

UO‘K: 676.017:620.186

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.26

PLANETAR-VALIKLI EKSTRUZIYA USULI BILAN QAYTA ISHLANGAN
YOVVOYI ARPA SELLYULOZASINING MORFOLOGIK VA
MIKROSTRUKTURA XUSUSIYATLARINI SEM TAHLILI



**Qarshiyev Nurali
Xoliqulovich**

Asiscent, Denov tadbirkorlik va
pedagogika instituti, Denov,
O‘zbekiston
E-mail:
qarshiyevnurali0@gmail.com
ORCID ID: 0009-0007-2615-4816
Science ID: MSD-0525-0032



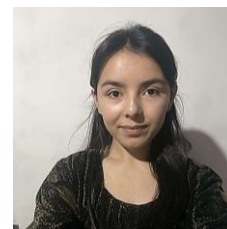
**Khusenov Arslonnazar
Shernazarovich**

Kafedra mudir, Toshkent kimyo-
texnologiya instituti, Toshkent,
O‘zbekiston
E-mail: syk@tkti.uz
ORCID ID: 0009-0000-3305-1355
Science ID: PQD-0825-0004



**Eshqurbonov Furqat
Bozorovich**

Professor, Termiz davlat
muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: furqat-8484@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3182-9407
Science ID: DSD-0225-0001



**Abdullayeva Rayxona
Ilhom qizi**

Talaba, Termiz davlat muhandislik
va agrotexnologiyalar universiteti,
Termiz, O‘zbekiston
E-mail: rayxona8306@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-2562-3687
Science ID: BSD-0226-0011

Annotatsiya. Ushbu maqolada noan'anaviy xomashyo manbai - yovvoyi arpa (*Hordeum murinum*) o'simligi poyasidan sellyuloza ajratib olish jarayoni va olingan mahsulotning xususiyatlari tadqiq etilgan. Olingan sellyulozaning strukturaviy va morfologik xususiyatlari IQ-spektroskopiya (FTIR) hamda skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usullari yordamida o'rganildi. Tadqiqotning o'ziga xosligi shundaki, olingan namunaning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari an'anaviy paxta va zig'ir sellyulozalari bilan qiyosiy tahlil qilindi. IQ-spektrlar tahlili namunalar o'rtasida funksional guruhlarning o'xshashligini tasdiqladi, SEM tasvirlari esa yovvoyi arpa sellyulozasining o'ziga xos tola tuzilishi va mikromorfologiyasini namoyon etdi. Olingan natijalar Yovvoyi arpa sellyulozasining sifat ko'rsatkichlari bo'yicha an'anaviy xomashyolarga yaqinligini va undan olingan polimer kompozitlari samarali to'ldiruvchi sifatida foydalanish imkoniyatini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: Yovvoyi arpa, paxta sellyulozasi, zig'ir sellyulozasi, qiyosiy tahlil, IQ-spektroskopiya, SEM-analiz, morfologiya, polimer kompozitlar.

АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И МИКРОСТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ
ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДИКОРАСТУЩЕГО ЯЧМЕНЯ, ПЕРЕРАБОТАННОЙ
МЕТОДОМ ПЛАНЕТАРНО-ВАЛИКОВОЙ ЭКСТРУЗИИ, С ПОМОЩЬЮ
СЭМ

**Каршиев Нурали
Холикулович**

Ассисент, Денауский институт
предпринимательства и
педагогика, Денау, Узбекистан

**Хусенов Арслонназар
Шерназарович**

Заведующий кафедрой,
Ташкентский химико-
технологический институт,
Ташкент, Узбекистан

**Эшкурбонев Фуркат
Бозорович**

Профессор, Термезский
государственный университет
инженерии и агротехнологий,
Термез, Узбекистан

**Абдуллаева Райхона
Ильхом кизи**

Студентка, Термезский
государственный университет
инженерии и агротехнологий,
Термез, Узбекистан

Аннотация. В данной статье исследован процесс выделения целлюлозы из стеблей дикого ячменя (*Hordeum murinum*), нетрадиционного источника сырья, а также изучены свойства полученного продукта. Структурные и морфологические характеристики полученной целлюлозы исследованы методами ИК-спектроскопии (FTIR) и сканирующей электронной микроскопии

(СЭМ). Особенность исследования заключается в сравнительном анализе физико-химических показателей полученного образца с показателями традиционной хлопковой и льняной целлюлозы. Анализ ИК-спектров подтвердил сходство функциональных групп образцов, а изображения СЭМ продемонстрировали характерную волокнистую структуру и микроморфологию целлюлозы дикого ячменя. Полученные результаты показали, что целлюлоза из дикого ячменя по качественным показателям близка к традиционному сырью и может быть использована в качестве эффективного наполнителя для полимерных композитов.

Ключевые слова: Дикий ячмень, хлопковая целлюлоза, льняная целлюлоза, сравнительный анализ, ИК-спектроскопия, СЭМ-анализ, морфология, полимерные композиты.

SEM ANALYSIS OF THE MORPHOLOGICAL AND MICROSTRUCTURAL PROPERTIES OF WILD BARLEY CELLULOSE PROCESSED BY THE PLANETARY-ROLLER EXTRUSION METHOD

**Karshiev Nurali
Khalikulovich**

Assistant, Denau Institute of
Entrepreneurship and Pedagogy,
Denau, Uzbekistan

**Khusenov Arslonnazar
Shernazarovich**

Head of Department, Tashkent
Chemical-Technological Institute,
Tashkent, Uzbekistan

**Eshkurbanov Furkat
Bazarovich**

Professor, Termez State University
of Engineering and
Agrotechnologies, Termez,
Uzbekistan

**Abdullaeva Raykhon
Ilkhom kizi**

Student, Termez State University of
Engineering and Agrotechnologies,
Termez, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the process of extracting cellulose from the stem of a non-traditional raw material source - wild barley (*Hordeum murinum*) - and examines the properties of the resulting product. The structural and morphological properties of the extracted cellulose were studied using Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy and scanning electron microscopy (SEM). A unique aspect of this research is the comparative analysis of the physicochemical indicators of the obtained sample against those of traditional cotton and flax celluloses. Analysis of the FTIR spectra confirmed the similarity of functional groups among the samples, while SEM images revealed the distinct fiber structure and micromorphology of wild barley cellulose. The results indicate that the quality indicators of wild barley cellulose are comparable to those of traditional raw materials, demonstrating its potential for use as an effective filler in polymer composites.

Keywords: Wild barley, cotton cellulose, flax cellulose, comparative analysis, FTIR spectroscopy, SEM analysis, morphology, polymer composites.

Kirish. Bugungi kunda o'rmonlarning kesilishi dunyoning asosiy global ekologik muammolaridan biri sanaladi. Shu sababli, tarkibida selluloza mavjud bo'lgan, yog'ochdan olinmagan xomashyolardan foydalanish tendensiyasi yuzaga kelmoqda. Buni sholi va bug'doy somoni, qishloq xo'jaligi chiqindilari, g'ozapoya, zig'ir va makkajo'xori poyalari kabi noan'anaviy manbalardan selluloza olish usullarini ishlab chiqishga bag'ishlangan ko'plab ilmiy nashrlar ham tasdiqlaydi [1].

Jahon amaliyotida o'simlik xomashyosining barcha turlaridan selluloza ishlab chiqarishda sulfat (natriy gidroksid va natriy sulfid) hamda sulfit usullari eng keng tarqalgan texnologiyalar hisoblanadi [2]. Biroq, hozirda ishlab chiqarishda

tarkibida oltingugurt bo'lgan birikmalar va faol xlardan foydalanish ekologik jihatdan nomaqbul deb topilmoqda.

Ko'plab mualliflarning asarlarida o'simlik xomashyosini delignifikatsiyalashning turli muqobil usullari taklif etilgan. Delignifikatsiyalashning zamonaviy texnologiyalari quyidagi yo'nalishlarda rivojlanmoqda: birinchidan, an'anaviy reagentlarni ekologik xavfsiz moddalar bilan almashtirish; ikkinchidan, reagentli usullarni fizikaviy yoki fizik-kimyoviy usullar bilan almashtirish; uchinchidan, avvalgi ikki yondashuvni birgalikda qo'llash.

Mualliflarning ushbu [3] ishda vodorod peroksidi yordamida 100°C ga yaqin haroratda, sulfat katalizatori ishtirokida terakning oksidlovchi

delignifikatsiya jarayoni o'rganilgan. Bu usul bilan mikrokristallik sellyuloza olishning prinsipial imkoniyati ko'rsatilgan. Xuddi shu usul bug'doy somonidan oziq-ovqat tolalarini olish uchun ham tavsiya etilgan. Etanol-suv-sirka kislotasi tizimida ignabargli va keng bargli daraxtlar yog'ochining organosolvat delignifikatsiyasi va tolali yarim tayyor mahsulotlar olish ushbu [4] ishda tadqiq qilingan. Ushbu ish mualliflari bug'doy somonini delignifikatsiya qilish jarayoniga mexanik-kimyoviy faollashtirish usulini taklif qilishgan. Bu usul dastlab ultratovush bilan ishlov berish va rotor-impulsi qurilmada emulsiyalashni o'z ichiga oladi. Shunday yo'l bilan tayyorlangan lignotsellyuloza preparatlari glyukoza-pentoza gidrolizatini olish uchun istiqbolli substratlar hisoblanadi.

Ignabargli va yaproqli daraxtlar hamda paxta bilan bir qatorda, o'tsimon bir yillik o'simliklar ham sellyuloza ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo manbai hisoblanadi. O'tsimon o'simliklar - lub, boshqoqli, butgulli, qamishli va qo'ng'irboshli ekinlar yuqori hosildorligi va keng hududlarda etishtirilish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Ular Rossiya Federatsiyasining va O'zbekiston Respublikasining [5-7] ko'plab hududlarida o'stiriladi va ekilgandan bir necha oy o'tgach, texnologik foydalanishga tayyor bo'ladi [8].

Umuman olganda, butun dunyo bo'yicha o'tsimon o'simliklar qog'oz va karton ishlab chiqarish uchun xomashyoning oz qismini tashkil etadi. Biroq, ba'zi mamlakatlarda sellyuloza tolasi-ning 60% ga yaqini ko'p yillik va bir yillik o'tsimon o'simliklardan, jumladan sholi poyasi, bambuk, kanop, qamish, o't, jut, zig'ir, sizal va boshqalardan olinadi. Ayniqsa, Xitoy va Hindistonda sellyuloza sanoatida ishlatiladigan xomashyoning 70% o'tsimon o'simliklar, shu jumladan, boshqoqli o'simliklardan olinadi va bu ikki mamlakatga jami o'tsimon o'simliklar sellyulozasi ishlab chiqarishning 80% to'g'ri keladi. Rossiyada boshqoqli va donli ekinlarning somon to'plash miqdori yiliga 80-100 million tonnani tashkil etadi [9]. Bunda, odatda, ortiqcha somon maqsadli ishlatilmaydi va dalalarda yoqiladi yoki yerga qo'shib haydaladi. Somonni yoqib yuborish tuproqdagi ekologik muvozanatni buzadigan jarayondir, chunki mikroflora nobud bo'ladi va tuproq uzoq vaqt davomida o'ziga xos bo'lgan mikrobiotsenozni, ya'ni unumdorligini yo'qotadi.

Sellyuloza ishlab chiqarishda o'zining shakli va o'lchamlari bilan bargli daraxt turlarining libriform tolalariga o'xshash bo'lgan lub tolalari eng qimmatli hisoblanadi. Xususan, somon lub tolalarining o'rtacha uzunligi 1-1,5 mmni, uzunligining kengligiga nisbati esa o'rtacha 50-100:1 oralig'ini tashkil etadi [10].

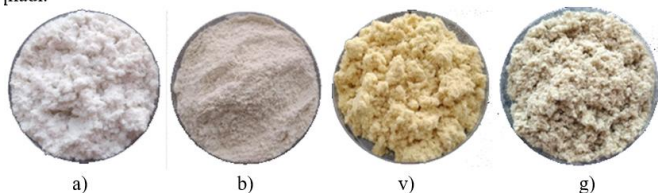
Somonni qayta ishlashda qo'llaniladigan pishirish qurilmalari uzluksiz va davriy ishlaydigan turlarga bo'linadi. Xususan, davriy usul yordamida somon va qamishdan natron hamda sulfat usulida pishirish jarayonini amalga oshirishda, asosan, hajmi 10-60 m³ bo'lgan sharsimon pishirish qozonlaridan foydalaniladi. Somonni uzluksiz texnologiya asosida qayta ishlashda esa turli xil konstruksiyadagi qurilmalar ishlatiladi. Ular orasida eng ko'p tarqalgani - pishirish qozonlari soni ikkitadan oltitagacha bo'lgan Pandiya (Pandia) turidagi uzluksiz ishlovchi qurilmalardir.

Materiallar va tadqiqot usullar. Tadqiqot obekti sifatida Surxondaryo viloyati hududidan yig'ib olingan yovvoyi arpa (*Hordeum murinum*) o'simligining poyalari tanlab olindi. Xomashyo yot jinslardan tozalandi, quyosh nuridan himoyalangan sharoitda quritildi va laboratoriya tegirmonida namunalari 1-3 mm o'lchamgacha maydalandi. Qiyosiy tahlil uchun standart sifatida sanoatda ishlab chiqarilgan paxta sellyulozasi (GOST 595-79) va zig'ir sellyulozasidan foydalanildi.

Sellyulozaning mikroskopik tadqiqotlari MIKROMED 1 (3 LED) mikroskopi orqali amalga oshirildi.

Tadqiqotda yovvoyi arpa somonidan sellyuloza ajratib olish jarayoni 2,0-3,5 massa, % konsentratsiyali ishqor eritmasida, 1:10 gidromodulda, tarkibida 0,2 massa, % vodorod peroksid hamda 0,3 massa, % sirt-faol modda (Sintanol ALM-10) saqlagan muhitda olib borildi. Pishirish jarayoni 93°C haroratda 80-110 daqiqa davomida amalga oshirilib, tizimning reaksiya qobiliyatini oshirish maqsadida ishlov boshlanganidan 25 daqiqa o'tgach termo-fizik-kimyoviy faollashtirish bosqichi kiritildi. Termo-fizik-kimyoviy faollashtirish jarayoni bir necha usulda, jumladan, pishirish eritmasini sellyuloza tarkibli aralashma bilan birgalikda I/100-6/4 qurilmasida 8 daqiqa davomida ultratovush ta'sirida qayta ishlash hamda namligi 85-92% bo'lgan materialni metall taglik va siquvchi valdan tashkil topgan valli tekislagichda mexanik

destruksiyalash orqali bajarildi. Termo-fizik-kimyoviy faollashtirish qurilmasi sifatida planetar-valikli ekstruder qo'llanilganda, dastlabki ishqoriy ishlovdan o'tgan (4% NaOH, 0,2% H₂O₂, 0,2% Sintanol ALM-10, $\tau=80$ daqiqa, T=85-90°C) va me'yoriy namlikkacha siqilgan selluloza tarkibli aralashma ekstruderning ishchi zonasiga yo'naltirildi. Planetar-valikli ekstruder qurilmasi uch fazali tok dvigateli va ponasimon tasmali reduktor tizimi orqali harakatga keltirilib, uning markaziy shnegi 1 tadan 8 tagacha modulli zonalarni o'z ichiga oladi. Har bir ishchi zona 4 tadan 8 tagacha yo'ldosh valiklar (satellitlar) bilan jihozlangan bo'lib, bu konstruksiya materialga kuchli mexanik va gidrodinamik kuchlanishlar berish orqali sellulozaning yuqori disperslikdagi strukturasi shakllantirishga xizmat qiladi.



1-rasm. Taklif etilgan texnologiyaga ko'ra ishlov berilgandan so'ng selluloza tarkibli materiallar, bunda termo-fizik-kimyoviy faollashtirish qurilmasi sifatida planetar-valikli ekstruder qo'llanilgan:

a - paxta; b - zig'ir; v - beda; g - yovvoyi arpa.

Termo-fizik-kimyoviy faollashtirish sharoitidagi natronli pishirish jarayoni yakunlangach, olingan selluloza massasi press-filtrlash usuli yordamida muhitning vodorod ko'rsatkichi (pH) neytral holatga kelguncha yuvildi. Namunalar ochiq havoda yoki quritish shkafida qoldiq namlik miqdori 3-8% bo'lgunga qadar quritilib, MOLOT 200/400/800 bolg'ali maydalagichda dispers holatga keltirildi va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari tadqiq etildi. Qiyosiy tahlil uchun qo'llanilgan zig'ir va paxta tolalariga ishlov berish jarayoni somon namunalariga o'xshash texnologik siklda amalga oshirildi. Bunda dastlabki xomashyoga boshlang'ich ishlov berish (zig'ir tolasi uchun ishqoriy, paxta tolasi uchun suvli-gidrolitik), so'ng-planetar-valikli ekstruderda ekstruzion destruksiyalash, yuvish (paxta sellulozasidan tashqari), quritish va maydalash bosqichlari bajarildi. Taklif etilgan usul yordamida olingan selluloza tarkibli aralashma, bunda termo-fizik-kimyoviy faol-

lashtirish qurilmasi sifatida planetar-valikli ekstruder ishlatilgan, 1-rasmda ko'rsatilgan.

Ekstruzion ishlov berishdan keyin olingan yovvoyi arpa selluloza massasi ikki usulning biridan foydalanib oqartirildi. Birinchi usul (peroksidli oqartirish) quyidagi sharoitlarda amalga oshirildi: 2% H₂O₂, 0,3% NaOH, $\tau=55$ minut, T=85°C, gidromodul 1:15 nisbatda. Bu jarayon dastlabki boyitishdan so'ng o'tkazildi, uning sharoitlari: 2% NaOH, $\tau=110$ minut, T=95°C, gidromodul 1:15 nisbatda. Ikkinchi usul (peroksid-molibdatli oqartirish) ikki bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda selluloza massasi 2% (NH₄)₂MoO₄, 3% H₂O₂, 1% H₂SO₄ aralashmasi bilan 110 minut davomida 85°C haroratda, 1:10 gidromodulida ishlov berildi va keyin yuvildi. Ikkinchi bosqichda esa yuvilgan selluloza massasi 2% H₂O₂, 0,3% NaOH aralashmasi bilan 1:15 gidromodulida 55 minut davomida 85°C haroratda ishlov berildi.

Oqartirishdan so'ng selluloza massasi neytral reaksiyaga erishguncha press-filtrlash orqali yuvildi, quritildi va maydalandi.

Natijalar va ularning tahlili. Sellulozani pishirish jarayoni ko'p bosqichli geterogen mexanizmga ega bo'lib, u pishirish eritmasining xomashyo yuzasiga diffuziyalanishi, ichki kapillyar qatlamlarga o'tishi, lignin va boshqa yo'ldosh komponentlarning gidrolitik parchalanishi hamda reaksiya mahsulotlarining eritmaga ekstraksiyalanishini o'z ichiga oladi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra [11], reagentning sellulozaga diffuziyalanish (shimdirilish) tezligi butun jarayonni cheklovchi (limitlovchi) asosiy bosqich hisoblanadi.

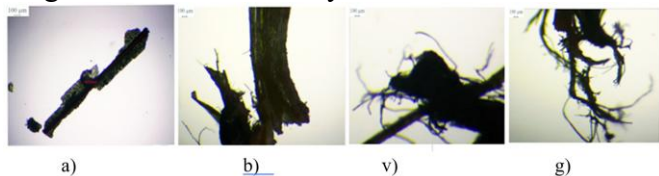
Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, pishirish, oqartirish va gidrolizlash bosqichlarida sellulozaga qo'shimcha mexanik ta'sir ko'rsatish selluloza ajratib olish jarayonlarini sezilarli darajada jadalashtiradi [12]. Mazkur ishda bir yillik o'simlik somonining delignifikatsiya bosqichini intensivlashtirish usullari taklif etilgan bo'lib, ular pishirish vaqtini qisqartirish bilan birga mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash imkonini beradi.

Jarayon tezligini oshirishning asosiy omillaridan biri sifatida pishirish eritmasiga ultratovush yordamida ishlov berish qo'llanildi. Suvli muhitda ultratovush ta'sirida yuzaga keladigan kavitatsiya hodisasi lokal yuqori harorat, bosim va kuchli siljish kuchlarini hosil qiladi. Ushbu fizik effektlar natijasida suyuqlikning turbulent oqimi massa

almashinuvi tezligini oshiradi, sellyuloza tolalari fibrillanishiga va o'simlik hujayra devorlari yaxlitligining buzilishiga olib keladi, bu esa o'z navbatida delignifikatsiya darajasini oshiradi.

Pishirish jarayonini jadallashtirishning samarali usullaridan yana biri, sellyuloza hujayra devorlariga destruktiv-mexanik ta'sir ko'rsatishdir. Xomashyoga harorat va kimyoviy reagentlar bilan bir vaqtda valikli ezgichda ishlov berilishi tola strukturasi bo'shashiga hamda uning solishtirma yuza maydonining kengayishiga olib keladi. Natijada, tola ichki qismidagi lignin-uglevod bog'lari orasida reagentlarning diffuziyalanish to'siqlari kamayadi va faol reaksiyon markazlarining kimyoviy reagentlar bilan o'zaro ta'sirlashish tezligi ortadi.

Keyinchalik sellyuloza tarkibli aralashmani natronli pishirish jarayonida turli faollashtirish usullaridan foydalanish samaradorligi qiyosiy baholandi. Tadqiqotda termo-fizik-kimyoviy faollashtirish qurilmalari sifatida I/100-6/4 ultratovush tizimi va maxsus valikli ezgich qurilmalaridan foydalanildi. Dastlabki tajribalar shuni ko'rsatdiki, sellyuloza tarkibli aralashmani 2,0-3,5 massa, % konsentratsiyali ishqor eritmasida (1:10 gidromodul, 0,2% H₂O₂ va 0,2% SFM qo'shimchalari bilan) 95°C haroratda 55-110 daqiqa davomida an'anaviy pishirish α -sellyuloza miqdorining oshishiga hamda smola va yog'simon moddalarning kamayishiga olib keladi. Kuzatishlar natijasida NaOH konsentratsiyasi va pishirish vaqtining ortishi sellyuloza ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Biroq, hatto 4% li ishqor eritmasida 110 daqiqa davomida pishirish jarayoni o'tkazilganda ham o'simlik poyasi strukturasi tub o'zgarishlar sodir bo'lmaydi.



2-rasm. Yovvoyi arpa poyasining mikroskopik fotosuratlari:

a – ishlov berilmagan; b – ishqorli pishirishdan keyin ($\tau=120$ daqiqa; 3% NaOH); v - Termo-fizik-kimyoviy faollashtirish bilan ultratovush qurilmasida ishqoriy pishirishdan keyin; g - ishqoriy pishirishdan keyin termo-fizik-kimyoviy faollashtirish bilan valikli maydalagichda.

Mikroskopik tahlillar shuni ko'rsatdiki, ushbu sharoitda sellyuloza tolalari lignosellyuloza komp-

leksidan to'liq ajralib chiqmaydi (2(b)-rasm), bu esa an'anaviy natronli pishirish usulining yuqori sifatli sellyuloza olishda samaradorligi pastligidan dalolat beradi.

Pishirish jarayonini termo-fizik-kimyoviy faollashtirish usullari (ultratovushli va valikli ishlov) bilan birgalikda olib borish natijasida lignin-gemitsellyuloza matritsasi sellyuloza tolalari qisman ajralib chiqishi kuzatildi (2-rasm, v, g). Ishlov berilmagan namunalar silliq yuzaga ega bo'lsa-da, termo-fizik-kimyoviy faollashtirish qurilmalarida ishlov berilgandan so'ng o'simlik poyalari bo'laklari yuzasida alohida fibrillangan tolalarning paydo bo'lishi qayd etildi. Bu hodisa ultratovush kavitatsiyasi va mexanik deformatsion kuchlarning o'simlik hujayra devorlari yaxlitligini samarali buzishini tasdiqlaydi.

Yovvoyi arpa somonini ultratovush qurilmasida yoki valikli ekstruderda termo-fizik-kimyoviy faollashtirish bilan birgalikda ishqoriy pishirish nafaqat sellyulozaning tuzilishiga, balki uning fizik-kimyoviy xususiyatlariga ham ta'sir ko'rsatadi. Termo-fizik-kimyoviy faollashtirish sharoitida o'tloq yovvoyi arpa somonini qaynatish termo-fizik-kimyoviy faollashtirish qo'llanilmagan holda natronli qaynatish natijasida olingan namunalar nisbatan α -sellyuloza miqdorining oshishiga, lignin, smola va yog'lar miqdorining kamayishiga olib keladi.

Shuni ta'kidlash joizki, yovvoyi arpa somonini termo-fizik-kimyoviy faollashtirish bilan ultratovush qurilmasida ishqoriy pishirish sellyulozadagi sellyuloza bo'lmagan komponentlarning yanada jadal kamayishiga yordam beradi. Olingan natija qaynatish eritmasi va undagi sellyulozaga ultratovushli ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan kavitatsiyaning fizik va kimyoviy ta'siri bilan bog'liq. Fizik ta'sirlar (turbulentlik va suyuqlik aylanishi) massa almashinuvi tezligining sezilarli darajada oshishi natijasida sellyulozaning delignifikatsiyasiga yordam beradi.

