QISHLOQ XO‘JALIGI CHIQINDILARIDAN SELLYULOZA AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASI

Abdumalikova Zarnigor Komil qizi
Ayubova Indira Xamidovna
Jumayev Anvarbek Abdumurod o‘g‘li
Muradov Botir Xayat
Tashkent state technical university

Abstrakt. Qishloq xo‘jaligi faoliyati natijasida hosil bo‘ladigan o‘simlik chiqindilari ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim resurs hisoblanadi. Baqlajon (Solanum melongena) va qalampir (Capsicum annuum) yetishtirish jarayonida katta miqdorda poya qoldiqlari hosil bo‘ladi va ular odatda utilizatsiya qilinmaydi. Ushbu tadqiqot ishida mazkur agro-chiqindilarni qayta ishlash orqali ulardan sellyuloza ajratib olish imkoniyati o‘rganildi. Sellyuloza ajratish jarayoni ishqoriy muhitda olib borildi hamda poyalarni oldindan tayyorlash, kimyoviy ishlov berish va yakuniy mahsulotni ajratish bosqichlari batafsil tavsiflandi. Tadqiqot natijalari baqlajon va qalampir poyalarining lignosellyulozali biomassa sifatida sellyuloza olish uchun istiqbolli xomashyo bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi. Olingan natijalar agro-chiqindilarni qayta ishlash va ularni qiymatli biomateriallarga aylantirish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Kirish. So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining kengayishi natijasida turli xil o‘simlik qoldiqlari va agro-chiqindilar hajmi sezilarli darajada ortib bormoqda. O‘simlik poyalari, barglari va boshqa qoldiqlar ko‘pincha hosil yig‘ib olingandan so‘ng foydalanilmay qoladi yoki yoqib yuboriladi. Bunday amaliyot esa atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, tuproq va havo ifloslanishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli qishloq xo‘jaligi chiqindilarini qayta ishlash va ulardan qiymatli mahsulotlar olish masalasi bugungi kunda dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. O‘simlik qoldiqlari lignosellyulozali biomassa manbai sifatida muhim bo‘lib, ular tarkibida sellyuloza, gemitsellyuloza va lignin kabi tabiiy polimerlar mavjud.

Lignosellyulozali biomassa tarkibidagi asosiy komponentlardan biri bo‘lgan sellyuloza tabiatda eng keng tarqalgan organik polimerlardan biri hisoblanadi. Sellyuloza yuqori mexanik mustahkamlikka, biologik parchalanish xususiyatiga hamda ekologik xavfsizligiga ega bo‘lgani sababli turli sohalarda keng qo‘llaniladi. Xususan, qog‘oz va to‘qimachilik sanoati, kompozit materiallar ishlab chiqarish, bioplastiklar, sorbentlar va boshqa ko‘plab sohalarda sellyuloza asosiy xomashyo sifatida ishlatiladi. Shuning uchun arzon va qayta tiklanadigan manbalardan sellyuloza olish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda sellyuloza olish uchun ko‘pincha yog‘och xomashyosi yoki maxsus texnik ekinlardan foydalaniladi. Biroq bu usullar ba’zi hollarda iqtisodiy jihatdan qimmatga tushishi yoki tabiiy resurslardan haddan tashqari foydalanishga olib kelishi mumkin. Shu sababli ilmiy tadqiqotlarda qishloq xo‘jaligi chiqindilarini sellyuloza manbai sifatida o‘rganish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Turli o‘simlik qoldiqlari, jumladan, somon, makkajo‘xori poyasi, sholi po‘stlog‘i, meva-sabzavot qoldiqlari kabi biomassa turlari sellyuloza olish uchun istiqbolli manbalar sifatida ko‘rib chiqilmoqda.

Sabzavot ekinlari orasida baqlajon (Solanum melongena) va qalampir (Capsicum annuum) dunyoning ko‘plab mamlakatlarida keng yetishtiriladigan ekinlar hisoblanadi. Ushbu o‘simliklar Osiyo, Yevropa va Amerika qit’alarining ko‘plab hududlarida qishloq xo‘jaligi mahsuloti sifatida muhim o‘rin egallaydi. Baqlajon asosan issiq iqlimli hududlarda keng tarqalgan bo‘lib, Hindiston, Xitoy, Turkiya,

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

Eron va O‘rta Osiyo mamlakatlarida keng yetishtiriladi. Qalampir esa sabzavot yetishtirish tizimida muhim ekinlardan biri bo‘lib, ko‘plab mamlakatlarda oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llaniladi.



