POLVINIL SPIRT VA NATRIY KARBOKSIMETILSELLYULOZA ASOSIDAGI GIDROGELLAR SINTEZI

Xoshimov Farxod Fayzullayevich,
Namangan davlat texnika universiteti, professor
Ergashev Oybek Karimovich,
Namangan davlat texnika universiteti, professor
Ibroximova Moxinbonu Xayotbek qizi,
Namangan davlat texnika universiteti, professor
Orifboyeva-Fayzullayeva Muattar Farxod qizi
Namangan davlat texnika universiteti, professor
E-mail: xoshimovfarhod@gmail.com

Annotatsiya: Qishloq xo'jaligida qo'llashda axamiyatli bo'lgan suvni tejashda samarali vosita xisoblangan gidrogellarni sintez qilish bo'yicha ma'lumotlar bildirilgan. Sun'iy gidrogellar olish bo'yicha ayrim tajribalar natijalari keltirilgan, gidrogel sintez qilishning moddalar massa nisbati, jarayon vaqti va harorati kabi ko'rsatkichlarni optimal xolati aniqlangan. Gidrogellarni sintez mexanizmlari keltirilgan. Gidrogellarni qo'llashning ekologik va ijtimoiy axamiyati xaqida ayrim fikrlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: gidrogel, polimerlar, karboksimetilsellyuloza, polivinil spirt, tikuvchi agent, limon kislota, massa nisbat, degradatsiya, bo'kish darajasi.

Аннотация: Представлены данные по синтезу гидрогелей, являющихся эффективным средством экономии воды, что актуально для использования в сельском хозяйстве. Представлены результаты ряда экспериментов по получению искусственных гидрогелей и определены оптимальные параметры синтеза гидрогелей, такие как массовое соотношение веществ, время процесса и температура. Показаны некоторые механизмы синтеза гидрогелей. Представлены соображения об экологической и социальной значимости использования гидрогелей.

Ключевые слова: гидрогель, полимеры, карбоксиметилцеллюлоза, поливиниловый спирт, проклеивающий агент, лимонная кислота, массовое соотношение, деградация, степень насыщения.

Abstract: The article presents data on the synthesis of hydrogels, which are an effective means of saving water, which is important for use in agriculture. The article presents the results of a number of experiments on the production of artificial hydrogels and determines the optimal parameters for the synthesis of hydrogels, such as the mass ratio of substances, process time and temperature. Some mechanisms of hydrogel synthesis are shown. Considerations on the environmental and social significance of using hydrogels are presented.

ISSN 3030-3907

Key words: hydrogel, polymers, carboxymethylcellulose, polyvinyl alcohol, sizing agent, citric acid, mass ratio, degradation, degree of saturation.

Kirish

Keyingi yillarda qurg‘oqchilik, ichimlik suv tanqisligi, sugorish suv tanqisligi, tuproq degradatsiyasi, cho‘llanish va yerlarning sho’rlashish kabi muammolar kuchaymoqda. Markaziy Osiyo mamlakatlaridagi qishloq xo‘jaligi, sanoat va energetika sohalari inqiroz holatiga tushib qolishi mumkin. Ma’lumotlarga ko‘ra, 2050-yilga borib, Tyan-Shan va Pomir tog‘laridagi jami muzliklar 30-50 foizgacha erib ketishi hamda Markaziy Osiyo mamlakatlarida suvga bo‘lgan talab 50 foizgacha oshishi kutilmoqda. Bu vaqtga kelib O‘zbekistonda suv tanqisligi o‘rtacha 25 foizga, cho‘llanish darajasi esa 123 mln. kvadrat metrga yetishi mumkin. Iqlim haroratining ko‘tarilishi tufayli qishloq xo‘jaligi ekinlarini sug‘orish me’yori 2050-yilda 10 foizga ortishi taxmin qilinmoqda [1-3].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 1-apreldagi “Suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish bo‘yicha kechiktirib bo‘lmaydigan chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi **PQ-107-sonli, 2022-yil 1-martdagi “**Qishloq xo‘jaligida suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etishni yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi **qarorlari suv resurslaridan oqilona foydalanish** uchun suvni tejaydigan texnologiyalar va ishlanmalarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishni ko’zda tutadi. **Keltirilgan ma’lumotlar** suvni tejaydigan texnologiyalarni keng joriy qilish orqali yer resurslaridan samarali foydalanish hamda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash mumkinligini anglatadi. Ammo suv tejamkor texnologiyalarning qaysi turi nisbatan samarali ekanligi bo‘yicha chuqur izlanishlar olib boorish dolzarb xisoblanadi. Masalan, qishloq xo‘jaligi uchun yaroqli bo‘lgan yerlarning katta qismi sug‘orilmaydigan cho‘l-dasht maydonlari tashkil qiladi. Bu kabi yerlarda suv tejamkor texnologiyalardan, xususan gidrogellar qo’llash agrotexnologiyalaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir [4, 5].

Adirliklar va magistral yo’l qirgoqlarida yashil ihota zonalarini tashkil etish uchun boshqa usullarga nisbatan yoki birgalikda gidrogellardan foydalanish iqtisodiy jihatdan eng maqbul yechim hisoblanadi (**1-rasm**).

