

SHOLI POYASIGA ION SUYUQLIGI MUHITIDA ISHLOV BERISH

Aliqulova D.A., Tadjiyeva S.S., Umbarova D.R.

Аннотация: Sholi sholi poyasiini 80-150 °C harorat oralig'ida dimetilsulfoksid muhitida issiqlik bilan ishlov berish usulini lignosellyulani qayta ishlashning engil usullariga bog'lash mumkin. xom ashyo, bu biomassani chuqur kimyoviy o'zgarishlarsiz tarkibiy qismlarga ajratish imkonini beradi.

Issiqlik bilan ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan asosiy jarayon - bu ichki va molekulararo aloqalar, birinchi navbatda vodorod aloqalari, biomassa komponentlarining makromolekulalari tarmog'ining buzilishi. Jarayonning dastlabki bosqichida dimetilsulfoksid ko'proq kirish mumkin bo'lgan gemitsellyuloza va lignin makromolekulalari ishtirokidagi molekulararo o'zaro ta'sirni zaiflashtiradi.

Калит сўз: dimetilsulfoksid, ion suyuqligi, sholi poyasi, xlorid 1-butyl-3-metilimidazol, termik ishlov berilgan sholi poya

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi: Ilmiy tadqiqotlarning ob'ekti hamda kimyoviy va biokimyoviy sanoat uchun xom ashyo sifatida foydalanishga mo'ljallangan polisaxaridlar va ligninni lignotsellyuloza xom ashyosidan ajratib olishning mavjud metodlari ekologik va iqtisodiy nuqtai-nazardan mukammal emas. Bugungi kunda dolzarb bo'lgan mazkur muammoni yechish erituvchi sifatida IS (ion suyuqligi)ni qo'llab erishish mumkin bo'lib, ular uchun past erish harorati, yuqori kimyoviy va termik barqarorlik, o'tda yonmaslik va bug'larining quyi bosimi xosdir.

Bu lignotsellyuloza xom ashyosiga atmosfera bosimi va nisbatan quyi haroratlarda yetarli darajada yuqori samarali tarzda ishlov berishni amalga oshirish imkonini beradi. Turli xil IS (ion suyuqligi) muhitida lignotsellyuloza xom-ashyosiga ishlov berishning ilmiy asoslari jadal tarzda ko'plab mamlakatlarda ishlab chiqilmoqda. IS muhitida lignotsellyuloza xom-ashyosiga ishlov berishning imkoniyatlari bo'yicha adabiyotlarda ma'lum bo'lgan tadqiqotlarning kattagina qismi xorijda shakar qamish, payraxa va kenaf hamda sof sellulyuloza namunalari bilan bajarilgan.

Hozirgi kunda tan olish kerakki, IS da lignotsellyuloza xom ashyosining biomassasini eritish mexanizmi yetarli darajada o'rganilmagan. Taxmin qilinishicha, erish lignotsellyuloza asosiy komponentlarining molekular zanjirlari o'rtasidagi molekular ichidagi va molekulararo vodorod bog'larini keng miqyosda buzilishi bilan asoslanadi va ko'p jihatdan IS tuzilish va ishlov berish sharoitlariga bog'liq bo'lib, qo'shimcha eksperimental tasdiqni taqozo etadi.



Impact Factor: 9.9**ISSN-L: 2544-980X**

Shu paytga qadar IS muhitida sholi sholi poyasii biomassasiga termik ishlov berish mahsulotlarining tarkibi va xususiyatlari haqidagi ma'lumotlar chegaralangan. IS regeneratsiyasiga bag'ishlangan horijiy nashrlarning mavjudligiga qaramasdan, sanoat miqyosida qayta qo'llash bo'yicha uni tozalash metodlarining tanqisligi yaqqol namoyon bo'ladi. Shunga qaramasdan mavjud ma'lumotlar asosida tasdiqlash mumkinki, IS muhitida lignotsellyuloza xom ashyosiga ishlov berish uchun qo'llanilishi ilmiy va sanoat jihatidan istiqbolga ega. Buni amalga oshirish uchun ham kimyoviy jarayon, ham hosil bo'ladigan mahsulotlarning tarkibi va xususiyatlarini qo'shimcha ravishda tadqiq qilish zarurati mavjud.

