноматериалдарға қолданылатын механикалық ұнтақтау әдістерін көбінесе механикоэнтрез деп атайды. Механосинтездің негізі дисперсті қатты заттарға үлкен әсер ету және абразивті әсер ету болып табылады.

Материалдарды ұнтақтау кезінде механикалық әрекет импульсті. Кернеу өрісінің пайда болуы бөлшектердің реакторда қалуының барлық уақытында болмайды, тек бөлшектердің соқтығысуы сәтінде және одан кейінгі қысқа уақытта ғана болады. Механикалық әсер де жергілікті, өйткені ол қатты дененің барлық массасында болмайды, бірақ кернеу өрісі пайда болған жерде. Импульс пен локализацияның арқасында үлкен жүктемелер дисперсті материалдың шағын учаскелерінде қысқа уақытқа шоғырланады. Бұл бөлшектерде ақаулардың, кернеулердің, ығысу жолақтарының, деформациялардың және жарықтардың пайда болуына әкеледі. Механикалық ұсақтау немесе ұнтақтау әртүрлі құрылғыларда жүзеге асырылады, атап айтқанда: шар, планетарлық, діріл, құйынды, гироскопиялық, реактивті диірмендер, атритторлар. Ең қарапайым құрылғы – шарлы диірмен [13].

3 Вакуумдағы термиялық булану және электроконденсация әдісі.

Нанобөлшектерді металды булану кезінде түзілген атомдық күмістен тікелей синтездеуге болады. Металл буы вакуумде булану немесе металл ұнтағы бар органикалық еріткіш қабаты арқылы жоғары жиілікті разрядты

(800 – 900 кГц) өткізу арқылы алынуы мүмкін. Жоғары вакуумда булану атомдық металдан тұратын газды тудырады, содан кейін ол суық субстратта артық инертті газбен бірге конденсацияланады. Жүйені инертті газдың қайнау температурасынан жоғары температураға дейін қыздырған кезде субмикрондық бөлшектердің пайда болуымен кластерлердің қайтымсыз жылдам өсуі орын алады, сондықтан бұл әдіс практикалық маңызы жоқ.

1960 жылдары полярлы және полярлы емес органикалық еріткіштерде жоғары дисперсті металдарды алу әдістемесі жасалды. Ол Сведберг әдісіне [14] негізделген, яғни органикалық ортадағы металл ұнтағының бөлшектері арасында пайда болатын импульстік жоғары жиілікті ұшқын разрядын қолдану. Нанобөлшектердің өлшемдері металдың беткі атомдарының органикалық ортаның құрамдас бөліктерімен әрекеттесуі нәтижесінде тұрақтанады. Жүйеге беттік-белсенді заттарды енгізу арқылы дисперсиялардың орташа мөлшерін айтарлықтай азайтуға және тұрақтылығын арттыруға қол жеткізуге болады. Бұл әдіс ацетон немесе этилацетат сияқты оттегі бар еріткіштерде күміс нанобөлшектерінің тұрақты (6 айдан астам) зольдерін алуға мүмкіндік береді. Күміс-ацетон жүйесіндегі бөлшектердің орташа мөлшері 1,5 нМ. Полярлы емес орталарда (гептан, октан, бензол, толуол) золды тұрақтандыру үшін жүйеге тұрақтандырғыш – органикалық қышқылдардың каучук немесе алюминий тұздары енгізіледі. Бұл әдіс металды вакуумда булануға қарағанда аппараттық конструкциясы жағынан да, әдістемелік аспектілері жағынан да айтарлықтай қарапайым. Бұл әдістің кемшілігі разряд өткен кезде органикалық еріткіштің ыдырауы болып табылады [15].