Adabiyotlar sharxi. Gidrogellar katta hajmdagi suvni ushlab turishga qodir bo'lgan uch o'lchamli to'rli tuzilmalardir. Odatda gidrogellar suvni yuqori darajada shimib oluvchi sintetik polimerlar bo‘lib, tuproq tarkibida ko‘p miqdordagi namlikni uzoq vaqt davomida saqlay oladi. O‘z og‘irligiga nisbatan100-1000 marta ko‘p namlikni tuta oladi.

ISSN 3030-3907

Qo‘llanilish jarayoni ham alohida murakkab texnologiyalarni talab qilmaydi. Agar gidrogeldan to‘g‘ri foydalanilsa, tuvakda o‘stiriladigan o‘simliklar uchun 50-80 foiz, qishloq xo‘jaligi ekinlari uchun 20-50 foiz sug‘orish suvini tejash imkoniyatini yaratadi.

Gidrogellarni turli tartibda sinflash mumkin: tarkibi, qo’llanilishi, suv sig’imi, tozaligi, toksikligi, olinish usullari va hokazo. Masalan, gidrogellar olinish manbaiga ko’ra 3 xil bo’ladi: tabiiy, sintetik va suniy. Tabiiy gidrogellarga – kraxmal, sellyuloza, jelatin, gummiarabiklar va ularning turli xosilalari kiradi. Ekologik xavfsiz, oson bioparchalanuvchan, arzon, qoniqarli suv yutish sig’imi va qayta tiklanuvchan manba ekanligi ularning afzalligi xisoblanadi. Sintetik gidrogellarga – polivinilspirt, polivinilasetat, poliakrilae, poliakrilamid va boshqalar kiradi. Bu polimerlarning ekologik xavfliligi, nisbatan qimmatligi, bioparchalanish qiyinligi, qayta tiklanmasligi ularning kamchiligi, yuqori suv yutish sig’imi esa afzalligi xisoblanadi.



1-rasm. Xitoy cho‘l maydonlarida gidrogel yordamida ixotazorlar barpo qilingan 450 kilometrli yo‘l.

Suniy gidrogellar – tabiiy va sintetik polimerlar asosida turli usullar (sopolimerlanish, blok sopolimerlanish, polimerkomplekslar xosil qilish va x.k.z.lar) yordamida olinadi. Suniy gidrogellar tabiiy va sintetik polimerlarning afzalliklarini o’zida mujassamlashtirgan, ya’ni nisbatan ekologik xavfsiz, arzon, bioparchalanuvchanligi qulay, yuqori suv yutish sig’imiga ega va bu ko’rsatkichlarni oson boshqarish imkoniyati mavjud.

Mavjud yoki amalda qo’llanayotgan tabiiy va sintetik polimerlar asosida belgilangan xususiyatlarga ega gidrogellarni sintez qilish yangi imkoniyatlar ochadi. Karboksimetilsellyuloza natriyli tuzi (KMS-Na), gidroksietilsellyuloza (GES), kraxmal va jelatin kabi tabiiy polimerlarni polivinil spirt (PVS), polivinilatsetat (PVA) va poliakrilamid (PAA) kabi sintetik polimerlar bilan birgalikda sopolimerlab yo’naltirilgan xossali bioparchalanuvchan va iqtisodiy

ISSN 3030-3907

samarali bo’lgan yangi gidrogellar olish mumkin. Ushbu maqolada gidrogellar olinishining bir qator parametrlari ko’rib chqiladi.

Tabiiy polimerlarga asoslangan gidrogellar yuqori ekologik xavfsizlikka ega, chunki sellyuloza, jelatin, xitozan, kraxmal hosilalari biodo’st va toksik bo'lmagan moddalardir. Biroq, PVA va PAA kabi sintetik polimerlar degradatsiyasi uzoq muddat talab qilishi tufayli tufayli ma'lum ekologik xavflarni keltirib chiqarishi mumkin. Shuning uchun atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytiradigan tabiiy va sintetik polimerlar kombinatsiyalarni tanlash muhimdir.

Tadqiqotlar metodologiyasi. Tajribalarda kimyoviy toza reaktivlar - KMS-Na, PVS, $C_6H_8O_7$, H_3BO_3, $(NH_2)_2CO$, CH_2O lardan va erituvchi sifatida bidistillyat suvdan foydalanildi. Moddalarni KERN firmasining “ABS 120-4N” model elektron analitik tarozisida verguldan so’ng 4 na xona aniqlikda tortib olindi. 400 ml hajmli o’lchov stakanlarida kompozitsiyalar tayyorlandi, magnit aralashtirgichda 80^oS gacha qizdirib aralashtirildi va MEMMERT firmasining “UN 40” model quritish shkafida 110^oS haroratda suvsizlantirildi xamda 140^oS haroratda tikish jarayoni amalga oshirildi.

