

Әуезхан Г.Н., Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Химия факультеті, ТФП22-3, студент

Нүрпейіс М.А., Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Химия факультеті, ТФП-23-4к, студент

Тәліпбай К.С., Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Химия факультеті, ТФП-23-5к, студент

(Ғылыми жетекшісі - PhD Галиева А.Р., х.ғ.к., профессор Жумағалиева Т.С)

ТАГУЧИ ЖОБАЛАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, РИФАМПИЦИНМЕН ЖҮКТЕЛГЕН ХИТОЗАН-ГЕЛЛАН НЕГІЗІНДЕГІ НАНОБӨЛШЕКТЕРІН АЛУ ҮРДІСТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Туберкулез – *Mycobacterium tuberculosis* қоздырғышы тудыратын, созылмалы жұқпалы аурулардың бірі болып табылады [1]. Ауру көбінесе тыныс алу жүйесін зақымдайды, бірақ лимфа түйіндері, сүйек, бүйрек және орталық жүйке жүйесі сияқты басқа мүшелерде де кездесуі мүмкін [1]. Туберкулездің кең таралуы, емдеу ұзақтығы және дәріге төзімді штаммдардың пайда болуы бұл ауруды жаһандық деңгейдегі маңызды медициналық және әлеуметтік проблемаға айналдырды.

Туберкулезді емдеудің стандартты сызбасы бірнеше туберкулезге қарсы препараттарды бір мезгілде қолдануға негізделген. Осы препараттардың ішінде рифампицин бірінші қатардағы негізгі дәрілік заттардың бірі болып табылады [2]. Рифампицин микобактериялардың ДНҚ-тәуелді РНҚ-полимеразасын тежеу арқылы бактерицидтік әсер көрсетеді және жасушаішілік микобактерияларға қарсы жоғары белсенділікке ие. Сонымен қатар, рифампициннің клиникалық қолданылуын шектейтін бірқатар кемшіліктері бар. Препараттың суда ерігіштігі төмен, ол асқазан-ішек жолында тұрақсыз және бауырда қарқынды метаболизденеді. Ұзақ уақыт қолдану кезінде гепатоуыттылық, асқазан-ішек жолының бұзылыстары және аллергиялық реакциялар сияқты жүйелік жанама әсерлер байқалуы мүмкін [3]. Осыған байланысты рифампициннің терапевтикалық тиімділігін арттыру үшін оны жаңа дәрілік жеткізу жүйелеріне енгізу өзекті болып табылады.

Хитозан – табиғи полисахарид хитиннің деацетилденуі нәтижесінде алынатын катионды биополимер [4]. Оның молекулалық құрылымында бос амин топтарының болуы хитозанға оң заряд береді және оны басқа анионды полимерлермен өзара әрекеттесуге қабілетті етеді. Хитозанның фармацевтикалық тұрғыдан маңызды қасиеттеріне биосәйкестілік, биоыдырайтындық, төмен уыттылық және мукоадгезивтілік жатады [4]. Мукоадгезивті қасиетінің арқасында хитозан негізіндегі жүйелер дәрілік заттың шырышты қабаттарда ұзақ уақыт сақталуын қамтамасыз етіп, оның биожетімділігін арттырады. Фармацевтикада хитозан нанобөлшектер, микрокапсулалар, гельдер және полиэлектролиттік кешендер алу үшін кеңінен қолданылады [5]. Хитозан негізіндегі тасымалдаушы жүйелер дәрілік заттарды қоршаған ортаның қолайсыз әсерінен қорғап, олардың бақыланып және ұзақ уақыт бойы босап шығуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, хитозанның бактерияға қарсы қасиеті оны инфекциялық ауруларды емдеуге арналған жүйелерде қолдануға мүмкіндік береді.

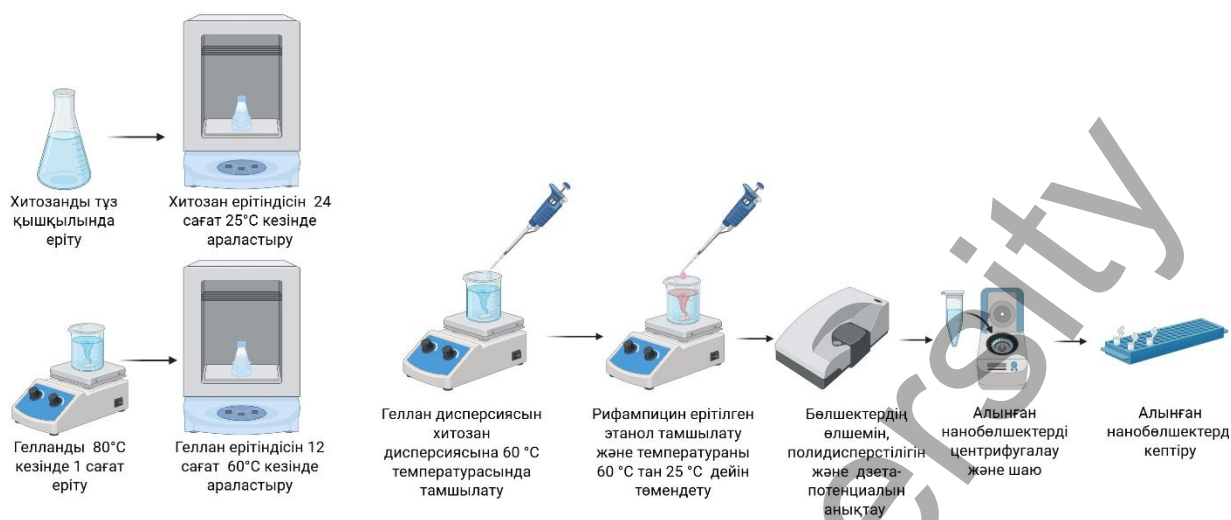
Геллан – *Sphingomonas elodea* микроорганизмдері синтездейтін табиғи анионды полисахарид [6]. Оның құрылымында карбоксил топтарының болуы гелланға теріс заряд береді және катионды полимерлермен полиэлектролиттік кешендер түзуге мүмкіндік. Гелланның маңызды ерекшеліктерінің бірі – оның жоғары гель түзуші қабілеті. Ол төмен концентрацияда да берік, серпімді гельдер түзеді және температура мен рН өзгерістеріне салыстырмалы түрде тұрақты. Бұл қасиеттер гелланды фармацевтикалық гельдер мен ұзақ әсер ететін дәрілік формалар алу үшін қолайлы етеді. Фармацевтикада геллан дәрілік заттарды инкапсуляциялау, бақыланып босап шығатын жүйелер жасау және биомедициналық қолданбаларда тасымалдаушы материал ретінде пайдаланылады. Гелланның биологиялық қауіпсіздігі мен уыттылығының төмендігі оны табиғи полимерлер қатарында перспективалы материалға айналдырады.

Полиэлектролиттік кешендер – қарама-қарсы зарядталған полимерлердің электростатикалық әрекеттесуі нәтижесінде түзілетін құрылымдық жүйелер [7]. Мұндай кешендер ковалентті байланыстар түзбестен, иондық әрекеттесу арқылы қалыптасады, бұл оларды алу технологиясын қарапайым және экологиялық қауіпсіз етеді. Хитозан мен геллан арасындағы өзара әрекеттесу нәтижесінде тұрақты полиэлектролиттік кешендер түзіледі. Бұл кешендер дәрілік заттарды, соның ішінде рифампицинді инкапсуляциялауға қолайлы. Полиэлектролиттік кешендердің негізгі артықшылықтарына дәрілік заттың тұрақтылығын арттыру, босап шығу жылдамдығын бақылау және препараттың жүйелік жанама әсерлерін азайту жатады. Сонымен қатар, полиэлектролиттік кешендер бөлшек өлшемін, беткі зарядты және құрылымдық тұрақтылықты реттеуге мүмкіндік береді. Осы қасиеттердің жиынтығы хитозан–геллан полиэлектролиттік кешендерін туберкулезге қарсы препараттарды жеткізудің перспективалы жүйесі ретінде қарастыруға негіз болады.

Зерттеу жұмысының мақсаты рифампицинмен жүктелген хитозан–геллан полиэлектролиттік кешендерін алу технологиясын әзірлеу және негізгі технологиялық параметрлерді оңтайландыру.

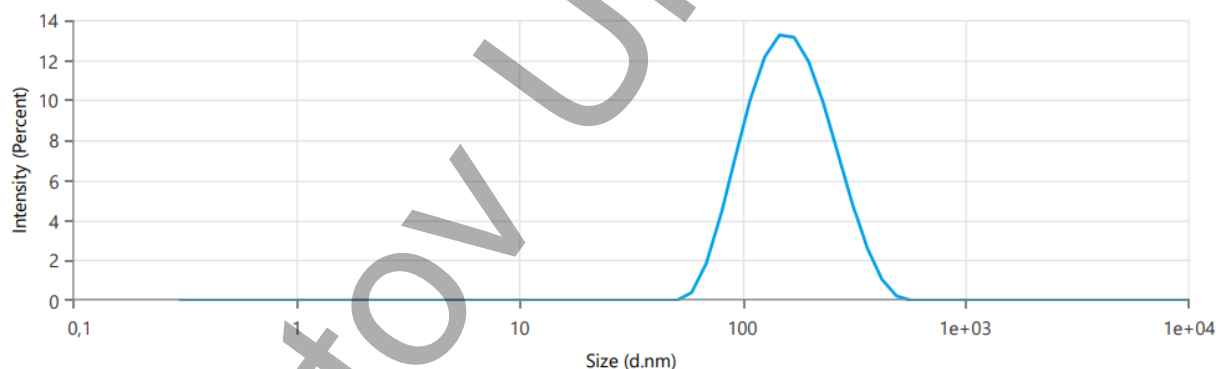
Полисахаридті нанобөлшектер ионотропты гель түзу, кешенді коацервация, нанопреципитация және басқа әртүрлі әдістермен синтезделуі мүмкін [8]. Бұл зерттеуде қымбат тұратын жабдықты немесе қосымша тігу немесе тұрақтандыру агенттерін пайдалануды талап етпейтін полиэлектролит кешенін коацервациялау тәсілі пайдаланылды. Хитозан сірке қышқылының әлсіз ерітіндісінде ерігілді. Геллан су ерітіндісі бөлек

дайындалды. Рифампицин хитозан ерітіндісіне енгізіліп, тұрақты араластыру жағдайында геллан ерітіндісі тамшылатып қосылды. Нәтижесінде полиэлектролиттік кешендер түзілді. Нанобөлшектерді синтездеу сызбасы 1 суретте келтірілген.



Сурет 1. CS-GG-RIF нанобөлшектерін полиэлектролиттік кешенді коацервация әдісімен алу процесінің сызбасы

Рифампицинмен жүктелген хитозан-геллан нанобөлшектерін Тагучи әдісі арқылы оңтайландырылды. Одан әрі синтез ұсынылған параметрлерді GG/CS қатынасы 4/6, RIF/полимерлер қатынасы 1/3, температура 25°C, этанол көлемі 15 mL қолдана отырып жүргізілді. Нәтижесінде алынған нанобөлшектердің орташа өлшемі 153 нм, полидисперстілігі 0,212, дзета потенциал 23 мВ құрады (Сурет 2).



Сурет 2. Рифампицинмен жүктелген хитозан және геллан негізіндегі нанобөлшектердің өлшемдері бойынша таралуы

Зерттеу нәтижесінде хитозан мен гелланның белгілі бір қатынасында ең тұрақты полиэлектролиттік кешендер түзілетінін көрсетті. Рифампицинмен жүктелген хитозан–геллан полиэлектролиттік кешендерін алу процестері оңтайландырылды. Рифампициннің инкапсуляциялау тиімділігі жоғары болды және препараттың баяу босап шығуы қамтамасыз етілді. Алынған жүйелер туберкулезге қарсы дәрілік заттарды тиімді жеткізудің перспективалы тасымалдаушысы болып табылады.

Бұл ғылыми-зерттеу жұмысы Жоғары білім және Ғылым Министрлігінің № AP23484897 "Полисахаридтер туындылары мен олардың кешендері негізінде туберкулезге қарсы препараттардың нанотасымалдаушыларын жасау" гранттық бағдарламасымен қаржыландырылған.

Әдебиет:

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2023; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2023.
2. Mariappan, T.T.; Singh, S. Positioning of Rifampicin in the Biopharmaceutics Classification System (BCS). Clin. Res. Regul. Aff. 2006, 23, 1–10. <https://doi.org/10.1080/10601330500533990>.
3. Iacobino, A.; Fattorini, L.; Giannoni, F. Drug-Resistant Tuberculosis 2020: Where We Stand. Appl. Sci. 2020, 10, 2153. <https://doi.org/10.3390/app10062153>.
4. Sogias, I. A., Williams, A. C., & Khutoryanskiy, V. V. (2008). Why is Chitosan Mucoadhesive? Biomacromolecules, 9(7), 1837–1842. <https://doi.org/10.1021/bm800276d>

5. Saputra, H. A., & Andreas. (2025). Chitosan and its biomedical applications: A review. *Next Materials*, 9, 101270. <https://doi.org/10.1016/j.nxmte.2025.101270>
6. dos Santos, A. M., Carvalho, S. G., Meneguim, A. B., Sábio, R. M., Gremião, M. P. D., & Chorilli, M. (2021). Oral delivery of micro/nanoparticulate systems based on natural polysaccharides for intestinal diseases therapy: Challenges, advances and future perspectives. *Journal of Controlled Release*, 334, 353–366. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.04.026>
7. C. S. F. Picone, R. L. Cunha, Chitosan–gellan electrostatic complexes: Influence of preparation conditions and surfactant presence, *Carbohydr. Polym.* 94 (1) (2013) 695–703, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.092>
8. Jaferník, K., Ładniak, A., Blicharska, E., Czarnek, K., Ekiert, H., Wiącek, A. E., & Szopa, A. (2023). Chitosan-Based Nanoparticles as Effective Drug Delivery Systems—A review. *Molecules*, 28(4), 1963. <https://doi.org/10.3390/molecules28041963>

Бекмурат М.Е., Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, химия факультеті, М2-ХО-25-1к топ, магистрант
(*Ғылыми жетекші - х.э.к., ассоц. профессор Кокибасова Г.Т.*)

ОҚУШЫЛАРДЫҢ ХИМИЯ ПӘНІН МЕНГЕРУІН АРТТЫРУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ЭДЬЮТЕЙНМЕНТ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЭЛЕМЕНТІ — МЕМДЕРДІ ҚОЛДАНУ

Мақсаты. Интернет мемдерді химия сабақтарында оқыту құралы ретінде пайдалану мүмкіндігін негіздеп, оқушылардың мем арқылы химия пәніне деген сүйіспеншілігін, білімін арттыру.

Міндеттері:

1. Эдьютейнмент технологиясының теориялық негіздерін талдау;
2. Химияны оқытудағы мемдердің дидактикалық әлеуетін анықтау;
3. Сабақ барысында мемдерді үлгілерін әзірлеу және оларды қолдану;
4. Бұл тәсілдің оқу материалының меңгерілу деңгейі мен оқушылардың оқу мотивациясына әсерін бағалау.

Жұмыстың өзектілігі. Білім беруді цифрландыру жағдайында оқушылардың мотивациясын және білімді меңгеру сапасын арттырудың тиімді жолдарын іздеу қажеттілігі артып отыр. Химия — күрделі әрі абстрактілі пән болғандықтан, заманауи педагогикалық шешімдерді талап етеді. Мемдерді эдьютейнмент технологиясының элементі ретінде қолдану оқушылардың қызығушылығын арттырып, оқу материалын түсінуді жеңілдетеді.

Мәселе. Цифрлық технологиялар белсенді енгізілгеніне қарамастан, химия пәні бойынша оқушылардың мотивациясының төмендігі және білімді үстірт меңгеруі мәселесі сақталуда. Мемдердің дидактикалық әлеуеті жеткілікті теориялық және әдістемелік тұрғыда негізделмеген.

Гипотеза. Егер химия сабақтарында мемдер эдьютейнмент технологиясының элементі ретінде жүйелі және әдістемелік тұрғыда негізделіп қолданылса, онда оқу материалының меңгерілу деңгейі мен оқушылардың оқу мотивациясы артады.

Зерттеу әдістері: ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді талдау, педагогикалық эксперимент, алдын ала тестілеу және қорытынды тестілеу, сауалнама жүргізу, бақылау.

Эдьютейнмент – оқытуды ойын-сауық арқылы жүзеге асыру тұжырымдамасына негізделген, заманауи техникалық және дидактикалық құралдардың жиынтығы ретінде қарастырылатын оқыту технологиясы [1].

Химия пәні күрделі формулалар мен абстрактілі ұғымдарға толы болғандықтан, дәстүрлі лекциялық әдістер әрдайым тиімді бола бермейді. Осы тұрғыдан алғанда, мемдер күрделі ұғымдарды визуалды және метафоралық түрде түсіндіруге мүмкіндік береді [2].

Эдьютейнментті химия пәнінде қолдану әртүрлі формада жүзеге асуы мүмкін: интерактивті симуляциялар мен виртуалды зертханалардан бастап, білім беру ойындары мен бейнероликтерге дейін. Осы контексте мемдерді пайдалану – салыстырмалы түрде жаңа, бірақ өте перспективалы бағыт болып табылады. Бұл тәсіл қазіргі заманғы буынның мәдени кодын тиімді қолданады және зерттеулер мен практикалық тәжірибе көрсеткендей, нақты оң нәтижелер береді.

Мем ұғымын алғаш ғылыми айналымға енгізген Р. Докинз мәдени эволюция теориясында мемді ақпараттың репликацияланатын бірлігі ретінде қарастырған [3]. Қазіргі зерттеулерде интернет-мемдер – жай ғана күлкілі суреттер емес. Олар – жылдам таралатын, оңай танылатын және белгілі бір мағына немесе астарлы ойды қамтитын мәдени ақпарат бірліктері [4]. Химияны оқытудағы олардың дидактикалық әлеуеті теориялық тұжырымдармен де, эмпирикалық деректермен де дәлелденген бірнеше факторларға негізделеді және цифрлық мәдениеттің семиотикалық бірлігі және мағыналық конструкт ретінде сипатталады.

Мемдер оқушылардың назарын бірден аударады, өйткені олар күнделікті интернет-мәдениеттің бір бөлігі болып табылады. Химия сабағында таныс мемді көрген оқушыда тану әсері пайда болып, әдетте жағымды эмоциялар туындайды. Оқушылар жаңа ақпаратты қабылдауға ашық болып, мем мазмұнына байланысты сұрақтарды белсенді түрде қоя бастайды [5].

Дұрыс таңдалған мем күрделі химиялық ұғымды визуалды немесе метафоралық түрде түсіндіруге мүмкіндік береді, соның нәтижесінде материал анағұрлым қолжетімді әрі түсінікті болады [6].