ХРОМ ТУЗИ ИШТИРОКИДА СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА АСОСЛИ ГИДРОГЕЛЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Б. Мухиддинов
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети, Ўзбекистон,
E-mail: info@nsumt.uz
А. Джалилов
Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институти, Ўзбекистон,
Ш. Ширинов
Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институти, Ўзбекистон,
О. Исроилов
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети, Ўзбекистон,
E-mail: ooo_tniixt@mail.ru

Аннотация. Ушбу ишда хром (ИИИ) хлорид ($CrCl_3$) kross-линкловчи agent сифатида ишлатилган ҳолда, карбоксиметилселлюлоза (КМЦ) асосида янги гидрогелларнинг синтези ва тадқиқи амалга оширилган. Турли консентрациядаги хром тузи ва КМЦ иштирокида гидрогелларнинг синтез жараёни оптималлаштирилиб, уларнинг тузилиши ва хоссалари ўрганилган. Синтез қилинган гел структуралари Фурие инфрақизил (ФТ-ИР) спектроскопияси усули ёрдамида тасдиқланган. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, kross-линкловчи agent миқдори ва полимер консентрацияси гидрогелларнинг шишиш хусусиятларига, механик мустаҳкамлигига ва морфологиясига сезиларли таъсир кўрсатади. Гелларнинг сувли муҳитда шишиш қобилияти ва барқарорлиги ўрганилиб, уларнинг пҳ-га сезгирлиги аниқланди. Хусусан, гелнинг шишиш даражаси атроф-муҳитнинг пҳ даражасига боғлиқ еканлиги ва гелнинг нейтрал ва асосли муҳитларда енг юқори сув ушлаш қобилиятига ега еканлиги кўрсатилган. Олинган натижалар, хром тузи иштирокида синтез қилинган КМЦ асосли гидрогелларнинг юқори сув ушлаш қобилияти, яхши механик барқарорлиги ва пҳ-га сезгирлиги туфайли қишлоқ хўжалигида (сувни сақлаш учун), биомедицинада (дори етказиб бериш тизимлари) ва атроф-муҳни муҳофаза қилишда оғир металларни сорбсиялашда самарали қўлланилиши мумкинлигини кўрсатади.

Калит сўзлар: Карбоксиметилселлюлоза (КМЦ), Гидрогел, Хром (ИИИ) хлорид, Kross-линклаш, Синтез, Шишиш хусусияти, пҳ-га сезгирлик, ФТ-ИР спектроскопияси, Biomedical апликациялар, Сорбция

Аннотация. Эта работа включала синтез и изучение новых гидрогелей на основе карбоксиметилцеллюлозы (KMS) с использованием хлорида хрома

ISSN 3030-3907

(III) в качестве сшивающего агента. В присутствии соли хрома и KMS различных концентраций оптимизируется процесс синтеза гидрогелей, а также изучаются их структура и свойства. Структура синтезированного геля была подтверждена с помощью метода инфракрасной спектроскопии Furie (ft-ir). Исследования показали, что количество сшивающего агента и концентрация полимера оказывают существенное влияние на свойства набухания, механическую прочность и морфологию гидрогелей. Была изучена способность и стабильность гелей к набуханию в водных средах и установлена их чувствительность к pH. В частности, было показано, что степень набухания геля зависит от pH окружающей среды, и гель обладает самой высокой влагоудерживающей способностью в нейтральной и основной средах. Полученные результаты показывают, что гидрогели на основе kms, синтезированные в присутствии соли хрома, благодаря их высокой влагоудерживающей способности, хорошей механической стабильности и чувствительности к PH, могут эффективно использоваться в сельском хозяйстве (для хранения воды), биомедицине (системы доставки лекарственных препаратов) и для сорбции тяжелых металлов в целях защиты окружающей среды..

Ключевые слова: карбоксиметилцеллюлоза (КМС), гидрогель, хлорид хрома (III), сшивка, синтез, способность к набуханию, чувствительность к PH, ИК-спектроскопия, биомедицинское применение, сорбция.

Annotation. This work included the synthesis and study of new hydrogels based on carboxymethylcellulose (KMS) using chromium (III) chloride as a crosslinking agent. In the presence of chromium salt and KMS of various concentrations, the synthesis of hydrogels is optimized, and their structure and properties are studied. The structure of the synthesized gel was confirmed using the Furie infrared spectroscopy (ft-ir) method. Studies have shown that the amount of crosslinking agent and polymer concentration have a significant effect on the swelling properties, mechanical strength, and morphology of hydrogels. The ability and stability of gels to swell in aqueous media was studied and their sensitivity to pH was established. In particular, it was shown that the degree of swelling of the gel depends on the pH of the environment, and the gel has the highest moisture retention capacity in neutral and basic environments. The results show that kms-based hydrogels synthesized in the presence of chromium salt, due to their high moisture retention capacity, good mechanical stability and PH sensitivity, can be effectively used in agriculture (for water storage), biomedicine (drug delivery systems) and for the sorption of heavy metals in order to protect the environment..

ISSN 3030-3907

Keywords: carboxymethylcellulose (KMS), hydrogel, chromium (III) chloride, cross-linking, synthesis, swelling property, PH sensitivity, ft-ir spectroscopy, Biomedical appliques, sorption

Кириш

Сув ресурслари табиий равишда тикланишидан анча тез қисқариб бормоқда ва сув танқислигининг ҳар қандай кўриниши барча соҳаларга жиддий таъсир кўрсатади. Шу сабабли, мавжуд сув ресурсларидан самарали фойдаланиш учун янги, оддий ва инновацион усулларга бўлган эҳтиёж ортиб бормоқда. Ушбу муаммонинг энг истиқболли ечимларидан бири гидрогеллардан фойдаланиш ҳисобланади. [1]

Гидрогеллар ноқулай иқлим шароитида ҳам ўсимликларнинг юқори ўсиши ва ҳосилдорлиги учун сувни ва минерал ўғитларни тежаш воситаси бўлиб хизмат қилади. Улар асосан полимер бирикмалардан иборат бўлиб, улар қуруқ оғирлигига қараганда, бир неча юз баравар кўпроқ сувни ўзлаштира олади ва функционал гуруҳлар мавжудлиги сабабли "кичик сув омбори" вазифасини бажаради. Улар табиий полисахаридлар ва кимёвий бирикмалар томонидан осонлик билан синтезланади ва қишлоқ хўжалигида тупроқ ўғитлари самарадорлигини ошириш ва сув таъсири остида ўсимликларни етиштириш учун кенг қўлланилади. [2-5]

Гидрогелларни ўғитлар билан бирлаштириш, мавжуд ўғитларнинг камчиликларини бартараф этиш, уларнинг йўқотилишини камайтириш, озуқавий моддаларнинг барқарор етказиб берилиши ва суғориш тезлигини камайтириш орқали энг истиқболли материаллардан бирига айланди. Бугунги кунда экологик жиҳатдан барқарор материалларга бўлган талаб ортиб бораётгани био-асосли маҳсулотларни ишлаб чиқишда муҳим масала ҳисобланади. Қишлоқ хўжалигидаги асосий муаммолар тупроқ ғоваклигини ошириш, суғоришда сувни ортиқча ишлатиш ва тупроқнинг ўғитларни ушлаб туриш қобилиятининг етарли эмаслигини ўз ичига олади. Бу полимер гидрогеллар қишлоқ хўжалигида қўшалоқ мақсадда ишлатилади: тупроқнинг физик хусусиятларини яхшилаш ва суғориш тезтезлигини камайтириш, бу эса ўсимлик ҳосилдорлигининг ошишига ҳисса қўшади, чунки гидрогеллар озуқа моддаларини секин доимий чиқариш хусусиятига эга. [4-9]

Тадқиқотнинг мақсади. Тадқиқотнинг мақсади — табиий полимер ва акриламид асосида (КМЦ/АК/АА/Cr^{3+}) юқори бўкувчан гидрогел ишлаб чиқиш, унинг сувни ушлаш қобилиятини ошириш ҳамда тузилиши ва физик-кимёвий хусусиятларини ўрганишдан иборат.

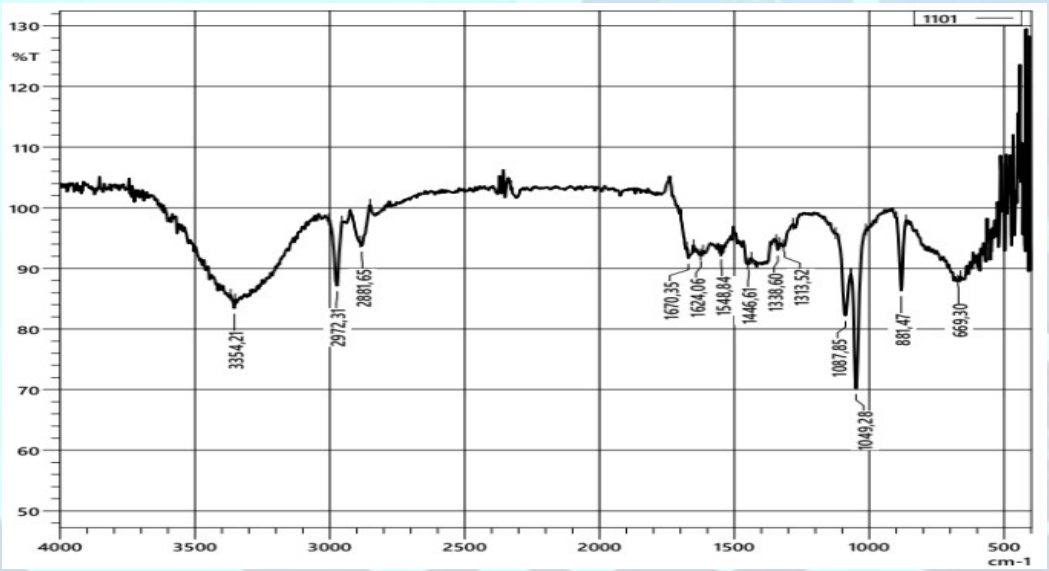
ISSN 3030-3907

Тадқиқот объекти ва усуллари. Тадқиқотнинг объекти сифатида карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), акрил кислота (АК), акриламид (АА) ва хром (III) нитратлар танлаб олинган.

200 мл ли шиша колбага 8,6 г (8,2 мл) акрил кислота солиниб, 0 °C ҳароратда 2,8 г NaOH (20% ли эритмадан 14 мл) қўшилиши орқали акрил кислота 60% гача нейтралланди. Совуқ реакцион аралашмага 8,1 г акриламид ва 6 г карбамиднинг 30 мл дистилланган сувдаги эритмаси қўшилди. Кейин 0,00125 г хром(III)-нитрат тузи (0,25% ли эритмадан 2 мл) 15 дақиқа мобайнида томчилатиб аралаштирилди. Шундан сўнг колбага 0,5 г карбоксиметилцеллюлозанинг 40 мл сувда тайёрланган гели, 1,64 г бентонит (7%) ва 0,66 г $NaHCO_3$ (3%) қўшилиб, 20 дақиқа аралаштирилди. Барча босқич механик аралаштириб турилган ҳолда олиб борилди. Сўнг 0,66 г аммоний персульфат (3%) қўшилиб, реакция ҳарорати 0 °C дан 85 °C гача кўтарилди ва жараён 4 соат давом эттирилди. Тайёр гидрогелни реакцияга киришмаган моддалардан тозалаш ва ғовакли тузилишни сақлаш мақсадида 48 соат давомида, ҳар 6 соатда сув билан ювилди. Кейин намуна 80 °C да 15 соат қуритилиб, доимий масса олинди.

Олинган натижалар ва уларининг таҳлили.

Синтез қилинган гидрогел тузилиши ИК-спектроскопия усули ёрдамида ўрганилди ва олинган натижалар 1-расмда келтирилган.



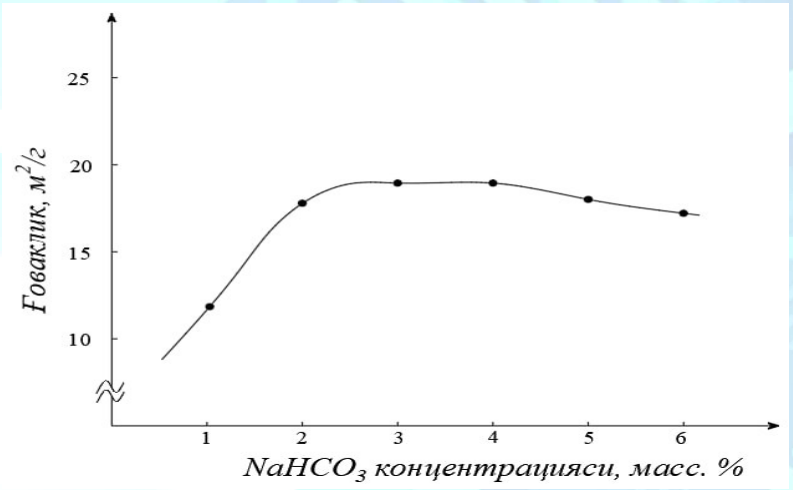
1-расм. КМЦ/АК/АА/Cr^{3+} таркибли гидрогелнинг ИҚ-спектри

Олинган натижалар таҳлили (1-расм)дан кўринадики, 3354 $см^{-1}$ соҳадаги валент ютилиш чизиғи гидрогел таркибидаги –ОН гуруҳларига тегишлидир. 2972–2881 $см^{-1}$даги ютилиш чизиқлари эса –СН гуруҳларининг ассиметрик валент тебранишларига тўғри келиб, унинг деформацион ютилиш чизиғи 669 $см^{-1}$ соҳага мос келади. Гидрогел таркибидаги –С=О карбонил гуруҳига тегишли валент тебранишлар эса 1670–1624.1 $см^{-1}$ соҳада

ISSN 3030-3907

намоён бўлади. Спектрдаги 1088–1049 см-1 ютилиш соҳаси гидрогел таркибидаги –C– O–C– эфир гуруҳининг деформацион тебранишларига мос келади. Спектрда тегишли функционал гуруҳларнинг ютилиш соҳалари ГПМЦ/АК/АА/Cr^{3+} таркибли гидрогелнинг тузилишини тасдиқлайди.

Карбоксиметилцеллюлоза, акриламид ва хром тузлари иштирокида ҳосил қилинган гидрогел ғоваклигининг натрий гидрокарбонат ($NaHCO_3$) боғлиқлиги ўрганилди ва унинг натижалари 2-расмда келтирилган.

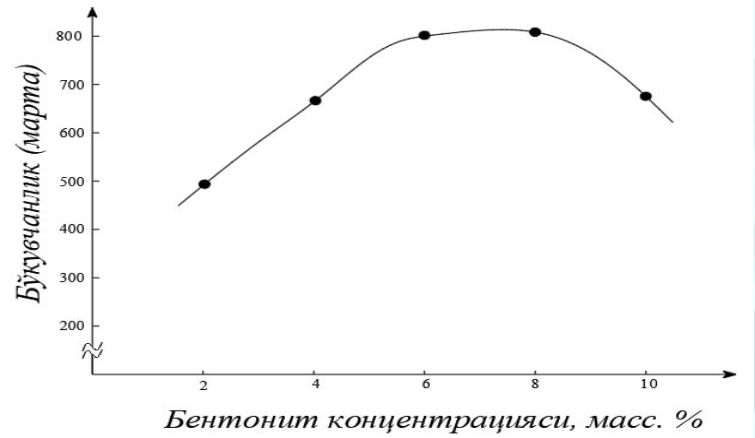


2-расм. Карбоксиметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогел ғоваклигига $NaCO_3$ концентрациясининг боғлиқлиги

Олинган натижалар таҳлили (2-расм)дан кўринадики, $NaHCO_3$ концентрацияси 2 % гача ошганда ғоваклик юқори тезликда ортади ва 2,5 % атрофида максимал қиймат яъни 19 м²/г натижани қайд этди. Бу эса $NaHCO_3$ пороген сифатида ишлаб, гидрогел матрицаси ичида газ пуфакчалари ва кенгроқ капилляр тешиклар ҳосил қилиши билан изоҳланади. 3 % дан юқори концентрацияларда эса ғоваклик деярли ўзгаришсиз қийматларни акс этди. Демак, гидрогеллар учун $NaHCO_3$ концентрациясининг оптимал интервали 2-2,5 % бўлиб, шу ораликда гидрогел энг юқори бўкувчанликга эришади.

Синтез қилинган гидрогел бўкувчанлигининг бентонит концентрациясига боғлиқлиги ўрганилди ва унинг натижалари 3-расмда келтирилди.

ISSN 3030-3907

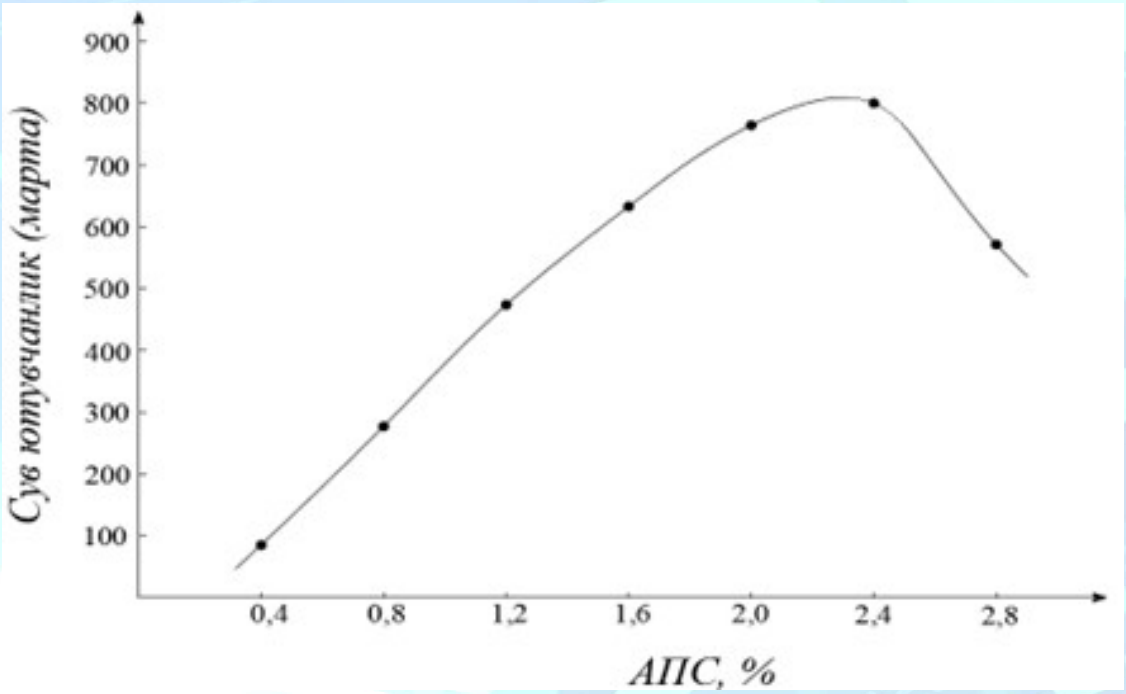


3-расм. Синтез қилинган гидрогел бўкувчанлигига бентонит концентрациясининг боғлиқлиги

Гидрогелнинг сув ютиш қобилиятига бентонит концентрациясининг боғлиқлиги ўрганилди (3-расм). Натижалар таҳлили шуни кўрсатадики, бентонит концентрацияси 2 % дан 5 % гача оширилганда гидрогелнинг бўкиш қобилияти сезиларли ўсиб боради ва 5,5-6 % лар оралиғида энг юқори қийматга 800 г/г га етади. Бу ҳолат бентонит зарраларининг полимер матрицада кенг тарқали, сув молекулаларини кучли адсорбция қилиши ва структура ичида катта миқдорда ушлаб қолиши билан изоҳланади. Бироқ, концентрация 6 % дан юқори бўлганда бўкиш қобилияти пасайиб кетади. Сабаби, ортиқча бентонит зарралари гидрогел тузилишини зичлаштириб, ғоваклик каналларини қисқартиради ва сувнинг эркин кириб-чиқишини чеклайди. Шунингдек, гидрогелларда бентонитнинг оптимал концентрацияси 5,5–6 % атрофида бўлиб, айнан шу концентрацияда максимал бўкиш қобилиятига эришади.

Гидрогелнинг бўкувчанлик даражасига аммоний персульфат концентрациясининг таъсири ҳам ўрганилди.

ISSN 3030-3907



4-расм. Карбоксиметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогел бўкувчанлигига аммоний персульфат концентрациясининг боғлиқлиги

Олинган натижалар таҳлил қилинганда, инициаторнинг концентрацияси 5,5 масс.% гача етганда гидрогелнинг бўкувчанлик даражаси максимал қийматга эришди (4-расм). Инициатор концентрация 5,5 масс.% дан ортиши натижасида, гидрогелнинг бўкувчанлик даражаси камайиши кузатилди. Бунга сабаб, макромолекулалар орасидаги боғланишлар сони кўпаяди ва акрил кислота ҳамда акриламидларнинг олигомерлари ва гомополимерлари ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Булар гидрогелнинг бўкувчанлик даражасини камайишига олиб келади. Умуман олганда, 5,5 масс. % аммоний персульфат иштирокида бўкувчанлик даражаси юқори бўлган гидрогел синтез қилинди ва унинг бўкувчанлиги 800 г/г га тенглиги аниқланди.

1-жадвал

$NaHCO_3$ ва бентонит концентрациясининг бўкувчанлик ва ғовакликка таъсири

	Концентрация, %	Ғоваклик, $м^2/г$	Бўкувчанлик, марта
$NaHCO_3$	1	12,82	530
	2	17,59	650
	2,5	18,27	800
	3	17,53	790
	4	17,24	780

ISSN 3030-3907

	5	16,32	760
Бентонит	2	16,07	490
	4	17,18	670
	5,5	18,27	800
	6	17,93	790
	8	16,41	770
	10	15,62	680

Бундан ташқари, синтез қилинган гидрогелнинг бўкиш кинетикаси ўрганилди. Олинган натижалар таҳлил қилинганда, 5 дақиқадан сўнг 50 баробар, 50, 400, 600, ва 800 дақиқадан сўнг мос равишда 220; 380; 540; 800 баробар бўкиш даражасини намоён қилди. Демак, вақт давомийлиги ошган сари бўкиш даражаси ҳам ортиб боради.

Берилган жадвалда $NaHCO_3$ ва бентонитнинг турли концентрацияларида синтез қилинган гидрогелларнинг **ғоваклиги** ($м^2/г$) ва **бўкувчанлиги** (г/г) кўрсатилган. Маълумотлардан кўриниб турибдики, ҳар икки модда гидрогел тузилишига пороген ва стабилизатор сифатида таъсир кўрсатиб, уларнинг физик-химиявий хусусиятларини кескин ўзгартиради. Ҳар икки модда учун ҳам оптимал концентрация мавжуд бўлиб, $NaHCO_3$ учун 2,5–3 %, бентонит учун эса 5,5–6 % интервалда гидрогелнинг энг юқори функционал хусусиятлари таъминланади.

Хулоса.

Карбоксиметилцеллюлоза асосида ва акрил кислота, акриламид иштирокида маҳаллий иқлим ва тупроқ шароитларига мослашган юқори бўкувчанлик даражасига эга гидрогеллар синтез қилинди. Синтез қилинган гидрогелларнинг бўкиш қобилиятига бентонит ва $NaHCO_3$ лар концентрациясининг таъсири ўрганилди ҳамда оптимал концентрациялар мос равишда 5,5 % ва 2,5 % эканлиги аниқланди. Шунингдек, ушбу гидрогелларнинг тузилиши замонавий илмий тадқиқот усули — инфрақизил (ИҚ) спектроскопия усули ёрдамида ўрганилди ва асосланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Yaoyao Yang, Zhiyuan Liang, Rui Zhang, Shengwei Zhou. Research Advances in Superabsorbent Polymers. School of Materials and Chemistr. February 2024. https://doi.org/10.3390/polym16040501.