Suvda bo’kish darajasini aniqlash (suv yutish sig’imi). Tayyorlangan gidrogellarning yutish xususiyatlari sinash distillangan suvda aniqlandi. Yutishni aniqlash quruq namunani distillangan suvga qo'yishdan iborat bo'lib, u erda muvozanat hosil bo'lgunga qadar bo’kishi uchun qoldiriladi. 24 soatdan keyin muvozanatga erishgandan so'ng, bo’kish koeffitsientini aniqlash uchun namunalar yana tortildi. Tajribada xatolarni minimallashtirish uchun test har bir gelning uchta namunasida o'tkazildi va uchta o'lchovning o'rtacha qiymati o’rtacha qiymat sifatida qabul qilindi.

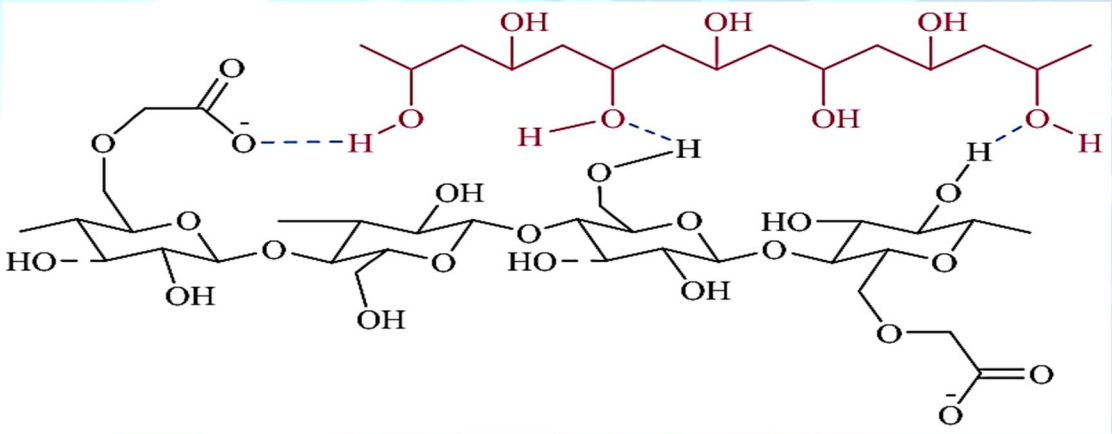
Natijalar va ularning taxlili. Kraxmal va jelatin kabi tabiiy polimerlar arzon, qayta tiklanuvchi manbaaga ega, sanoat miqyosida ishlab chiqarilishi va biodegradatsiyasi ularning ustunligi hisoblanadi. PVS, PAA kabi sintetik polimerlar nisbatan arzon, ammo ularni ishlab chiqarish murakkabroq jarayonlarini o'z ichiga oladi va qayta tiklanuvchi manbaga ega emas.

Tabiiy polimerlarga asoslangan gidrogellar namlikni mukammal ushlab turish xususiyatlarini ta'minlaydi. GES, KMS-Na va PAA kabi polimerlar suvda o'z og'irligidan 100 baravargacha ko'p suv ushlashi mumkin, ammo tikilmaganligi sababli ortiqcha erituvchida eriydilar. Ular asosida olingan suniy gidrogellar sinergetik ta'sir tufayli suvni saqlash samaradorligini oshiradi. Gidrogellarning mexanik mustahkamligi ishlatiladigan polimerlar turiga va o'zaro bog'lanish sharoitlariga bog'liq. Misol uchun, GES:PVA yoki KMS:PVS asosidagi gidrogellar o'zaro bog'lari tufayli bosim va kuch ta’siriga bardoshli bo’ladi. Sintetik

ISSN 3030-3907

polimerlardan foydalanish ko'pincha sof tabiiy polimerlarga nisbatan gidrogellarning mexanik mustahkamligini oshiradi [6, 7].

Yuqoridagilardan kelib chiqib tabiiy polimerlar KMS-Na, GES va sintetik polimerlar PVS, PVA, PAA lar asosida bioparchalanuvchi gidrogellar olish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish, optimal tarkibli gidrogellarni sintez qilish texnologiyasini ishlab chiqishni o'z oldimizga maqsad qilib qo'ydik. Tikuvchi agentlar (T.A.) sifatida $CO(NH)_2$ – karbamid (KA), CH_2O – formaldegid (FA), limon kislota (LK) va bor kislotalari (BK) tanlab olindi. Polimerlar eritmalarini aralashtirilganda ular orasida qutbli guruhlar ishtirokida vodorod bog' xosil qilish orqali molekulalararo ta'sirlar sodir bo'ladi (2-rasm) [8-10].