Tadqiqot maqsadi. Dimetilsulfoksid muhitida termik ishlov berishda sholi poyasi biomassasining komponentlarini kimyoviy aylanishlarini va kislotali va fermentli gidroliz jarayonida sholi poyasi polisaxaridlarining reaksiyon qobiliyatiga ta'sirini o'rganish.

IS muhitida sholi poyasi biomassasiga termik ishlov berishdan olingan mahsulotlarni fraksiyalashning sxemasi tavsiya qilingan bo'lib, u tarkibida 75 % gacha selluloza bo'lgan TS (texnik selluloza) fraksiyasini, 81 % gacha bo'lgan gemitsellyuloza fraksiyasini va aromatik fragmentlari yuqori tarkibli lignin fraksiyasini ajratish imkonini beradi. Olingan mahsulotlar ilmiy tadqiqotning ob'ektlari hamda kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar uchun xom ashyo sifatida foydalanilishi mumkin. Dimetilsulfoksiddan qayta foydalanishda samaradorligini yo'qotmasdan undan butunlay aralashmalarni chiqarilishini ta'minlaydigan yuqori kritik CO₂ - ekstraksiyasi va adsorbsiyasi jarayonlarining sharoitlari aniqlandi.

Materiallarni tayyorlash va ishlov berish. Tadqiqot uchun yirikligi 0,5 mm dan kam bo'lmagan "Alanga" navidagi mumsizlantirilgan sholi poyasidan foydalanildi. Sholi poyasini mumsizlantirish Sokslet apparatida 12 soat davomida etanol yordamida ekstraksiyalash orqali amalga oshirilgan. Eksperimentdan avval mumsizlantirilgan sholi poyasi va dimetilsulfoksid vakuumda 40 °C da 24 soat davomida quritildi.

Dimetilsulfoksid muhitida sholi sholi poyasiiga ishlov berish uchun haroratlar intervali 100-150 °C da va davomiyligi 0.25 dan 7 soatgacha bo'lgan muddatda uzluksiz aralastirish orqali hajmi 50 sm bo'lgan, harorat nazorati ostidagi yacheykada IS da sholi poyasiga termik ishlov berilgan.

Ultratovush bilan ishlov berish haroratlar intervali 80-140 °C bo'lganida va 5 dan 15 daqiqagacha ish chastotasi 44 kGs va quvvati 10, 30 va 50 Vt bo'lgan ultratovushli dispergator UZDN-2T yordamida amalga oshirilgan

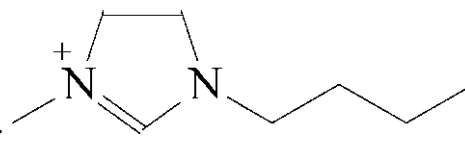
Sholi poyasi biomassasini IS ga nisbatan massa mutanosibligi 1:20 ni tashkil qilgan. Barcha eksperimentlar uch marta takrorlab o'tkazilgan.



Impact Factor: 9.9**ISSN-L: 2544-980X**

Ishda foydalanilgan sholining mumsizlashtirilgan sholi poyasiining namunalarida quyidagi komponentli tarkibga ega bo'lgan: selluloza - 42,9; gemitsellyuloza - 30,1; lignin - 25,7% a.s.m. Namunalarning

kul miqdori 1,6 % ni tashkil qilgan.



Sholi sholi poyasiining termik ishlov berilgan biomassasini fraksiyalash mahsulotlarini chiqishi va tarkibiga termik ishlov berish sharoitlarining ta'sirini o'rganishda eksperimentning boshlang'ich bosqichida fraksiyalash jarayonining samaradorligi haqida fraksiyalarning chiqishi va STD (sellyulozani tozalanganlik darajasi) bo'yicha xulosa chiqarilgan.