2. Omirova, R. Z., Bolysbek, A. A., Shirinov, S. D., Dzhalilov, A. T. (2020). Development of complex fertilizer technology with improved agrochemical properties using hydrogel. Rasayan Journal of Chemistry, 13(1), 733-738.

3. http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2020.1315651

ISSN 3030-3907

4. Somnath Basak, Rekha S. Singhal. Composite hydrogels fabricated from konjac glucomannan and gellan gum: Rheological characterization and their potential application in sustainable agriculture. Carbohydrate PolymersVolume 336, 15 July 2024, 122091. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122091.
5. Исроилов, О.И., Мухиддинов, Б.Ф., Джалилов, А.Т., Ширинов, Ш.Д., Исроилова, Г.А. (2024). ИК-спектроскопические и термогравиметрические исследования гидрогелей, синтезированных на основе карбокси метилцеллюлозы. Universum: технические науки, 8(11 (128)), 13-20.
6. Б. Ф. Мухиддинов, Д. Т. Ахтамов, О. И. Исроилов, Г. А. Исроилова. Гидроксипропилметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогелларнинг ик-спектроскопик ва термогравиметрик таҳлили. Kimyo fanining muammolari, sanoat sohalariga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjumanning axborot xati. Namangan muhandislik-texnologiya instituti. 18-19 aprel. 2025 yil. Namangan shahri.
7. Carbohydrate Polymers January 2021, 117087. Environmentally friendly superabsorbent fibers based on electrospun cellulose nanofibers extracted from wheat straw (Djafari Petroudy, Ranjbar, & Rasooly Garmaroody, 2018).
8. О.И. Исроилов, Б.Ф. Мухиддинов, А.Т. Джалилов, Ш. . Ширинов., Целлюлоза хосилалари асосида синтез қилинган гидрогеллар ва уларнинг қишлоқ хўжалигидаги аҳамияти. Termiz davlat pedagogika instituti, Umumiy va noorganik kimyo instituti, Termiz davlat universiteti, xalqaro ilmiy-texnikaviy anjumani. “Kolloid kimyo: kimyoviy texnologiya, ekologiya va sanoat uchun innovatsiyalar va yechimlar” 2025 yil.
9. О.И. Исроилов, Б.Ф. Мухиддинов, А.Т. Джалилов, Ш.Д. Ширинов. Синтез гидрогелей на основе карбоксиметилцеллюлозы и солей хрома. Материалы докладов 88-й научно-технической конференции профессорскопреподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, 2024, Belorussia.
10. Исроилов, О.И., Мухиддинов, Б.Ф., Джалилов, А.Т., Ширинов, Ш.Д., Исроилова, Г.А. (2024). ИК-спектроскопические и термогравиметрические исследования гидрогелей, синтезированных на основе карбокси
11. Ibrokhimov M., Shirinov S., Shirinova O. Study of synthesis and physicochemical properties of hydrogels enriched with mineral fertilizers //Science and innovation. – 2024. – Т. 3. – №. A11. – С. 37-41.
12. Sh, Sherquzyev D. Shirinov Sh. D., Yusupov MO, Asqarova O. Hydrogel production of new generation based on local raw materials. European Sciences review." Scientific journal 11-12 (2018): 141-145.

ISSN 3030-3907

13. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Ширинов, Ш.Д., Джалилов А.Т. Синтез суперабсорбентного гидрогеля на основе крахмала, акриловой кислоты и монтмориллонита //Universum: технические науки. – 2019. – №. 8 (65). – С. 13-16.

14. Холназаров Б.А., Ширинов Ш.Д. Джлилов А.Т Синтез гидрогеля на основе крахмала и акриловой кислоты //Композиционные материалы научно-технический и производственный журнал. – 2019. – №. 1. – С. 50-51.

ISSN 3030-3907