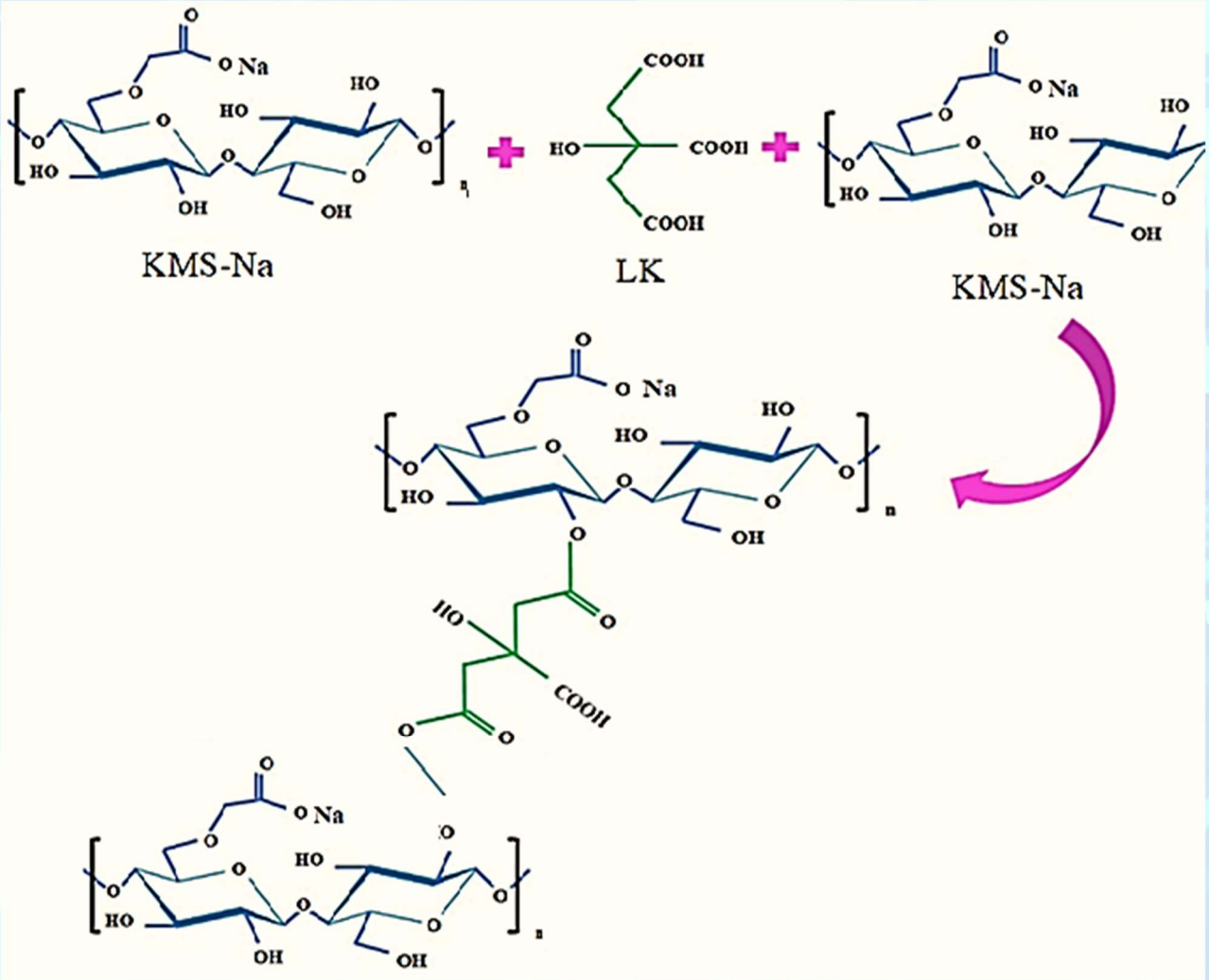
2-rasm. KMS-Na va PVS orasidagi molekulalararo ta'sir sxemasi.

Dastlabki tajribalar faqat KMS-Na bilan 4 xil tikuvchi agentlar ishtirokida turli xarorat va vaqt intervallarida o'tkazildi. So'ngra tajribalar PVS bilan tikuvchi agentlar ishtirokida turli xarorat va vaqt intervallarida o'tkazildi.

Dastlabki tajribalarda gidrogel olish uchun KMS-Na ning 2% li eritmasini tayyorlab olib, 100 g dan 3 ta stakanga o'lchandi va C_1, C_2, C_3 eritmalar sifatida belgilandi. Limon kislota ($C_6H_8O_7$), bor kislota (H_3BO_3), mochevina ($(NH_2)_2CO$) va formaldegid (CH_2O) kabi tikuvchi agentlar qo'llanildi. Tikuvchi agentlarni 0,1% li eritmalari tayyorlandi.

C_1 eritmaga limon kislotaning 1% li 4 ml eritmasi, C_2 eritmaga ham xuddi shu tikuvchi agentning 2ml eritmasi, C_3 ga ham xuddi shu tikuvchi agentning 1ml eritmasi quyildi va magnitli aralashtirgichda yaxshilab aralashtirib 110^0C haroratga suvni to'la bug'latib suvsizlantirildi. Kompozitsiyalar 120^0C haroratda 60 daqiqa davomida qizdirildi. Bunda degidratatsiya jarayoni sodir bo'ladi va polimerimiz tikiladi. Fazoviy 3 o'lchamli tuzilishga ega birikma – gidrogel sintezlanadi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. KMS-Na ni 120°C da tikuvchi agent limon kislota ishtirikidagi tikilish mexanizmi.