Ma'lum bo'lishicha, sholi poyasiini dimetilsulfoksid muhitida eruvchanligi ishlov berish harorati va davomiyligiga bog'liq bo'ladi. Haroratlarning 100-120 °C intervalida ishlov berishning davomiyligi 2 soat bo'lganida, sholi poyasi namunasi dimetilsulfoksidda qisman eriydi.

Olingan aralashma sariq rangli bo'ladi va vizual tarzda ko'rinadigan sholi poyasining erimagan zarrachalaridan tashkil topib, ular keyinchalik ishqor bilan ishlov berishda sellulozaning eriydigan qismi bilan birga cho'ktiriladi.

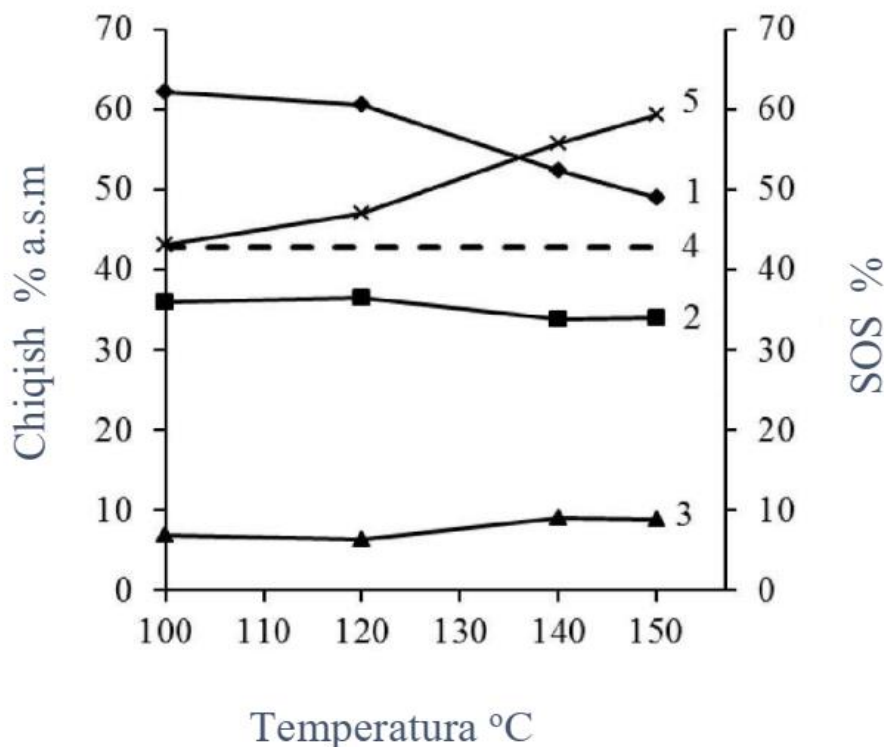
Bundan ham yuqori ishlov berish haroratlarida dimetilsulfoksidda sholi poyasining gomogen eritmaları olingan bo'lib, rangi och jigarrang va bir oz sholi poyasining erimagan qismlaridan iborat bo'ladi. Tadqiq qilinayotgan haroratlar intervalida sholi poyasi biomassasining eruvchanligini xilma-xilligi umumiy tarzda sholi poyasi biomassasining tarkibi hamda uning asosiy komponentlarini tarkibi bir xil emasligidan dalolat beradi.

Ishlov berish haroratini ortishi sholi poyasining lignouglevodli kompleksini parchalanishiga yordam beradi va natijada TS fraksiyasini chiqishi kamayadi va uning gemitsellyulozlar va lignin chiqindilaridan tozalanganlik darajasi ortadi.

Termik ishlov berish asosida olingan mahsulotlar aralashmasi va IS da erigan sellulozani cho'ktirish uchun 40 sm 0,1 N NaOH qo'shilgan. sellulozaning cho'kkan va sholi poyasi biomassasining IS da erimaganini qamrab olgan qattiq qism cho'kindi usti suyuqligidan sentrifugalash orqali ajratilgan, pH = 6-7 gacha distillangan suv bilan yuvilgan, so'ngra selluloza bilan cho'kkan gemitsellyulozalar va ligninning aralashmalaridan ajratish uchun 45 daqiqa davomida 50 °C da nisbati 1:35 ga teng bo'lgan NaOH ning 3 % -li eritmasi bilan ishlov berilgan. Keyin TS ning olingan fraksiyasi ishqorli eritmadan sentriugalash orqali ajratilgan va neytral reaksiyaga qadar distillangan suv bilan chayilgan.