4 Фотохимиялық әдіс

Полимер ерітінділерінде және полимер матрицаларында металл кластерлері мен нанобөлшектердің синтезі әдеттен тыс физика-химиялық қасиеттер кешені бар наноқұрылымды металдары бар жүйелерді алудың қарқынды дамып келе жатқан бағыттарының бірі болып табылады. Осы саладағы зерттеулер макромолекулалардың дисперсті жүйелерді тұрақтандырып қана қоймай, өсіп келе жатқан нанобөлшектердің өлшемі мен пішінін бақылай отырып, олардың түзілуіне тікелей қатысатынын көрсетеді. Полимерлердің арасында ерекше орынды полиэлектролиттер алады, атап айтқанда, акрил сериясының поликарбон қышқылдары. Полиқышқылдардың карбоксилат топтары күміс сияқты металл катиондарымен комплекстер түзуге, оларды жарықтың әсерінен қалпына келтіруге, сондай-ақ оң зарядталған кластерлермен және нанобөлшектердің беттік атомдарымен әрекеттесуге қабілетті оларды тұрақтандыру. Бұл нанобөлшектердің фотохимиялық синтезі [16] кезінде түзілетін зольдердің дисперстік құрамын

анықтайтын факторлардың бірі карбоксилат топтарының құрамы және олардың полимер тізбегіндегі салыстырмалы орналасуы болуы мүмкін дегенді білдіреді.

5 Биологиялық әдіс

Күміс нанобөлшектерін синтездеудің биологиялық әдістері қалпына келтіретін және тұрақтандырушы агенттер ретінде өсімдіктердің, бактериялардың және саңырауқұлақтардың сығындылары сияқты табиғи материалдарды пайдаланады. Бұл әдістер қоршаған ортаға зиянсыздығымен, үнемділігімен және ерекше пішіндері мен қасиеттері бар нанобөлшектерді шығару қабілетімен назар аудартады.

Қолданылатын биологиялық материалдар:

Өсімдік сығындылары: насыбайгүл жапырақтары, аскөк тұқымдары және мимоза қабығы сияқты әртүрлі өсімдіктердің сығындыларында күміс иондарын нанобөлшектерге дейін төмендететін биомолекулалар (флавоноидтар, терпендер және алкалоидтар сияқты) бар.

Бактериялар: *Bacillus subtilis* және *Escherichia coli* сияқты бактериялар күміс иондарын азайта алатын жасушаішілік немесе жасушадан тыс ферменттер мен метаболиттер шығарады.

Саңырауқұлақтар: *Fusarium oxysporum* және *Aspergillus fumigatus* сияқты саңырауқұлақтар күміс нанобөлшектерінің синтезіне қатысуы мүмкін биомолекулаларды шығарады [17].

Қорытынды

Әдебиеттерді талдау күміс нанобөлшектерін синтездеуге арналған зерттеулер саласында нанобөлшектерді алу әдістерінің жалпы принциптері жеткілікті түрде дамығанына қарамастан, белсенділіктің төмендеуі байқалмағанын анық көрсетеді.

Күміс нанобөлшектерінің дисперсияларын тазартудың әмбебап және жоғары тиімді әдістерін жасау қазіргі уақытта жеке және қиын міндет болып табылады. Бұл оларды одан әрі микроэлектроника, медицина, спектроскопия, катализ және басқа салаларда пайдалану үшін қажет.

Күміс НБ синтездеудің ең тиімді тәсілі күміс нанобөлшектерін алудың химиялық әдісі, мысалы, қалпына келтіру әдісі, белгілі бір қасиеттері бар таза және біркелкі нанобөлшектерді қажет ететін жағдайда тиімді болуы мүмкін. Бұл әдіс әдетте химиялық реагенттерді қолдануды және процесс жағдайын бақылауды талап етеді. Бірегей физикалық қасиеттері бар нанобөлшектерді қажет ететін жағдайларда немесе арнайы құрылымдарды жасау үшін механикалық ұнтақтау немесе физикалық бұрку сияқты физикалық әдіс қолайлы болуы мүмкін. Химиялық әдіс бөлшектердің мөлшері мен пішінін бақылауға мүмкіндік береді, сонымен қатар өнімнің жоғары тазалығын

камтамасыз етеді. Физикалық және биологиялық әдістерді де қолдануға болады, бірақ олар көбінесе нанобөлшектерді алу үшін ұзақ және күрделі процестерді қажет етеді, бұл оларды осы мақсат үшін тиімді емес етеді.

