

ӘОЖ 615.322

Ж.Н. Ержанова¹, Д.Д. Асылбекова^{1*}, Г.И. Утегенова², К.Б. Адиходжаева¹

¹магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

¹х.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

²PhD, доцент, Оңтүстік Қазақстан медициналық академиясы, Шымкент, Қазақстан

¹фармац.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

*Корреспондент авторы: Asylbekova.dina@mail.ru

БИОМЕДИЦИНАЛЫҚ МАҚСАТТАРҒА ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН ЖОҒАРЫ ҚҰРЫЛЫМДЫ ПОЛИМЕРЛІ ГИДРОГЕЛЬДІҢ СИПАТТАМАЛАРЫ

Түйін

Қазіргі уақытта технологиялары жоғары дамыған елдерде суда және биологиялық сұйықтықтарда ондаған және жүздеген есе қайтымды ісінуге қабілетті полимерлі гидрогельдер медицинаның әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Кеңістікте өзара байланысқан гидрофильді полимерлер болып табылатын полимер гидрогельдері құнды физикалық, химиялық және медициналық-биологиялық қасиеттердің бірегей жиынтығына ие (кең диапазондағы су мен биологиялық сұйықтықтар үшін реттелетін сорбциялық қабілеті, биоүйлесімділігі, жұмсақ тін тәрізді консистенциясы, үлкен және кіші молекулаларға қатысты өткізгіштігі, улы еместігі және т.б.). Бұл оларды ішкі және ұлпа ішілік протездер (жұмсақ тіндердің, шеміршектердің, сіңірлердің пластикалық хирургиясы және т.б.), көруді түзетуге арналған жанаспалы линзалар, гемоүйлесімді материалдар, жараларды және терінің күйік зақымдануын емдеуге арналған түбегейлі жаңа құралдар, бақыланатын бөлінетін заттар жүйелері және әртүрлі дәрі-дәрмектерді органға тікелей тасымалдау құралдары сияқты диагностикалық мақсатта және т.б. медицинаның көптеген салаларында практикалық қолданудың жоғары тиімділігін анықтайды.

Кілттік сөздер: жоғары құрылымды, гидрогельдер, биоматериалдар, дәрі-дәрмек жеткізу, өзін-өзі емдеу.

Кіріспе

Полимерлі гелдер әмбебаптығы, жұмсақ құрылымы, икемділігі және тітіркендіргіштерге сезімталдығы, биоыдырағыштығы және биоүйлесімділігі сияқты ерекше қасиеттеріне байланысты соңғы уақытта айтарлықтай қызығушылық тудырған полимерлі материалдардың құнды класы болып табылады. Өзінің қасиеттеріне байланысты полимер гелді қолданудың кең ауқымында: тамақ өнеркәсібінде, ауыл шаруашылығында, биомедицинада және биосенсорларда қолдануға болады. Полимерлі гелдерді әртүрлі медициналық және өндірістік мақсаттарда қолдану түзілу процесін, гел тұрақтылығына әсер ететін факторларды және құрылым мен реологиялық қасиеттер арасындағы байланысты жақсырақ түсінуді талап етеді. Бұл шолудың мақсаты - полимер гелдеріне жалпы шолу жасау, олардың маңызды ерекшеліктерін көрсету үшін полимер гелдік материалдардың жіктелуі және биомедициналық қолданбалардағы соңғы жетістіктер. Полимерлі гидрогельді одан әрі дамытудың бірнеше перспективалары ұсынылған.

Полимерлі гелдер - сұйық және қатты күйлер арасындағы аралық консистенциясы бар жан-жақты, жұмсақ, жартылай қатты материалдар класы. Олардың өзара байланысқан желісі әртүрлі пішіндер мен өлшемдердің қуыстарын құра алады, оларда әртүрлі молекулалар мен дәрілер ұсталуы мүмкін [1,2]. Полимер гелдердің қолданылуы түзілу процесіне әсер ететін, гелдердің тұрақтылығына әсер ететін және олардың бірегей құрылымы мен өзара байланыстарымен анықталады. Күнделікті өмірде полимерлі гелдер көбінесе тамақ өнімдерінде (торттар немесе шұжықтар, кетчуптар, ірімшіктер), жеке қолдануда (косметика, сусабындар, тіс пастасы, қырыну кремi), медициналық бұйымдарда (тіндік инженерия, жабындар, медициналық құрылғылар, контакт линзалары, трансдермальды препараттарды

жеткізу, жараларды таңу, дәрі-дәрмек жеткізу жүйелерінде) немесе әртүрлі өнеркәсіптік өнімдерде, бояуларда, бояуларда, сондай-ақ әртүрлі өнеркәсіптік өнімдерде, бояуларда, сондай-ақ өнеркәсіптік өнімдерде кездеседі. сенсорлық индустрия және қоршаған ортаны қорғауда [3– 5].