Yovvoyi arpa somonidan tashqari, bir yillik o'simlik xom ashyosining boshqa turlari (zig'ir, kanop va amarant somoni) ham termo-fizik-kimyoviy faollashtirish sharoitida ishqoriy pishirishdan o'tkazildi. Barcha turdagi xom ashyolar uchun ijobiy ta'sir kuzatildi, bu sellyuloza xususiyatlarining yaxshilanishidan iborat edi.

Xulosa. SEM (skanerlovchi elektron mikros-

kopiya) tahlillari shuni tasdiqladiki, yovvoyi arpa somonini ultratovush yoki valikli ezgich yordamida termo-fizik-kimyoviy faollashtirish va natronli pishirish α -sellyuloza miqdorini oshirish hamda lignin va hamroh moddalarni samarali kamaytirish imkonini beradi. Biroq, mikroskopik tasvirlarda ko'rinishicha, ushbu usullar lignotsellyuloza matritsasi bilan tolalarni to'liq ajratish va o'simlik hujayra tuzilmasining yaxlitligini butunlay buzish uchun etarli emas. Tolalar yuzasida hali ham lignin qoldiqlari va zich bog'lamlar saqlanib qolganligi

kuzatildi. Shu sababli, xomashyoga yanada kuchliroq deformatsion va dispersiyalovchi ta'sir ko'rsatish, shuningdek, yuqori sifatli, toza selluloza tolalarini ajratib olish maqsadida, keyingi tadqiqotlarda termo-fizik-kimyoviy faollashtirish jarayonini planetar-valikli ekstruder asosida takomillashtirish maqsadga muvofiq deb topildi. Bu usul lignotsellyuloza kompleksini tubdan parchalash va tolalarning solishtirma sirt yuzasini sezilarli darajada kengaytirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Левданский, В. А., Левданский, А. В., & Кузнецова, Б. Н. (2014). Journal of Siberian Federal University. Chemistry, (1), 63–70.
- [2] Clark, M. (Ed.). (2011). Handbook of textile and industrial dyeing. Woodhead Publishing.
- [3] Кузнецов, Б. Н., Кузнецова, С. А., & Данилов, В. Г. (2007). Целлюлоза. Бумага. Картон, (12), 27–30.
- [4] Щербакова, Т. П., Удоратина, Е. В., Макарова, Е. И., & Будаева, В. В. (2013). Ползуновский вестник, (3), 224–229.
- [5] Mirobitov, M., Umarova, V. K., & Primkulov, M. T. (2024). Sholi sellulozasi va mikrokrystallik sellulozasi xossalarini o'rganish. Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali, (3), 139–146.
- [6] Primkulov, M. T., Baxtiyorov, Q., & Umarova, V. K. (2024). Qamish mikrokrystall sellulozasi: olinishi, xossasi, strukturasi va kompozitsion pressmaterial olish. Research and Innovations, 2(3), 66–74.
- [7] Primkulov, M. T., Komilova, Sh. A., & Umarova, V. K. (2025). Bug'doy somonidan selluloza va mikrokrystall selluloza olish. Tadqiqot va taraqqiyot jurnali, 2(3), 14–23.
- [8] Марченко, Г. Н., Нугманов, О. К., Шакиров, Р. И., & Дебердеев, Р. Я. (2017). Структурно-химические свойства целлюлозы и её аналогов. Казань: Печат-Сервис-XXI век.
- [9] Таранов, М. А. (2008). Возобновляемые энергоносители для автономного энергообеспечения. Механизация и электрификация сельского хозяйства, (8), 2–3.
- [10] Непенин, Н. Н., & Непенин, Ю. Н. (1994). Технология целлюлозы. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы (Т. 3). Москва.
- [11] Пен, Р. З., Каретникова, Н. В., Вшивкова, И. А., & Шапиро, И. Л. (2015). Свойства пероксидной целлюлозы из однолетних растений. Химия растительного сырья, (2), 37–42.
- [12] Поконова, Ю. В. (2002). Сырьё и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Санкт-Петербург: Мир и Семья, Профессионал.