Пайдаланған деректер тізімі

- 1 **Фостер, Л.** Нанотехнологии, наука, инновации и возможности. – М. : Техносфера, 2008. – 352 с.
- 2 **Сергеев, Г. Б.** Синтез наночастиц серебра // Нанохимия. 2е изд. – М. : Изд-во МГУ, 2007. – 148 с.
- 3 **Кульский, Л. А.** Серебряная вода. – К. : Освіта, 1977. – 176 с.
- 4 **Ершов, Ю. А., Плетнева, Т. В.** Механизмы токсического действия неорганических соединений. – MOSCOW : Медицина, 1989. – 272 с.
- 5 **Поджарая, К. С.** Анализ методов получения наноразмерных частиц серебра // Успехи в химии и химической технологии. – 2012. – Т.26. – №7. – С.85–88
- 6 **Сидельников, В. С.** Получение наночастиц серебра для использования их в электрохимическом анализе // Бакалаврская работа. – 2017. – С. 28 – 30
- 7 **Creighton, J. A., Blatchford, C. G., Albrecht, M. G.,** Faraday Trans Plasma Resonance Enhancement of Raman Scattering by Pyridine Adsorbed on Silver or Gold Sol Particles of Size Comparable to the Excitation Wavelength Chem, J. Soc., // 1979 – Vol. 75. – P. 790.
- 8 **Turkevich, J., Stevenson, P. C., Hiller, J.** Studium nucleationis et incrementorum processibus in synthesis auri colloidalis // Discuss. Faraday Soc. 1951 – Vol. 11–P. 55.
- 9 **Schmid, G.** Adsorption and Surface-Enhanced Raman of Dyes on Silver and Gold Sols // Journal of Physical Chemistry. – Vol. 86 – P. 3391–3395 – № 92–1992.
- 10 **Кузьмина Л. Н.** Получение наночастиц серебра методом химического восстановления // Журнал Российского химического общества и Moscow Д.И. Менделеева. 2007. – № 8. – С.7 – 12.
- 11 **Zhao, T.** Size-controlled preparation of silver nanoparticles by a modified polyol method // Colloids and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects. –2010. – Vol. 366. – P.197–202.
- Исакова, Д. Т., Аронбаева, С. Д., Аронбаев, Д. М.** Получение композиционного материала, содержащего наночастицы серебра // Universum: –2023 – №8. химия и биология : электрон. научн. журн. С. 110.
- 13 **Пархоменко, В. Д., Сорока, П. И., Краснокутский, Ю. И., Верещак, В. Г.** Плазмохимические методы получения порошкообразных

веществ и их свойства // Всесоюзный журнал химического общества и Д. И. Менделеева. –1999. –Т. 36. – С. 166 – 170.

14 **Лунина, М. А., Новожилов, А. Ю.** Метод синтеза дисперсий металлов в органической среде путем пропускания импульсного тока высокой частоты // Коллоидн. Журн. 31. – 1969– 467 с.

15 **Moskovits, M.** Chemistry and Physics of Matrix Isolated Species. // North Holland, Amsterdam. –1989. – P. 176 – 178

16 **Исаева, Е. И., Кирюхина, С. Н., Горбунова, В. В.,** Фотохимический синтез наночастиц серебра и золота в многоатомных спиртах // Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена Журнал общей химии. – 2011. – Т. 83. – 199 с.

17 **Turkevich, J., Stevenson, P. C., Hiller, J.** A study of the nucleation and grown progresses in the synthesis of colloidal gold// Discuss. Faraday Soc. –1951.– №11 – P. 55

References

1 **Foster, L.** Nanotekhnologii, nauka, innovatsii i vozmozhnosti. [Nanotechnology, Science, Innovation and Opportunity]. – Moscow : Tekhnosfera, 2008. – P. 352.