Sholi poyasiiga dimetilsulfoksid muhitida 1 soatdan kam bo'lmagan vaqt mobaynida ishlov berilishi past samaradorlikni ko'rsatdi. Shunday qilib, harorat 100 °C va ishlov berish davomiyligi 15 daqiqa bo'lganida TS fraksiyasining chiqishi 71,4 % a.s.m., sellulozani chiqindilardan tozalanganlik darajasi 30 % kamroq tashkil qildi.





1 - TS fraksiyasi; 2 - cho'ktirilgan sellyuloza; 3 - cho'ktirilmagan sellyuloza; 4 - dastlabki sholi poyasidagi sellyuloza miqdori; 5 - STD.

1-rasm. TS fraksiyasini chiqishi va sellyulozani tozalanganlik darajasini ishlov berish haroratiga bog'liqligi (1 s)

Ishlov berish davomiyligini 1 soatgacha ortishi bilan fraksiyaning chiqishi 62,3 % a.s.m. ga yetdi, bu esa dastlabki sholi poyasidagi sellyuloza miqdoridan deyarli 20 % dan yuqori bo'ladi. Mazkur sharoitlarda ishlov berish natijasida 40 % dan ortiq chiqindilardan tozalangan. Olingan TS fraksiyasi tashqi ko'rinishi bo'yicha sholi poyasi rangi mayda tolali g'ovaksimon materialga o'xshaydi.

Quritishdan keyin fraksiyaning hajmiy zichligi dastlabki sholi poyasiga nisbatan taxminan 5 marta ko'proq bo'lgan. Uning tarkibiga 80 % dan ortiq dastlabki sholi poyasining sellyulozasi kirib, uning bir qismiga dimetilsulfoksid muhitida termik ishlov berilganida erimagan, bir qismi esa erigan va keyinchalik ishqor bilan cho'ktirilgan. Ishlov berish haroratining ortishi bilan uning miqdori biroz kamayadi, cho'ktirilmagan sellyulozaning miqdori esa ortadi.

Uning ulushiga 15 dan 20 % gacha dastlabki sholi poyasining sellyulozasi to'g'ri keladi. sellyulozaning bu qismi fraksiyalashda GS va lignin fraksiyalarining tarkibida ajralib chiqishi ehtimoli bor. Ishlov berish haroratini 120 °C gacha oshishi fraksiyalash natijalariga sezilarli darajada ta'sir qilmadi. sellyulozani tozalanganlik darajasi unchalik katta bo'lmadi va 47.0 % ni tashkil qildi.

Sholi poyasiing lignouglevodli kompleksi 120 °C haroratda dimetilsulfoksid muhitida ishlov berishga yetarli darajada bardoshli ekanligi aniqlandi. Ishlov berish davomiyligini 7 soatgacha oshirilishi TS



Impact Factor: 9.9**ISSN-L: 2544-980X**

fraksiyasining chiqishi biroz kamayadi. Bunda ajratib olingan sellyuloza ko'p miqdordagi chiqindilardan iborat bo'ladi.

Samaradorlikning sezilarli ko'payishi haroratlar 120 °C dan yuqori bo'lganida olinib, bu sholi poyasi namunasini dimetilsulfoksidda erishi natijasida bo'lishi mumkin. Harorat 150 °C bo'lganida samaradorlik 59,3 % ni tashkil qildi. Bu sharoitlarda texnik sellyuloza fraksiyasining chiqishi 49,0 % ga yetib, bu dastlabki sholi poyasidagi sellyulozaning miqdoridan 6 % ga yuqoriroqdir.