1-rasm. Sellyuloza ajratish tajribasida foydalanilgan lignosellyulozali agro-chiqindi namunalarining umumiy ko‘rinishi:
a) baqlajon (Solanum melongena) poyasi;
b) qalampir (Capsicum annuum) poyasi.

O‘zbekiston sharoitida ham baqlajon va qalampir yetishtirish keng tarqalgan. Mamlakatimizning iqlim sharoiti ushbu sabzavot ekinlarini yetishtirish uchun qulay hisoblanadi. Har yili katta maydonlarda baqlajon va qalampir ekinlari yetishtiriladi va natijada sezilarli miqdorda o‘simlik qoldiqlari hosil bo‘ladi. Hosil yig‘ib olingandan so‘ng o‘simliklarning poya qismi ko‘pincha qishloq xo‘jaligi chiqindisi sifatida qoladi. Ushbu qoldiqlar ko‘pincha foydalanilmasdan tashlab yuboriladi yoki yoqib yuboriladi, bu esa ekologik muammolarni keltirib chiqarishi mumkin.

Baqlajon va qalampir poyalari lignosellyulozali biomassa bo‘lib, ularning tarkibida sellyuloza muhim ulushni tashkil etadi. Shu sababli bunday agro-chiqindilarni qayta ishlash orqali ulardan sellyuloza ajratib olish mumkin. Bu esa bir tomondan chiqindilarni kamaytirishga yordam bersa, ikkinchi tomondan esa arzon va qayta tiklanadigan xomashyo manbai yaratadi. Qishloq xo‘jaligi chiqindilarini qayta ishlash orqali sellyuloza olish ekologik jihatdan barqaror texnologiyalarni rivojlantirishda muhim rol o‘ynaydi.

Sellyuloza ajratishning turli usullari mavjud bo‘lib, ular orasida kimyoviy ishlov usullari keng qo‘llaniladi. Xususan, ishqoriy muhitda ishlov berish lignosellyulozali biomassa tarkibidagi lignin va gemitsellyulozani qisman olib tashlash imkonini beradi. Natijada o‘simlik materialidan sellyuloza fraksiyasini ajratib olish mumkin bo‘ladi. Ishqoriy ishlov usuli texnologik jihatdan nisbatan sodda va samarali bo‘lib, ko‘plab lignosellyulozali biomassa turlarini qayta ishlashda qo‘llaniladi.

Baqlajon va qalampir poyalaridan sellyuloza ajratib olish nafaqat agro-chiqindilarni qayta ishlash imkonini beradi, balki qimmatli biomaterial manbaini ham yaratadi. Olingan sellyuloza turli ilmiy va sanoat yo‘nalishlarida qo‘llanilishi mumkin. Shu sababli ushbu o‘simlik qoldiqlarini lignosellyulozali biomassa sifatida o‘rganish ilmiy jihatdan muhim hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi baqlajon va qalampir poyalarini qishloq xo‘jaligi chiqindisi sifatida baholash hamda ishqoriy ishlov usuli yordamida ulardan sellyuloza ajratib olish jarayonini o‘rganishdan iboratdir. Ushbu tadqiqot natijalari agro-chiqindilarni qayta ishlashning yangi