2 **Сергеев, Г. Б.** Синтез наночастиц серебра // Нанохимия. 2е изд. – MOSCOW : Издво МГУ, 2007. – 148 с.

3 **Кульский, Л. А.** Серебряная вода. – К. : Освіта, 1977. – 176 с.

4 **Ershov, Iu. A., Pletneva, T. V.** Mekhanizmy toksicheskogo deistviia neorganicheskikh soedinenii. [Mechanisms of toxic action of inorganic compounds] // Moscow : Meditsina, 1989. – P. 272.

5 **Podzharai, K. S.** Analiz metodov polucheniia nanorazmernykh chastits serebra [Analysis of methods for producing nanosized silver particles] // Uspekhi v khimii i khimicheskoi tekhnologii. – 2012. – T.26, Vol.7. – P. 85–88.

6 **Sidel'nikov, V. S.** Poluchenie nanochastits serebra dlia ispol'zovaniia ikh v elektrokhimicheskom analize [Preparation of silver nanoparticles for their use in electrochemical analysis] // Bakalavrskaja rabota. – 2017.– P. 28 – 30.

7 **Creighton, J. A., Blatchford, C. G., Albrecht, M. G.,** Faraday Trans Plasma Resonance Enhancement of Raman Scattering by Pyridine Adsorbed on Silver or Gold Sol Particles of Size Comparable to the Excitation Wavelength // Chem, J. Soc. – 1979. – Vol.75. – P. 790

8 **Turkevich, J., Stevenson, P. C., Hiller, J.** Studium nucleationis et incrementorum processibus in synthesis auri colloidalis // Discuss. Faraday Soc.–1951. – Vol. 11 – P. 55

9 **Schmid, G.** Adsorption and Surface-Enhanced Raman of Dyes on Silver and Gold Sols // Journal of Physical Chemistry. –1992. –Vol. 86 – № 92 P. 3391 – 3395.

10 **Kuz'mina, L. N.** Poluchenie nanochastits serebra metodom khimicheskogo vosstanovleniia [Preparation of silver nanoparticles by chemical reduction] // Zhurnal Rossiiskogo khimicheskogo obshchestva im. D. I. Mendeleeva.– 2007. Vol. 8 – P. 72.

11 **Zhao, T.** Size-controlled preparation of silver nanoparticles by a modified polyol method // Colloids and Surfaces A : Physicochem. Eng. Aspects – Vol.366 –P.197–202–2010.

12 **Isakova, D. T., Aronbaeva, S. D., Aronbaev, D. M.** Poluchenie kompozitsionnogo materiala, soderzhashchego nanochastitsy serebra [Preparation of a composite material containing silver nanoparticles]// Universum : khimiia i biologii: elektron. nauchn. Zhurn. –2023. – Vol.8 – 110.

13 **Parkhomenko, V. D., Soroka, P. I., Krasnokutskii, I. I., Vereshchak, V. G.** Plazmokhimicheskie metody polucheniia poroshkoobraznykh veshchestv i ikh svoistva [Plasma-chemical methods for obtaining powdered substances and their properties] // Vsesoiuznyi zhurnal khimicheskogo obshchestva im. D. I. Mendeleeva. – 1999 – T. 36. – P. 166 – 170.

14 **Lunina, M. A., Novozhilov, A. I.** Metod sinteza dispersii metallov v organicheskoi srede putem propuskaniia impul'snogo toka vysokoi chastoty [Method for the synthesis of metal dispersions in an organic medium by passing a high-frequency pulsed current] // kolloidn. zhurn.31, – 1969 – P. 467.