Бір жылдан кейін жараны таңу үшін қолданылатын жаңа материал жасалды. Табиғи полимерге, коллагенге негізделген бұл материал әртүрлі потенциалды қолданбалар үшін полимерлі гидрогельдерді қолдануға назар аударды [4]. Полимерлі гелилер үш өлшемді (3D) кросс-байланыстырылған полимерлі желі орналасуында полимер мен еріткіш арқылы түзілген жүйелер болып табылады. Сыртқы ортаның өзгеруіне байланысты, мысалы, физикалық тітіркендіргіштер (температура, электр және магнит өрісі, жарық, қысым) және/немесе химиялық тітіркендіргіштер (рН, иондық күш, молекулалық түрлер және еріткіш құрамы) полимер гелилері өз көлемін үзіліссіз және қайтымды түрде өзгерте алады. Полимерлі гелилер гидрофильді компоненттің болуына байланысты Гелилер арқасында суды (полимердің өзінен ондаған және жүздеген есе көп) немесе биологиялық сұйықтықтарды едәуір мөлшерде сіңіру қабілетіне ие. Полимерлі гели осмоттық күштер мен полимер тізбектерін кеңейту қабілеті арасында тепе-теңдік күйі орнағанша ісінуі мүмкіу. Функционалды полимерлі гелилердің ісіну қабілеті олардың полимер тізбегіне бекітілген гидрофильді функционалдық топтарынан және полимер тізбектері арасындағы көлденең байланыстардан туындайды. Бұл полимер гелилерінде ерітуге төзімділікке әкеледі. «Жұмсақ» аралық күйге байланысты полимер гелилері ақырғы ығысу тұтқырлығын көрсетеді. Бұл шолу полимер гелилердің негізгі сипаттамаларын талдауға, соңғы зерттеулердің нәтижелерін және олардың соңғы бірнеше жыл ішінде жүзеге асырылған биомедициналық қолданылуына бағытталған. Вихтерленің революциялық жұмысынан [6] бастап, ең жаңа полимерлі гели негізіндегі әзірлемелер мен тендерлерге дейін, осы шолу мақаласы оқырманға осы саланың егжей-тегжейлі шолуын және одан әрі ықтимал дамуларға қатысты болжамды ұсынады.

Қазіргі уақытта полимер негізіндегі жара таңғыштары жараның жазылуын тездететін, микроорганизмдердің енуіне жол бермеуге қабілетті, жеткілікті ауа өткізгіштігімен, серпімділігімен және аллергиялық әсерлері жоқ тиімді дәрілік формалар болып табылады. Синтетикалық полимерлі таңғыштардың операциялық қасиеттері полимер негізімен, ал емдік қасиеттері дұрыс таңдалған дәрілік затпен анықталады. Осы күнге дейін барлық талаптарға сай жараны таңғыш алынған жоқ. Осыған байланысты жараларды таңғыштарды жасау және олардың қасиеттерін зерттеу саласындағы зерттеулер өте өзекті болып табылады.

Полимерлі гелилер - поливинилпирролидон (ПВПД) негізіндегі таңғыштар радиация арқылы өзара байланысқан, терінің қорғаныс қызметін жақсартады және әртүрлі микробтардан қорғайды. Поливинил спирті жақсы биоүйлесімділік пен механикалық қасиеттерге ие, бұл оны биомедициналық мақсаттарда гидрогельді таңғыштар үшін матрица ретінде кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Полимер негізі ретінде қолдану тұрғысынан әртүрлі салаларда кеңінен қолданылатын негізіндегі сополимерлерді пайдалану қызығушылық тудырады. Қол жетімділігі мен құнды физико-химиялық және биологиялық қасиеттеріне байланысты қолданбалы маңызға ие.