Ushbu jarayon boshqa tikuvchi agentlar - bor kislota, mochevina va formaldegidning 1% li eritmalari bilan xam qayta takrorlandi (1, 2-jadval). Natijalar qoniqarsiz bo'ldi. Olingan KMS-Na va PVS namunalari yomon bo'kuvchan xossaslarini namoyon etdi.

1-jadval

KMS-Na ni turli tikuvchi agentlar bilan massa nisbatdagi kompozitsiyalari

№	KMS-Na 2% li eritmasi, g	Limon kislota	H_3BO_3	$(NH_2)_2CO$	CH_2O
		0.1% li eritmalari, ml			
1	100	4	4	4	4
2	100	2	2	2	2
3	100	1	1	1	1

Keyingi tajribalar uchun polimerlar PVS:KMS-Na massa nisbati - 1:1, 1:5, 1:10, reaksiya vaqti - 10, 30, 60, 120, 180 daqiqa, reaksiya harorati - 80, 100, 120, 140, 160, 180°C interval oraliqlari tanlandi. Keyingi tajribalarda KMS-Na bilan

ISSN 3030-3907

PVS 1:1, 5:1, 9:1 massa nisbatlarda 4 xil tikuvchi agentlar turli xarorat va vaqt intervallarida tajribalar o'tkazildi.

Dastlabki natijalarga ko'ra polimerlar nisbati 10:1 bo'lgan namunalar qoniqarli ko'rsatkichlarga ega bo'lgan, suvga bo'kish tezligi, suv sig'imi va mexanik mustaxkamligi yuqori bo'ldi. Polimerlar KMS-Na:PVS massa nisbati - 10:1, reaksiya vaqti - 60 daqiqa, reaksiya harorati - 140°C da olingan namunalar yuqori bo'kuvchanlik namoyon qildi.

2-jadval

PVS ni turli tikuvchi agentlar bilan massa nisbatdagi kompozitsiyalari

№	PVS 2% li eritmasi, g	Limon kislota	H_3BO_3	$(NH_2)_2CO$	CH_2O
		0.1% li eritmalari, ml			
1	100	4	4	4	4
2	100	2	2	2	2
3	100	1	1	1	1

Masalan KMS-Na va PVS aralashmasini tikuvchi agent LK yoki FA ishtirokidagi reaksiyalari o'tkazilib qoniqarli xossaga ega gidrogel sintezi amalga oshirildi. Yuqoridagi tajribalardan kelib chiqib navbatdagi tajribalarda 2 % li KMS-Na eritmasi va 1 % li PVS eritmasini 0.1% li tikuvchi agentlar eritmalari bilan aralashtirildi. Quyida ushbu kompozitsiyalar massa nisbati keltirilgan:

1. KMS-Na:PVS: $C_6H_8O_7$=9:1: 0,002 massa nisbat
2. KMS-Na:PVS: $C_6H_8O_7$=9:1: 0,001 massa nisbat
3. KMS-Na:PVS: $C_6H_8O_7$=9:1: 0,0005 massa nisbat
4. KMS-Na:PVS:H_3BO_3 = 9:1: 0,002 massa nisbat
5. KMS-Na:PVS: H_3BO_3 = 9:1: 0,001 massa nisbat
6. KMS-Na:PVS: H_3BO_3 = 9:1: 0,0005 massa nisbat
7. KMS-Na:PVS: CH_2O =9:1: 0,002 massa nisbat
8. KMS-Na:PVS: CH_2O =9:1: 0,001 massa nisbat
9. KMS-Na:PVS: CH_2O =9:1: 0,0005 massa nisbat
10. KMS-Na:PVS: $CO(NH_2)_2$ =9:1: 0,002 massa nisbat
11. KMS-Na:PVS: $CO(NH_2)_2$ =9:1: 0,001 massa nisbat
12. KMS-Na:PVS: $CO(NH_2)_2$ =9:1: 0,0005 massa nisbat

3-jadval

2% li eritmasi KMS-Na va 1% li eritmasi PVS eritmalarini tikuvchi agentlar bilan turli kompozitsiyalari

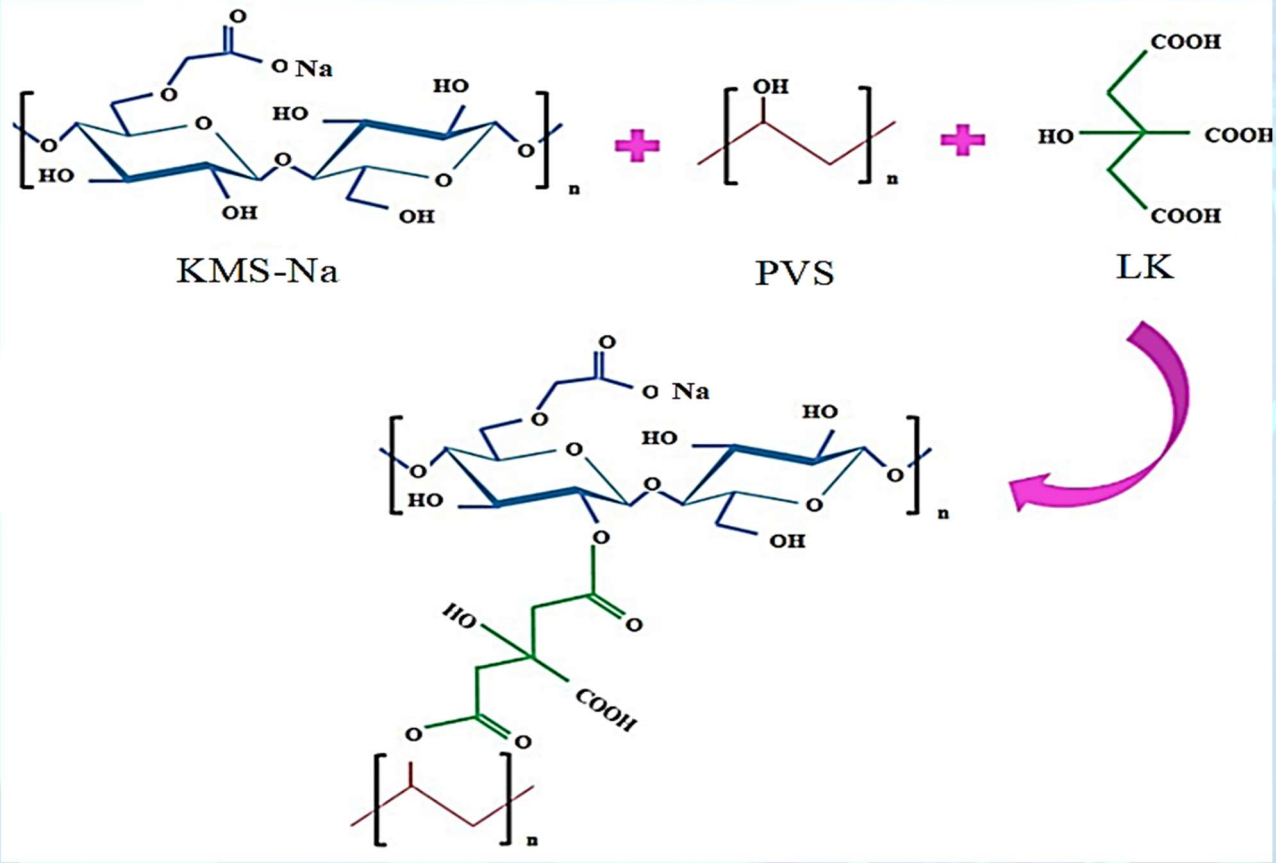
№	KMS-Na:PVS	Limon kislota	H_3BO_3	$(NH_2)_2CO$	CH_2O
		0.1% li eritmalari, ml			
1	90:50	2	2	2	2
2	90:50	1	1	1	1

ISSN 3030-3907

3	90:50	0,5	0,5	0,5	0,5

Yuqorida keltirilgan hajmlarda olingan KMS-Na:PVS:TA eritmalarini magnitli aralashtirgichda aralashtirib quritish shkafida to'la bug'lantirib suvsiz kompozitsiyalar olindi (3-jadval):

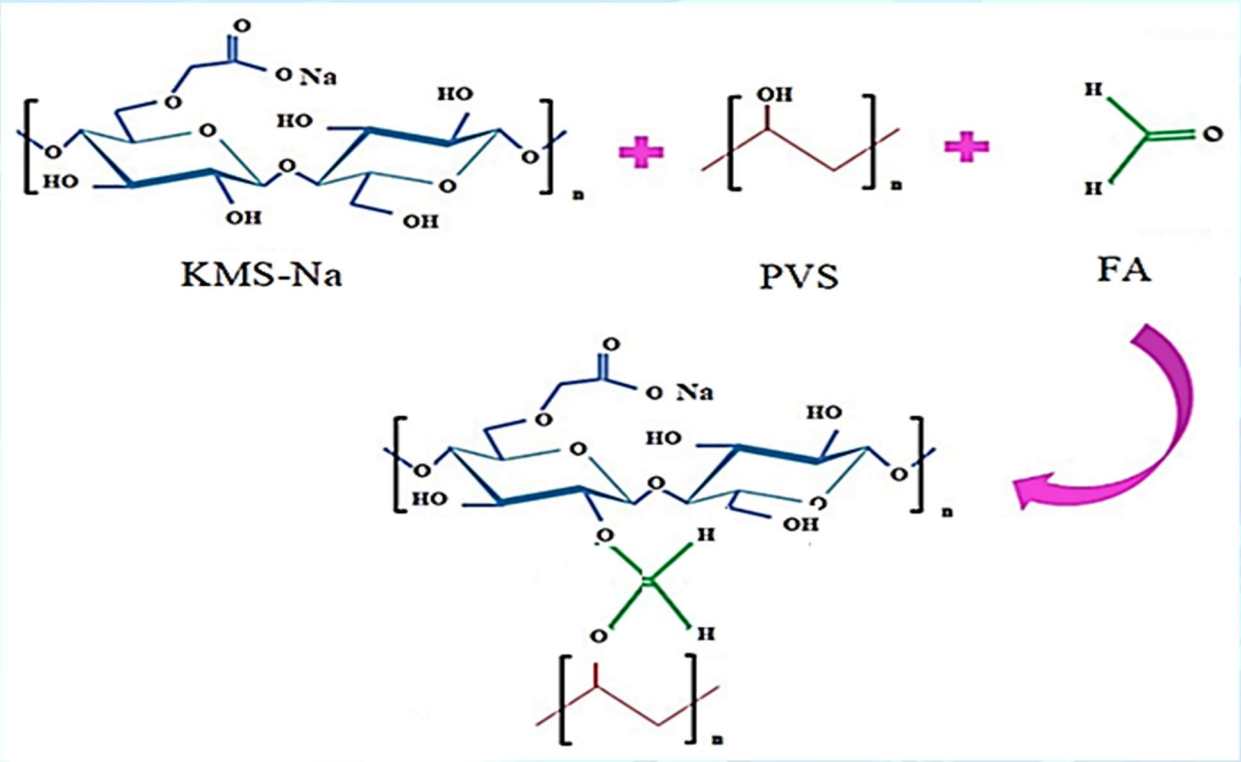
Kompozitsiyalar magnitli aralashtirgichda yaxshilab aralashtirib 110^0C haroratga suvini bug'latib suvsizlantirildi. 140^0C haroratda 90 daqiqa davomida qizdirildi. Bunda degidratatsiya jarayoni sodir bo'ladi, KMS-Na va PVS polimerlar o'zaro tikiladi. Fazoviy 3 o'lchamli tuzilishga ega birikma – KMS-Na:PVS tarkibli gidrogel sintezlanadi (3-rasm).