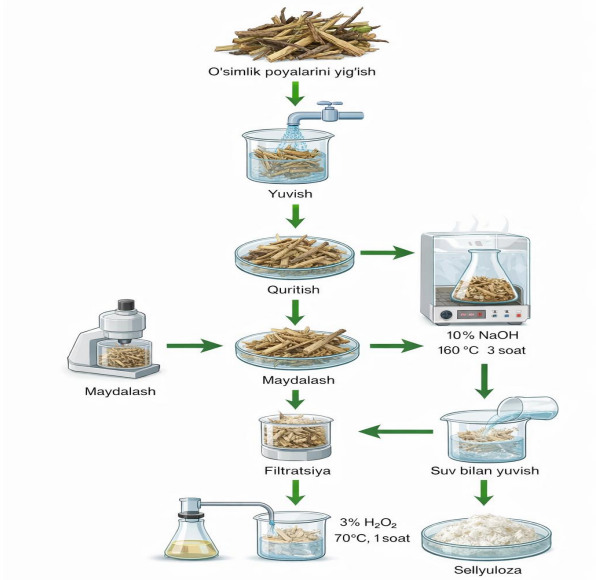
© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

imkoniyatlarini ko‘rsatish bilan birga, o‘simlik biomassa resurslaridan samarali foydalanish yo‘nalishlarini ham ochib berishi mumkin.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot ishida xomashyo sifatida baqlajon (*Solanum melongena*) va qalampir (*Capsicum annuum*) o‘simliklarining poya qoldiqlari ishlatildi. O‘simlik poyalari Toshkent viloyatidagi qishloq xo‘jaligi maydonlaridan hosil yig‘ib olingandan so‘ng yig‘ib olindi. Yig‘ilgan biomassa dastlab tuproq, chang va boshqa mexanik aralashmalardan tozalash maqsadida oqayotgan suvda yaxshilab yuvildi. Shundan so‘ng namuna tarkibida qolgan mayda zarrachalarni yo‘qotish uchun distillangan suv bilan yana bir marotaba yuvish jarayoni amalga oshirildi. Yuvilgan biomassa xona haroratida tabiiy sharoitda 48 soat davomida quritildi.

Quritilgan o‘simlik poyalari laboratoriya maydalagich yordamida maydalanib, taxminan 1–2 sm o‘lchamdagi bo‘lakchalarga ajratildi. Tajriba jarayonida har bir o‘simlik turidan alohida namunalar tayyorlandi. Har bir tajriba uchun 100 g miqdorda quritilgan va maydalangan biomassa tortib olindi. Tayyorlangan biomassa yuqori haroratga chidamli laboratoriya idishlariga joylashtirildi.

Sellyuloza ajratish jarayoni ishqoriy muhitda kimyoviy ishlov berish orqali amalga oshirildi. Buning uchun 10 % li natriy gidroksid (NaOH) eritmasi tayyorlandi. Ishqoriy eritma tayyorlash uchun 100 g NaOH moddasini 1000 ml distillangan suvda eritish orqali eritma hosil qilindi. Tayyorlangan 10 % li ishqoriy eritmadan 800 ml miqdorda olinib, 100 g maydalangan o‘simlik biomassa ustiga qo‘shildi. Hosil bo‘lgan aralashma kimyoviy reaksiyaga chidamli idishlarga joylashtirildi.



2-rasm. Baqlajon va qalampir poyalaridan ishqoriy ishlov yordamida sellyuloza ajratib olish jarayonining sxematik ko’rinishi.

2-rasm. Baqlajon va qalampir poyalaridan ishqoriy ishlov yordamida sellyuloza ajratib olish jarayonining sxematik ko‘rinishi.

Biomassaga ishqoriy ishlov berish jarayoni laboratoriya pechida yuqori harorat sharoitida olib borildi. Buning uchun tayyorlangan aralashma 160 °C haroratda 3 soat davomida qizdirildi. Ushbu jarayon davomida o‘simlik biomassa tarkibidagi lignin va gemitsellyuloza komponentlarining bir qismi ishqoriy eritma ta’sirida parchalanib eritmaga o‘tadi, natijada sellyuloza tolalari nisbatan tozalangan holda ajralib chiqadi. Yuqori harorat va ishqoriy muhit lignosellyulozali tuzilmani parchalashda muhim rol o‘ynaydi.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

Issiqlik bilan ishlov berish bosqichi yakunlangandan so‘ng reaksiya aralashmasi xona haroratigacha sovitildi. Sovigan aralashma filtratsiya usuli yordamida suyuq va qattiq fazalarga ajratildi. Ajratib olingan tolali qattiq faza bir necha marotaba distillangan suv bilan yuvildi. Yuvish jarayoni eritma tarkibidagi ishqor qoldiqlarini maksimal darajada yo‘qotish maqsadida bir necha bosqichda amalga oshirildi.

Keyingi bosqichda tolali material rangini ochartirish hamda lignin qoldiqlarini kamaytirish maqsadida kimyoviy Oqartirish jarayoni bajarildi. Oqartirish uchun 3 % li vodorod peroksid (H_2O_2) eritmasidan foydalanildi. Oqartirish jarayonida tolali biomassa ustiga 200 ml miqdorda 3 % li vodorod peroksid eritmasi qo‘shildi. Aralashma 70 °C haroratda 1 soat davomida issiqlik bilan ishlov berildi. Oqartirish jarayonida tolali materialning rangi sezilarli darajada ochardi va sellyuloza tolalari yanada tozalangan holga keldi.

Oqartirish jarayoni yakunlangandan so‘ng tolali material yana distillangan suv bilan bir necha marotaba yuvildi. Yuvilgan biomassa filtratsiya orqali ajratilib, ortiqcha suvdan tozalandi. So‘ngra namuna quritish bosqichiga o‘tkazildi. Quritish jarayoni laboratoriya quritish shkafida 60 °C haroratda 12 soat davomida olib borildi. Quritish jarayonidan so‘ng olingan oq rangga yaqin tolali mahsulot sellyuloza materiali sifatida qabul qilindi.

Ushbu usul yordamida baqlajon va qalampir poyalaridan ishqoriy kimyoviy ishlov orqali sellyuloza ajratib olish jarayoni amalga oshirildi. Olingan sellyuloza keyingi ilmiy tadqiqotlar uchun biomaterial sifatida foydalanish imkoniyatiga ega.

Natijalar va muhokama. Tadqiqot jarayonida baqlajon (*Solanum melongena*) va qalampir (*Capsicum annuum*) poyalari lignosellyulozali biomassa manbai sifatida o‘rganildi. O‘simlik poyalari qishloq xo‘jaligi faoliyati natijasida hosil bo‘ladigan agro-chiqindilar qatoriga kiradi va ko‘pincha amaliy jihatdan foydalanilmasdan qoladi. Biroq ushbu biomassa tarkibi o‘rganilganda uning tarkibida katta miqdorda tabiiy polimerlar, xususan sellyuloza mavjudligi aniqlanadi. Lignosellyulozali biomassa tarkibining asosiy qismini sellyuloza, gemitsellyuloza va lignin tashkil etadi. Ilmiy adabiyotlarda sabzavot poyalari tarkibida sellyuloza miqdori odatda 35–45 % atrofida, gemitsellyuloza miqdori 20–30 %, lignin esa 15–25 % atrofida bo‘lishi qayd etilgan.

Baqlajon va qalampir poyalari tarkibiy jihatdan o‘xshash lignosellyulozali biomassa hisoblanadi. Baqlajon poyasida sellyuloza ulushi taxminan 38–42 % ni tashkil etishi mumkin, lignin miqdori esa 18–22 % oralig‘ida bo‘lishi ehtimol qilinadi. Qalampir poyasida esa sellyuloza miqdori biroz pastroq bo‘lib, taxminan 35–40 % ni tashkil etishi mumkin, lignin miqdori esa o‘rtacha 20 % atrofida bo‘lishi mumkin. Ushbu ko‘rsatkichlar baqlajon va qalampir poyalarini sellyuloza olish uchun mos lignosellyulozali xomashyo sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi.

Tadqiqot jarayonida ishqoriy muhitda kimyoviy ishlov berish usuli qo‘llanildi. Natriy gidroksid eritmasi lignosellyulozali biomassa tarkibidagi lignin va gemitsellyuloza komponentlariga ta’sir ko‘rsatib, ularning bir qismini eritmaga o‘tkazadi. Natijada o‘simlik tolalarining asosiy strukturaviy komponenti bo‘lgan sellyuloza tolalari nisbatan tozalangan holatda ajralib chiqadi. Ishqoriy ishlov jarayonida ligninning katta qismi eritmaga o‘tishi natijasida biomassa tarkibidagi sellyuloza ulushi ortadi. Bu esa sellyuloza tolalarining yanada aniqroq ajralib chiqishiga olib keladi.

Ishqoriy ishlov jarayonidan so‘ng biomassa rangida sezilarli o‘zgarish kuzatildi. Dastlabki xomashyo ko‘proq jigarrang yoki to‘q rangli bo‘lib, bu lignin va boshqa organik komponentlarning mavjudligi bilan bog‘liq. Kimyoviy ishlov berish jarayonida ushbu komponentlarning bir qismi parchalanib eritmaga o‘tadi, natijada tolali materialning rangi ochroq tusga kiradi. Oqartirish jarayoni

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

amalga oshirilgandan so‘ng esa tolali material yanada och rangga ega bo‘lib, sellyuloza tolalarining tozalangan holati shakllanadi.

Olingan tolali materialning tuzilishi sellyuloza tolalariga xos bo‘lgan fibrillyar struktura bilan tavsiflanadi. Bunday tolalar tabiiy polimer sifatida yaxshi mexanik xususiyatlarga ega bo‘lib, ular turli xil materiallar ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin. Sellyuloza tolalari yuqori mexanik mustahkamlik, past zichlik va biologik parchalanish xususiyatiga ega bo‘lgani sababli ekologik materiallar ishlab chiqarishda muhim xomashyo hisoblanadi.

Bugungi kunda plastik qadoqlash materiallari atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan asosiy omillardan biri hisoblanadi. Plastik materiallar tabiiy sharoitda juda sekin parchalanadi va uzoq vaqt davomida ekologik muhitda saqlanib qoladi. Shu sababli plastik qadoqlash materiallariga ekologik muqobil bo‘la oladigan biologik parchalanadigan materiallarni ishlab chiqish ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tabiiy polimerlar, xususan sellyuloza asosidagi materiallar bunday muqobil variant sifatida katta qiziqish uyg‘otmoqda.

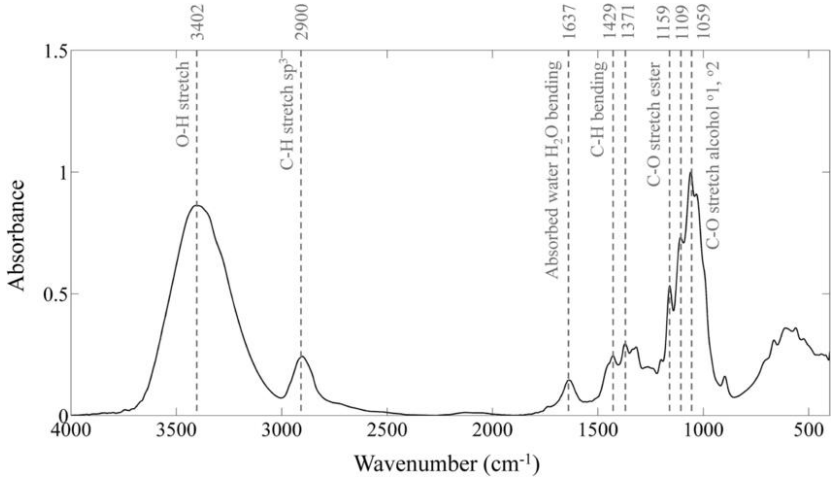
Baqlajon va qalampir poyalaridan olingan sellyuloza tolalari bioasosli qadoqlash materiallarini ishlab chiqishda istiqbolli xomashyo sifatida ko‘rib chiqilishi mumkin. Sellyuloza tolalari tabiiy polimer bo‘lib, ular plyonka hosil qilish xususiyatiga ega. Sellyuloza asosidagi plyonkalar biologik parchalanish xususiyatiga ega bo‘lib, ular atrof-muhit uchun xavfsiz hisoblanadi. Shu sababli bunday materiallar plastik qadoqlash materiallariga ekologik jihatdan maqbul alternativa bo‘lishi mumkin.