Гидрогельдер судың немесе биологиялық сұйықтықтардың үлкен мөлшерін сіңіруге қабілетті гидрофильді, үш өлшемді желілер болып табылады, сондықтан биосенсорларға, дәрі-дәрмек жеткізу векторларына және ұлпа инженериясында жасушалар үшін тасымалдаушылар немесе матрицаларға негізгі үміткерлер ретінде пайдалану мүмкіндігі бар. Бұл шолу мақаласында биоматериалдардың басқа түрлерінен шектеулерді жеңетін гидрогельдердің артықшылықтары талқыланады. Гидрогельдер химиялық құрамына байланысты әртүрлі ынталандыруларға, соның ішінде қыздыруға, рН, жарыққа және химиялық заттарға жауап береді. Құрылым параметрлерінің ісіну қасиеттеріне қалай әсер ететіні туралы егжей-тегжейлі түсінік беру үшін екі ісіну механизмі талқыланады, содан кейін гелидеу механизмі және тор өлшемін есептеу жүргізіледі. Полисахаридтер мен полипептидтер сияқты табиғи материалдардан дайындалған гидрогельдер, сонымен қатар

жақында хабарланған әдебиеттердегі синтетикалық гидрогельдердің әртүрлі түрлері егжей-тегжейлі талқыланады. Соңында, жасуша культурасын, өзін-өзі емдеуді және дәрі-дәрмекті жеткізуді қоса алғанда, гидрогельдердің әртүрлі түрлерінің биомедициналық қолданылуына назар аударылады.

Гидрогельдер, гидрофильді полимер тізбегінің көлденең байланысқан 3D желілері, гидрофильді құрылымына байланысты суды көп мөлшерде ұстауға қабілетті [1-4]. Осылайша, гидрогельдік желілер су орталарында кең көлемде ісінуі мүмкін. Су адам ағзасының ең үлкен құрамдас бөлігі болғандықтан, көп мөлшерде суды сіңіре алатын гидрогель биомедициналық мақсаттарда қолданғанда үлкен әлеуетке ие болып саналады. Жақында гидрогельдерді тіндік инженерия, дәрі-дәрмек жеткізу, өзін-өзі емдейтін материалдар, биосенсорлар және гемостаз бинттері сияқты салаларда қолданудың орындылығы туралы кең зерттеулер жүргізілуде. Биоматериалдардың басқа түрлерімен салыстырғанда, гидрогельдердің жоғары биоүйлесімділігі, реттелетін биоыдырағыштығы, дұрыс механикалық беріктігі, кеуекті құрылымы және т.б. артықшылықтары бар. Дегенмен, гидрогельдердің механикалық беріктігі мен нәзік қасиетіне байланысты гидрогельдерді қолдану мүмкіндігі әлі де шектеулі. Осылайша, күшті және тұрақты қасиеттері бар жаңа гидрогельдер әлі де қажет және зерттеу үшін маңызды бағыт болып қала береді.

Күтілгендей, табиғи түрде түзілген гидрогельдер ұзағырақ қызмет ету мерзіміне, суды сіңірудің жоғары сыйымдылығына және гелдің жоғары беріктігіне жету үшін біртіндеп синтетикалық гидрогельдермен ауыстырылады [2,3]. Бақытымызға орай, әртүрлі дамыған синтетикалық стратегиялармен анықталған желілік құрылымдары, қажетті химиялық құрамы және реттелетін механикалық беріктігі бар гидрогельдерді жобалауға болады. Гидрогельдер толығымен жасанды компоненттерден дайындалуы мүмкін және тіпті жоғары температура немесе өте қышқыл немесе негіздік орта сияқты ауыр жағдайларда да керемет тұрақтылық көрсетеді. Сонымен қатар, полимер тізбектерін ынталандыруға жауап беретін функционалдық топтармен өзгерту арқылы гидрогель қасиеттерін жылу, жарық, магнит өрістері, химиялық агенттер және рН қоса алғанда ынталандыру арқылы ауыстыруға болады [5].

Бұл шолуда гидрогельдерді дайындаудың әртүрлі технологиялары талқыланады және біз ынталандыруға жауап беретін гидрогельдердің әртүрлі түрлерін егжей-тегжейлі қарастырамыз. Мұндай материалдарды тереңірек түсіну үшін әртүрлі теориялар негізінде ұсынылған ісіну механизмдері егжей-тегжейлі қарастырылады. Соңғысы, бірақ кем дегенде, өзін-өзі емдеу және дәрі-дәрмек жеткізу сияқты биомедициналық мақсаттарға арналған нақты талаптарға қол жеткізу үшін әртүрлі гидрогельдерге назар аударылады.

Ынталандыруға жауап беретін гидрогельдердің әртүрлі түрлері

Пеппас б анықтағандай, «гидрогельдер - бұл үлкен мөлшерде суды немесе биологиялық сұйықтықтарды сіңіруге қабілетті, сондықтан үлкен дәрежеде биологиялық тінге ұқсайтын гидрофильді, үш өлшемді желілер». Олар кез келген еріткіште ерімейді, өйткені полимер тізбегі не ковалентті байланыстармен, не шиеленістер мен кристаллиттер сияқты физикалық әрекеттесулер арқылы қиылысады. Гидрогельдердің судың жоғары құрамы, жұмсақ және резеңке консистенциясы, сондай-ақ сумен немесе биологиялық сұйықтықтармен төмен фазааралық керілу сияқты қасиеттеріне байланысты олар табиғи ұлпалар үшін әлеуетті балама болады деп күтілуде [5]. Әртүрлі қолданбаларға сәйкес, гидрогельді денедегі рН, иондық күш және температура сияқты әртүрлі ынталандыруға жауап беруге дайындауға болады.

Термоэффektivті гидрогельдер

Гидрофобты және гидрофильді сегменттер арасындағы тепе-теңдік синтетикалық термореттеуші гидрогельдің қасиеттерін басқарудың кілті болып табылады. Егжей-тегжейлі айтқанда, температура гидрофобты полимер сегменттері арасындағы гидрофобты

әрекеттесулерге және гидрофильді полимер сегменттері мен су молекулалары арасындағы гидрофильді әрекеттесулерге керемет әсер етеді. Осылайша, температураның шамалы өзгеруі бастапқы тепе-теңдікті бұзып, золь-гель ауысуын тудыруы мүмкін [6-7].

Қорытынды

Осыған орай полимерлі гидрогельдер судың немесе биологиялық сұйықтықтардың үлкен мөлшерін сіңіруге қабілетті гидрофильді, үш өлшемді желілер болып табылады, сондықтан биосенсорларға, дәрі-дәрмек жеткізу векторларына және ұлпа инженериясында жасушалар үшін тасымалдаушылар немесе матрицаларға негізгі үміткерлер ретінде пайдалану мүмкіндігі бар. Бұл шолу мақаласында биоматериалдардың басқа түрлерінен шектеулерді жеңетін гидрогельдердің артықшылықтары талқыланады.

Әдебиеттер тізімі

1. Biomedical Applications of Hydrogels Handbook / Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T.: Springer, 2010. – 423 p.
2. Yoshida R., Okano T. Stimuli-Responsive Hydrogels and Their Application to Functional Materials // In the Book: Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T. (Editors): Springer, 2010. – Part 1. – P.19 -44.
3. Miyata T. Biomolecule-Responsive Hydrogels // In the Book: Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T. (Editors): Springer, 2010. – Part 1. – P.65-86.
4. Oishi M., Nagasaki Y. Stimuli-Responsive PEGylated Nanogels for Smart Nanomedicine In the Book: Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T. (Editors): Springer, 2010. – Part 1. – P.87-120.
5. Peppas N.A. Physiological responsive gels // J. Bioact. Compat. Polym. – 1991. – Vol.6. – P. 241- 246.
6. Кошанова С. Б. «Композитті гидрогельдерді алу және оның қасиеттерін зерттеу» дипломдық жұмысы, 6B07109 — «Инженерлік физика және материалтану» білім беру бағдарламасы, Алматы, 2024.
7. Н. Бхадри, П. Бхатт, А. Бартвал, С. Ч. Фулара «Биомедицинада және регенеративті медицинада қолдану үшін қарағай инелерінен карбоксиметилцеллюлозаның синтезі және сипаттаманың» мақаласы, «Медицина және экология», 2023.