3-rasm. KMS-Na:PVS = 9:1 (massa nisbat) kompozisiyasi 140°C da tikuvchi agent limon kislota ishtirikidagi tikilish mexanizmi.

Tabiiy polimerlar odatda yuqori bioparchalanish xususiyatiga ega. Masalan, jelatin va kraxmal tabiiy sharoitda oson parchalanib yuqori darajada degradatsiyaga uchraydi. PVA va PAA kabi sintetik polimerlar esa biodegradatsiyalanish darajasi kichik [11]. Tabiiy va sintetik polimerlarning kombinatsiyasi gidrogellarning umumiy parchalanishini yaxshilashga yordam berishi mumkin. Ularning o'zaro nisbatlarini o'zgartirib turli xossaga ega gidrogellar olish mumkin [12-14]. Polimerlarni nafaqat molekulalararo bog'lanishini, balkim o'zaro bog'lanishi mumkinligini ham hisobga olish kerak.

ISSN 3030-3907



4-rasm. KMS-Na:PVS = 9:1 (massa nisbat) kompozisiyasi 120°C da tikuvchi agent formaldegid ishtirikidagi sintez mexanizmi.

Bo'kish darajasi ($BD_{\%}$) quyidagi formula bilan aniqlandi:

$$BD_{\%} = \frac{Wt - W0}{W0} \times 100\%$$

bu erda W_0 - dastlabki quritilgan namuna og'irligi; W_t – 24 soat davomida bo'kgan namuna og'irligi.

Olngan natijalar ichida eng yaxshi bo'kish ko'rsatkichlarini namoyon qilgan tarkiblar 4-jadvalda keltirilgan:

4-jadval

2% li eritmasi KMS-Na va 1% li eritmasi PVS eritmalarini tikuvchi agentlar bilan turli kompozitsiyalari

№	Tarkiblar (massa nisbat)	Bo'kish darajasi, g	Bo'kish darajasi, %
1	KMS-Na:LK= 100:0,4	68,37	6837
2	PVS:LK= 100:0,4	12,4	1240
3	KMS-Na:BK= 100:0,2	68,4	6840
4	KMS-Na:BK= 100:0,1	62,6	6260
5	KMS-Na:PVS: LK=95:5:0,25	55,7	5570
6	KMS-Na:PVS: LK=90:10:0,2	49,3	4930
7	KMS-Na:PVS: LK=90:10: 0,5	148,2	14820
8	KMS-Na:PVS: FA=95:5: 0,25	54,9	5490

ISSN 3030-3907

9	KMS-Na:PVS: FA=90:10:0,05	144,9	14490
10	KMS-Na:PVS:BK=95:5: 0,25	84,4	8440
11	KMS-Na:PVS:BK=90:10: 0,2	102,2	10220
12	KMS-Na:PVS:KA=90:10:0,05	58,4	5840
13	KMS-Na:PVS:KA=90:10: 0,1	52,9	5290

Tikuvchi agentlar LK, BK va FA lar ishtirokida olingan gidrogellar yqoniqarli, tikuvchi agent KA qoniqarsiz xususiyatli gidrogellar xosil qildi. Tikish oxirigacha bormaganligi sababli ular 24 soat ichida erib ketdi. Demak jarayon xaroratini oshirish yoki katalizator qo'shib tikilish jarayonini o'rganish kerak.