Dastlabki sholi poyasidagi sellyuloza miqdoriga yaqin bo'lgan sellyuloza fraksiyalarini chiqishi 2 soat davomida 140 °C da ishlov berishda olingan. Lekin bunda STD faqatgina 63,3 % ni tashkil etdi. Ishlov berishdan keyin TS ning boshqa sholi poyasi rangli fraksiyalaridan farqli 140 °C (2 s) da ajratib olingani yengil sarg'imgir tusga ega bo'ldi.

Ishlov berish davomiyligini 5 soatgacha, haroratni ham 150 °C gacha o'sishi ham lignouglevodli kompleks, ham sholi poyasi sellyulozasining parchalanishi bilan kechib, bu holda dimetilsulfoksiddan ajratilishi murakkab bo'lgan quyi molekular birikmalar va gazlar ham hosil bo'ladi. Bu kabi TS fraksiyalarining ajratib olinayotgan chiqishlari bilan harorat yoki ishlov berish davomiyligi o'rtasidagi manfiyga o'xshagan korrelyatsiyalar sholi poyasi va bug'doy somoniga asetat 1-etil-3-metilimidazoli muhitida ishlov berilganida kuzatilgan.

Ishlov berish haroratini 100-150 °C (1 s) interval oralig'ida ko'tarilishi va davomiyligida TS fraksiyasining chiqishi kamayadi, lekin shu payt undagi sellyuloza miqdori esa ortadi. dimetilsulfoksidmuhitida termik ishlov berish natijasida sholi poyasi biomassasidan 70 % va undan yuqori bo'lgan sellyuloza bilan to'yingan fraksiyalarni ajratishga erishilgan. Sholi poyasiga 140 °C da 2 soat davomida ishlov berilganidan keyin fraksiyalanganda dastlabki sholi poyasining 80 % sellyulozasini fraksiya tarkibida ajratib olingan.

1-jadval.

TS fraksiyasining komponentli tarkibi

Sharoitlar °C/s	Komponentli tarkibi, % mass.			Delignifikatsiya darajasi, %
	Sellyuloza	Gemitsellyuloza	Lignin	
100/1	57,71	24,51	18,52	55,21
120/1	60,14	22,09	18,53	56,42
140/1	64,69	19,12	17,60	64,23
150/1	69,38	14,85	17,24	67,12
140/2	74,56	7,56	17,54	69,13

Sellyulozadan farqli o'laroq harorat va ishlov berish davomiyligi o'sishi bilan TS fraksiyasi tarkibida gemitsellyulozalar va ligninning miqdori kamayadi. Bu eng ko'p jihatdan gemitsellyuloza uchun bilinib,



Impact Factor: 9.9**ISSN-L: 2544-980X**

uning miqdori dastlabki sholi poyasidagi miqdoriga qaraganda 150 °C (1 s) da ishlov berishdan keyin 75,8 % haqiqatda esa 140 °C (2 s) da 90 % ni tashkil etdi.

2-jadvaldagi ma'lumotlarga asosan TS fraksiyalarining elementli tarkibi harorat va ishlov berish davomiyligiga deyarli bog'liq emas.

2-jadval.**TS fraksiyalarining elementli tarkibi**

Sharoitlar, °C/s	Elementli tarkib, %				(N/S)at	(O/S)at	Tuzilmaviy birlik
	C	H	N	Od			
100/1	43,6	6,2	0,2	50,0	1,70	0,90	C ₆ H _{10,2} O _{5,2}
120/1	43,8	6,1	0,2	49,9	1,69	0,89	C ₆ H _{10,1} O _{5,1}
140/1	43,9	6,1	0,2	49,8	1,66	0,88	C ₆ H _{10,0} O _{5,1}
150/1	44,0	6,4	0,2	49,4	1,69	0,82	C ₆ H _{10,5} O _{5,1}
140/2	43,2	6,2	0,2	50,4	1,71	0,88	C ₆ H _{10,3} O _{5,3}

Ligninni ajralib chiqish samaradorligi unchalik bilinmaydi. Gemitsellyuloza bilan bo'lgani kabi, 50 % ortiq dastlabki lignin sholi poyasiga 100 °C (1 s) da termik ishlov berishdan so'ng ajralib chiqadi. Haroratni 140 °C gacha ko'tarilishida sholi poyasining yog'ochini ajralishi 64,2 % ga yetdi va keyinchalik harorat va ishlov berish davomiyligini o'sishi unchalik o'zgarishlarga sabab bo'lmadi.

Unum jihatidan ma'lumki, sellyulozadagi molekulalararo ta'sir vodorod og'lari vositasida amalga oshib, ular uning tuzilishini tartibga soladigan omil hisoblanadi. OH-guruhlarining valent tebranishlarini quyi chastotali sohasining chizig'i gidroksil guruhlarni xarakterlab, ular nisbatan kuchli vodorod bog'larini hosil qiladilar, yuqori chastotalilari esa – nisbatan zaifroq bog'larini hosil qiladilar. Shuning uchun yutish chizig'ining maksimumini ko'chishiga qarab tashqi ta'sir natijasida sellyuloza makromolekulalari o'rtasida o'zaro ta'sirning buzilganligi haqida taxmin qilish mumkin.

Ion suyuqligi muhitida ishlov berishda lignotsellyuloza kompleksining parchalanishi avvalambor asosiy komponentlar o'rtasidagi vodorod bog'larning buzilishi bilan bog'liq deb hisoblanadi. Bu kabi buzilish sholi poyasining polisaxaridlarini makromolekularida ham mavjud bo'lishi mumkin. Sellyulozaning OH - guruhlari valent tebranishlari yutishlarining maksimumini yuqori chastotali sohaga ko'chishi ishlov berish harorati oshganida ro'y berib, agar bor bo'lsa ham umumiy jihatdan yutish chizig'i konturidagi o'zgarish kabi unchalik bilinmaydi.

Sholi sholi poyasii namunasiga 2 M triflor sirkali kislota eritmasi bilan ishlov berishda 46 % ga yaqin polisaxaridlarni gidrolizlash mumkin bo'ladi.

Gidrolizat tarkibida GX-MS metodi yordamida quyidagilar aniqlangan: arabinoza - 3,10; ksiloza - 22,20; mannoza - 0,01; galaktoza - 1,15; va glyukoza - 7,20 % mass.



Impact Factor: 9.9**ISSN-L: 2544-980X**

Monosaxaridlarning tarkibi va avvalambor monosaxaridlarning umumiy miqdorini 65 % ni tashkil qilgan ksiloza katta miqdori qo'llanilgan sharoitlarda oson gidrolizlanadigan polisaxaridlar gidrolizga uchrashi, aynan – sholi poyasi gemitsellyulozasini gidrolizlanishi haqida dalolat beradi.

Kislotali gidroliz vaqtida sellulozaning reaksiyaga kirishish qobiliyatini sustligi ham quyi harorat va kislota konsentratsiyalari, ham chiqindilarning mavjudligi- lignin va gemitsellyulozalarga bog'liq bo'lib, ular tolalarni to'sib qo'yadilar va kislota bilan bevosita aloqada bo'ladilar.

Lignin va gemitsellyulozalardan ajratish natijasida termik ishlov berishdan keyin hamda vodorod bog'lari to'ring mustahkamligini zaiflashuvi hisobiga TS fraksiyasidagi gidrolizlanadigan polisaxaridlarning ulushi ortadi. Natijada, polisaxaridlarning miqdorini kamayishiga qaramasdan, fraksiyaning kislotali gidrolizidan keyin monosaxaridlarning chiqishi ko'payadi.

3-jadval.

TS fraksiyalarining gidrolizatlarida monosaxaridlarning miqdori

Sharoitlar, °C/s	tarkibi, % mass.					Jami, % mass.
	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	
100/1	4,60	26,80	0,03	0,55	13,00	44,98
120/1	6,00	24,60	0,03	1,05	18,00	49,68
140/1	4,80	24,30	0,20	1,52	19,80	50,62
150/1	5,70	23,03	0,01	1,55	25,20	55,49
140/2	6,70	25,60	0,35	2,43	28,80	63,88

Monosaxaridlarning chiqishini oshishi sellulozaning gidrolizi hisobiga olingan bo'lib, bu 100 °C (1 s) da gidrolizatdagi glyukoza ulushini 28,9 % dan boshlab oshirishga va 150 °C (1 s) da 45,4 % gacha ortishini ta'minlaydi.

Kislotali gidrolizda sellulozaning reaksiyaga kirishish qobiliyatini o'sishi uni lignin va gemitsellyulozadan tozalash natijasi va termik ishlov berishda kristallsimon sellulozani amorf ko'rinishiga o'tishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

120 °C (3-jadval) dan yuqori haroratlarda ajratilgan TS fraksiyalari tarkibida gemitsellyulozalarning miqdorini kamayishi fraksiya gidrolizatlarining tarkibini tahlil qilish ma'lumotlari bilan tasdiqlanadi. Tadqiq qilinayotgan haroratlar intervalida arabinoza va ksiloza ulushlari monosaxaridlarning umumiy miqdoridan 69,8 dan 51,8 % gacha kamayadi. TS fraksiyasi uchun gidrolizning eng katta chuqurligini 140 °C (2 s) da olinishi lignin miqdorining kamligi va selluloza tuzilishidagi qo'shimcha yumshoqligi sabab bo'lishi mumkin. Fraksiyadagi polisaxaridlarning miqdori 82,1 % (37 % a.s.m.) ni tashkil etib, kislota bilan gidrolizlanadiganlar ulushiga 78 % to'g'ri keladi. Olingan gidrolizatda glyukoza miqdori ksilozaga nisbatan yuqori bo'ladi.



Impact Factor: 9.9**ISSN-L: 2544-980X**

Ushbu ishda olingan natijalarga asoslanib xulosa qilish mumkunki, sholi poyasiini 80-150 °C harorat oralig'ida dimetilsulfoksid muhitida issiqlik bilan ishlov berish usulini lignoselülozidlarni qayta ishlashning engil usullariga bog'lash mumkin. xom ashyo, bu biomassani chuqur kimyoviy o'zgarishsiz tarkibiy qismlarga ajratish imkonini beradi.

Issiqlik bilan ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan asosiy jarayon - bu ichki va molekulararo aloqalar, birinchi navbatda vodorod aloqalari, biomassa komponentlarining makromolekulalari tarmog'ining buzilishi. Jarayonning dastlabki bosqichida dimetilsulfoksid ko'proq kirish mumkin bo'lgan gemitsellyuloza va lignin makromolekulalari ishtirokidagi molekulararo o'zaro ta'sirni zaiflashtiradi.

Adabiyotlar.

1. Aliqulova D. A., Urozov M. K., Normamatov. N. D., Bobomuratov N. N. Effect of heat treatment conditions on enzymatic hydrolysis efficiency of rice straw in [BMIM] [Cl] environment. Procedia of Theoretical and Applied Sciences Volume 5 | March 2023 ISSN: 2795-5621 Available: Impact Factor 8/4. 34-40 p. <http://procedia.online/index.php/applied/index>.
2. Aliqulova D.A., Normamatov.N.D., Raximov M.S., Bobomurotov N.N. Sholi poyasidan olingan selluloza asosidagi gidrogel kompozitsiyasining amaliy ahamiyati. International Scientific Journal "Science and innovation" Series Volume 1 Issue 7 October 2022 Impact Factor: 8.2 (UIF-2022) ISSN: 2181-3337 Scientists.uz. 156-160 p.
3. Aliqulova D.A., Urozov M.K., Durmanova S.S. [BMIM][Cl] muhitida sholi somoniga ultratovushli issiqlik bilan ishlov berish. JOURNAL OF UNIVERSAL SCIENCE RESEARCH. TERMIZ. 2-son. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7652964>. 2023.02. 270-279 b.
4. Aliqulova D.A., Urozov M.K., Qurbonova R.I. 1-butil- 3-metilimidazolxlorid asosidagi ion suyuqligi muhitida sholi somoniga termik ishlov berish. JOURNAL OF UNIVERSAL SCIENCE RESEARCH. TERMIZ. 1-son. 2023.01. 290-299b. 1(1), 290- 299. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7601818>