References

1. Biomedical Applications of Hydrogels Handbook / Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T.: Springer, 2010. – 423 p.
2. Yoshida R., Okano T. Stimuli-Responsive Hydrogels and Their Application to Functional Materials // In the Book: Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T. (Editors): Springer, 2010. – Part 1. – P.19 -44.
3. Miyata T. Biomolecule-Responsive Hydrogels // In the Book: Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T. (Editors): Springer, 2010. – Part 1. – P.65-86.
4. Oishi M., Nagasaki Y. Stimuli-Responsive PEGylated Nanogels for Smart Nanomedicine In the Book: Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. Offenbrite R.M. (Editor-in-Chief), Park K. and Okano T. (Editors): Springer, 2010. – Part 1. – P.87-120.
5. Peppas N.A. Physiological responsive gels // J. Bioact. Compat. Polym. – 1991. – Vol.6. – P. 241- 246.
6. Koshanova S. B. «Kompozitti gidrogel'derdi alu zhəne onuŋ qasietterin zertteu» diplomdyk zhymysy, 6B07109 — «Inzhenerlik fizika zhəne materialtanu» bilim beru bardarlamasy, Almaty, 2024.
7. N. Bhadri, P. Bhatt, A. Bartval, S. Ch. Fulara «Biomedicinada zhəne regenerativti medicinada

қолдану үшін қарағай inelerinen карбоксиметилцеллюлозаның синтези және сипаттамауы» мақаласы, «Medicina және jekologija», 2023.

Ж.Н. Ержанова¹, Д.Д. Асылбекова^{1*}, Г.И. Утегенова², К.Б. Адиходжаева¹

¹магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

¹к.х.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²PhD, доцент, Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, Казахстан

¹к.фармац.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: Asylbekova.dina@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНОГО ГИДРОГЕЛЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИМЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ

Аннотация

В настоящее время в технологически развитых странах широкое применение в различных областях медицины находят полимерные гидрогели, способные обратимо набухать в воде и биологических жидкостях в десятки и сотни раз. Полимерные гидрогели, представляющие собой гидрофильные полимеры, соединенные между собой в пространстве, обладают уникальным набором ценных физических, химических и медико-биологических свойств (регулируемая сорбционная емкость по отношению к широкому спектру воды и биологических жидкостей, биосовместимость, мягкотканная консистенция, проницаемость для крупных и мелких молекул, нетоксичность и т. д.). Это делает их пригодными для создания внутренних и внутритканевых протезов (пластика мягких тканей, хрящей, сухожилий и др.), контактных линз для коррекции зрения, гемосовместимых материалов, принципиально новых средств лечения ран и ожоговых поражений кожи, систем контролируемого высвобождения и средств прямой доставки различных лекарственных препаратов в орган, для диагностических целей и т.д. определяет высокую эффективность практического применения во многих областях медицины.

Ключевые слова: высокоструктурированные, гидрогели, биоматериалы, доставка лекарств, самолечение.

Zh.N. Yerzhanova¹, D.D. Asylbekova^{1*}, G.I. Utegenova², K.B. Adikhodzhaeva¹

¹master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

¹Cand.Chem.Sci., Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

²PhD, associate professor, South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan ¹Cand.Farm.Sci.,

Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

*Corresponding author's email: Asylbekova.dina@mail.ru

CHARACTERISTICS OF HIGH STRUCTURE POLYMER HYDROGEL FOR USE FOR BIOMEDICAL PURPOSES

Abstract

Currently, in highly technologically developed countries, polymer hydrogels capable of reversibly swelling tens and hundreds of times in water and biological fluids are widely used in various fields of medicine. Polymer hydrogels, which are hydrophilic polymers interconnected in space, have a unique set of valuable physical, chemical and medical-biological properties (tunable sorption capacity for a wide range of water and biological fluids, biocompatibility, soft tissue-like consistency, permeability to large and small molecules, non-toxicity, etc.). This determines the high efficiency of their practical application in many areas of medicine, such as internal and intra-tissue prostheses (plastic surgery of soft tissues, cartilage, tendons, etc.), contact lenses for vision correction, hemocompatible materials, fundamentally new tools for the treatment of wounds and burn lesions of the skin, systems of controlled release substances and means of direct delivery of various drugs to the organ, etc.

Key words: high structure, hydrogels, biomaterials, drug delivery, self-treatment.