Xulosa va takliflar. Polimerlar va tikuvchi agentlar ishtirokida boradigan reaktsiya mexanizmlari taklif etildi. KMS-Na va PVS polimerlar 9:1 massa nisbatda sintez qilingan gidrogellar yuqori suv tutib turish qobiliyatini namoyon etdilar. Tikuvchi agentlar LK, BK va FA lar ishtirokida olingan gidrogellar yuqori natijalarni ko'rsatdi, 1 gramm gidrogel 148 gramgacha o'zida suv ushladi. Yuqorida keltirilganlarga ko'ra, gidrogellardan suv tanqis hududlar, qir-adir yerlarida, cho'l hududlarida, magistral yo'l bo'ylarida ko'chatlar ekish va ixotalar barpo etishda, yangi massiv va uylar bunyod etish vaqtida daraxtlarni ko'chirib o'tqazishda, landshaft dizaynda, ko'kalamzorlashtirishda, suv taqchil yerlar xisobiga ekin maydonlarini kengaytirishda, issiqxonalar barpo etishda foydalanishni tavsiya etamiz. Gidrogellar ma'lum muddatdan keyin biodegradatsiyaga uchrashi natijasida atrof-muhitga salbiy ta'sir qilmaydi. Bu ishlarni davom etdirib o'simliklar uchun yo'naltirilgan xossali gidrogel preparatlari texnologiyasini yaratish lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. M.X.Ibroximova, F.F.Xoshimov, I.S.Orifboyev, M.F.Orifboyeva-Fayzullayeva. Pestitsid tutgan suv tejamkor gidrogellar sintezi. Tabiiy fanlar va ekologiyaga oid ayrim muammolar (Ilmiy maqolalar to'plami) XX. NamDU, 2025, 33-39 betlar.
2. M.X.Ibroximova, F.F.Xoshimov. Sun'iy gidrogellar sintezini o'rganish. Kimyo fanining muammolari, sanoat sohalariga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjuman. 18-19 aprel 2025 yil, Namangan, NDTU, 206-210 betlar.
3. F.F.Hoshimov. О принципах получение гидрогелей для сельского хозяйства. "Fizikaviy va kolloid kimyo fanlarining fundamental va amaliy muammolari hamda ularning innovatsion yechimlari" Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman , NamMTI, Namangan, 9-10-fevral, 2024, 1637-1639 betlar.
4. H.N.Khoramabadi, M.Arefian, M.Hojjati, I.Tajzad, A.Mokhtarzade, M.Mazhar, A.Jamavari. A review of polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose (PVA/CMC)

ISSN 3030-3907

composites for various applications. Journal of Composites and Compounds. 2020, 2 p.69-76.
5. H. Dai, Y. Huang, H. Huang, Eco-friendly polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose hydrogels reinforced with graphene oxide and bentonite for enhanced adsorption of methylene blue, Carbohydrate Polymers. 2018, 185 p.1-11.
6. M.A.Saadiah, A.S.Samsudin. Electrical study on Carboxymethyl Cellulose-Polyvinyl alcohol based bio-polymer blend electrolytes. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018, 342, 012045.
7. W.F.Su. Principles of Polymer Design and Synthesis. Springer, Berlin Heidelberg, 2013.
8. M.T. Taghizadeh, N. Sabouri, B. Ghanbarzadeh. Mechanochemical activation of carboxymethyl cellulose and its thermoplastic polyvinyl alcohol/starch biocomposites with enhanced physicochemical properties. International Journal of Biochemistry and Biophysics. 2013, 1(1), p.9-15.
9. K.Pratinthong, W.Punyodom, P.Jantrawut, K.Jantanasakulwong, W.Tongdeesoontorn, M.Sriyai, R.Panyathip, S.Thanakkasaranee, P.Worajittiphon, N.Tanadchangsaeng. Modification of a Carboxymethyl Cellulose/Poly(vinylalcohol) Hydrogel Film with Citric Acid and Glutaraldehyde Crosslink Agents to Enhance theAnti-Inflammatory Effectiveness of Triamcinolone Acetonide in Wound Healing. Polymers, 2024, 16, p.1798.
10. J.Liu, C.Zhang, D.Miao, S.Sui, F.Deng, C.Dong, L.Zhang, P.Zhu. Preparation and characterization of carboxymethylcellulose hydrogel fibers. Journal of Engineered Fibers and Fabrics. 2018, 13(6), p.6-13.
11. Chen, H.; Fan, M. Novel thermally sensitive pH-dependent chitosan/carboxymethylcellulose hydrogels. J. Bioact. Compat. Polym. 2008, 23 (1), p.38-48.
12. Chang, C.; Lue, A.; Zhang, L. Effects of cross-linking methods on structure and properties of cellulose/PVA hydrogels. Macromol. Chem. Phys., 2008, 209 (12), p.1266-1273.
13. A.Sannino, M. Madaghiele, F. Conversano, A. Maffezzoli, P.A. Netti, L. Ambrosio and L. Nicolais' "Cellulose derivative-hyaluronic acid based microporous hydrogel cross-linked through divinyl sulfone (DVS) to modulate equilibrium sorption capacity and network stability", Biomacromolecules, 2004, Vol.5, №l, p.92-96.
14. Центральную Азию ожидает постоянный и устойчивый дефицит воды. Интернет-портал СНГ:пространство интеграции // https://e-cis.info/news/566/113373/.

ISSN 3030-3907