Bundan tashqari, sellyuloza tolalari boshqa tabiiy polimerlar bilan birgalikda kompozit materiallar hosil qilish xususiyatiga ham ega. Masalan, sellyuloza kraxmal yoki boshqa biopolimerlar bilan aralashtirilganda bioasosli plyonkalar hosil qilish mumkin. Bunday kompozit materiallar oziq-ovqat mahsulotlarini qadoqlashda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan ekologik materiallar hisoblanadi. Ushbu materiallarning asosiy afzalligi ularning biologik parchalanish xususiyatiga ega ekanligidir.

Qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan sellyuloza olish orqali bioasosli qadoqlash materiallarini ishlab chiqish ikki tomonlama foyda beradi. Birinchidan, qishloq xo‘jaligi chiqindilarining hajmini kamaytirish imkonini beradi. Ikkinchidan, arzon va qayta tiklanadigan xomashyo asosida ekologik toza materiallar ishlab chiqarish imkonini yaratadi. Shu sababli baqlajon va qalampir poyalarini lignosellyulozali biomassa manbai sifatida qayta ishlash va ulardan sellyuloza olish ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim yo‘nalish hisoblanadi.

Shunday qilib, o‘tkazilgan tadqiqot natijalari baqlajon va qalampir poyalari sellyuloza olish uchun istiqbolli lignosellyulozali xomashyo ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu biomassa turidan ajratib olingan sellyuloza kelgusida biologik parchalanadigan qadoqlash materiallari ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan muhim tabiiy polimer manbai sifatida qaraladi.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.



3-rasm. Baqlajon va qalampir poyalaridan olingan sellyulozaning FTIR spektri.

FTIR spektr tahlili natijalariga ko‘ra 3402 cm^{-1} da keng O–H stretching piki, 2900 cm^{-1} da C–H stretching piki hamda 1159–1059 cm^{-1} oralig‘ida C–O–C va C–O bog‘lariga tegishli piklarning mavjudligi sellyuloza strukturasiga xos ekanligini ko‘rsatadi. Bu natijalar baqlajon va qalampir poyalaridan ishqoriy ishlov orqali ajratib olingan material sellyulozaga boy ekanligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot ishida baqlajon (*Solanum melongena*) va qalampir (*Capsicum annuum*) poyalarining qishloq xo‘jaligi chiqindisi sifatida sellyuloza olish uchun istiqbolli lignosellyulozali biomassa manbai ekanligi o‘rganildi. Tadqiqot davomida ushbu o‘simlik poyalaridan sellyuloza ajratib olish jarayoni ishqoriy muhitda amalga oshirildi. O‘simlik biomassa namunalariga natriy gidroksid eritmasi bilan yuqori harorat sharoitida ishlov berish natijasida lignin va gemitsellyulozaning bir qismi eritmaga o‘tib, sellyuloza tolalari nisbatan tozalangan holda ajralib chiqdi.

FTIR (infraqizil spektroskopiya) tahlili natijalari olingan material tarkibida sellyulozaga xos bo‘lgan funksional guruhlar mavjudligini tasdiqladi. Xususan, spektrda 3400 cm^{-1} atrofida O–H guruhlariga tegishli keng pik, 2900 cm^{-1} da C–H tebranishlari hamda 1159–1059 cm^{-1} oralig‘ida C–O–C va C–O bog‘lariga tegishli piklarning mavjudligi sellyuloza strukturasi shakllanganligini ko‘rsatdi. Bu natijalar ishqoriy ishlov jarayonining lignosellyulozali biomassa tarkibidan sellyuloza fraksiyasini ajratib olishda samarali ekanligini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar baqlajon va qalampir poyalari sellyuloza olish uchun mos agro-chiqindi manbai ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu biomassa turidan ajratib olingan sellyuloza tabiiy polimer sifatida turli ekologik materiallar ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin. Xususan, bunday sellyuloza asosida biologik parchalanadigan bioasosli qadoqlash materiallari ishlab chiqish imkoniyati mavjud.

Shunday qilib, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan sellyuloza ajratib olish bir tomondan chiqindilar hajmini kamaytirishga xizmat qilsa, ikkinchi tomondan ekologik xavfsiz va qayta tiklanadigan biomateriallar ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo manbaini yaratadi. Baqlajon va qalampir poyalarini qayta ishlash orqali olingan sellyuloza kelajakda ekologik toza qadoqlash materiallari ishlab chiqarishda foydalanilishi mumkin bo‘lgan istiqbolli tabiiy polimer manbai hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Egamberdiev E., Khaydullaev K., Shomurodov D., Atakhodjaev A. Application of waste paper in composite materials based on mineral fibers. *E3S Web of Conferences.* 2024, 497, 02026.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

2. Abdubositkhuja A., Khaydullaeva R., Shomurodov D., Ergashev Y., Akmalova G. Use of composite flocculants based on carboxymethylcellulose and polyethylenepolyamine in the removal of metal ions from wastewater. *Universum: Technical Sciences.* 2025, 10(135), 5–11.
3. Egamberdiev E., Ergashev Y., Turabdjanov S., Abdumavlyanova M. Effect of chitosan on the surface properties of cellulose-based paper obtained from the flax plant. *E3S Web of Conferences.* 2023, 371, 01010.
4. Murodov M., Rahmanberdiev G., Khalikov M., Egamberdiev E. Endurance of high molecular weight carboxymethyl cellulose in corrosive environments. *6th International Conference on Times of Polymers and Composites.* 2012.
5. Ergashev Y., Egamberdiev E., Mirkhodjaeva D., Akmalova G., Umarova M. Obtaining a filter material used in gas and air purification. *E3S Web of Conferences.* 2023, 371, 01012.
6. Klemm D., Heublein B., Fink H.P., Bohn A. Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie International Edition.* 2005, 44, 3358–3393.
7. Habibi Y., Lucia L.A., Rojas O.J. Cellulose nanocrystals: chemistry, self-assembly and applications. *Chemical Reviews.* 2010, 110, 3479–3500.
8. Sun R., Tomkinson J. Comparative study of lignins isolated by alkali and ultrasound-assisted alkali extractions from wheat straw. *Ultrasonics Sonochemistry.* 2002, 9, 85–93.
9. Peng F., Peng P., Xu F., Sun R. Fractional purification and bioconversion of hemicelluloses. *Biotechnology Advances.* 2012, 30, 879–903.
10. Poletto M., Ornaghi H., Zattera A. Native cellulose: Structure, characterization and thermal properties. *Materials.* 2014, 7, 6105–6119.
11. John M.J., Thomas S. Biofibres and biocomposites. *Carbohydrate Polymers.* 2008, 71, 343–364.
12. Hubbe M.A., Rojas O.J., Lucia L.A., Sain M. Cellulosic nanocomposites: a review. *BioResources.* 2008, 3(3), 929–980.
13. Li X., Tabil L.G., Panigrahi S. Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber-reinforced composites. *Journal of Polymers and the Environment.* 2007, 15, 25–33.
14. Siqueira G., Bras J., Dufresne A. Cellulose whiskers versus microfibrils: Influence of the nature of the nanoparticle and its surface functionalization on nanocomposite properties. *Biomacromolecules.* 2009, 10, 425–432.
15. Azizi Samir M.A.S., Alloin F., Dufresne A. Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application in nanocomposite field. *Biomacromolecules.* 2005, 6, 612–626.
16. Thakur V.K., Thakur M.K., Raghavan P., Kessler M.R. Progress in green polymer composites from lignin for multifunctional applications. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering.* 2014, 2, 1072–1092.
17. Isikgor F.H., Becer C.R. Lignocellulosic biomass: a sustainable platform for production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry.* 2015, 6, 4497–4559.
18. Rosa S.M.L., Rehman N., de Miranda M.I.G., Nachtigall S.M.B., Bica C.I.D. Chlorine-free extraction of cellulose from rice husk and whisker isolation. *Carbohydrate Polymers.* 2012, 87, 1131–1138.
19. Kargarzadeh H., Mariano M., Gopakumar D., Ahmad I., Thomas S., Dufresne A., Huang J., Lin N. Advances in cellulose nanomaterials. *Cellulose.* 2018, 25, 2151–2189.
20. Abdul Khalil H.P.S., Davoudpour Y., Islam M.N., Mustapha A., Sudesh K., Dungani R., Jawaid M. Production and modification of nanofibrillated cellulose using various mechanical processes: a review. *Carbohydrate Polymers.* 2014, 99, 649–665.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.