15 **Moskovits, M.** Chemistry and Physics of Matrix Isolated Species.// North Holland, Amsterdam. – 1989. – P.176 – 178

16 **Isaeva, E. I., Kiriukhina, S. N., Gorbunova, V. V.** Fotokhimicheski sintez nanochastits serebra i zolota v mnogoatomnykh spirtakh [Photochemical synthesis of silver and gold nanoparticles in polyhydric alcohols] // Rossiiskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet imeni A. I. Gertsena zhurnal obshchei khimii. – 2011 – T. 83. – P. 199.

17 **Turkevich, J., Stevenson, P.C., Hiller, J.** A study of the nucleation and grown progresses in the synthesis of colloidal gold // Discuss. Faraday Soc. –1951. – №11 – P.55

Басып шығаруға 04.12.23 қабылданды.

*Г. М. Ергазина, Б. М. Шакинов, А. Ж. Касанова

Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

Принято к изданию 04.12.23.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

В данной статье представлен литературный обзор по синтезу наночастиц серебра. Для написания этой научной статьи мы использовали современную базу данных ученых Scopus, Web of Science, Google scholar. Обзор литературы проведен на основе 20 научных публикаций и показывает основные методы синтеза наночастиц серебра. Наночастицы серебра привлекают большое внимание химиков, физиков, биологов и инженеров, желающих использовать их для создания наноустройств следующего поколения, и им также уделяется много внимания в медицине. В этом обзоре основное внимание уделяется различным методам синтеза наночастиц серебра, включая химическое восстановление, физические методы (например, лазерное облучение и плазменный синтез) и биологические методы (с использованием растительных, бактериальных и грибковых экстрактов). Обсуждаются недостатки каждого метода, а также факторы, влияющие на размер, форму и свойства наночастиц серебра. Также рассматриваются последние достижения в синтезе наночастиц серебра с контролируемой морфологией, функционализацией поверхности и улучшенными свойствами. В обзоре литературы рассматриваются текущие проблемы и будущие направления в синтезе наночастиц серебра, включая разработку экологически чистых и масштабируемых методов. предусмотрено изучение их биосовместимости и токсичности, а также дальнейшее потенциальное применение в различных областях исследований.

Ключевые слова: наночастицы, серебро, нанотехнологии, химическое восстановление, физический метод, фотохимический метод.

*G. M. Ergazina, B. M. Shakenov, A. Zh. Kassanova

Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Accepted for publication on 04.12.23.

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (REVIEW)

This article presents a review of the literature on the synthesis of silver nanoparticles. To write this scientific article, we used the modern Scopus, Web of Science, Google scholar database. A literature review was conducted on the basis of 20 scientific publications and shows the main methods of synthesizing silver nanoparticles. Silver nanoparticles are attracting a lot of attention from chemists, physicists, biologists and engineers who want to use them to create the next generation of nanodevices, and they are also receiving a lot of attention in medicine. This review focuses on various methods for the synthesis of silver nanoparticles, including chemical reduction, physical methods (e.g., laser irradiation and plasma synthesis), and biological methods (using plant, bacterial, and fungal extracts). This scientific article discusses the advantages and disadvantages of each method, as well as factors affecting the size, shape and properties of silver nanoparticles are discussed. Recent advances in the synthesis of silver nanoparticles with controlled morphology, surface functionalization, and enhanced properties are also reviewed. The literature review examines the current challenges and future directions in the synthesis of silver nanoparticles, including the development of environmentally friendly and scalable methods, the study of their biocompatibility and toxicity, and further potential applications in various fields. research is provided.

Keywords: nanoparticles, silver, nanotechnology, chemical recovery, physical method, photochemical method.

Теруге 04.12.2023 ж. жіберілді. Басуға 28.12.2023 ж. қол қойылды.

Электрондық басылым

2,14 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,28.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. Ж. Шокубаева

Корректорлар: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4244

Сдано в набор 04.12.2023 г. Подписано в печать 28.12.2023 г.

Электронное издание

2,14 МБ RAM

Усл. п. л. 8,28. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка З. Ж. Шокубаева

Корректоры: А. Р. Омарова

Заказ № 4244

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz