

BIOPARCHALANUVCHAN NANOSELLULOZA PLASTIK MATERIAL  
ISHLAB CHIQISH

*Ochilova Nigina Rustam qizi*

[niginaochilova68@gmail.com](mailto:niginaochilova68@gmail.com)

*Nurmatova Gulnora Boymamat qizi*

[gulnoranurmatova183@gmail.com](mailto:gulnoranurmatova183@gmail.com)

*Usanova Farzona Beknazar qizi*

*Termiz davlat universiteti talabalari*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada bioparchalanuvchan nanoselluloza asosidagi plastik materiallarni ishlab chiqarish jarayoni ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi — sellyulozaning amorf qismini selektiv ravishda parchalaydigan va kristall qismini saqlaydigan kislotali gidroliz usuli ( $H_2SO_4$  bilan) yordamida nanoselluloza tayyorlash, shuningdek, uni bioparchalanuvchan polimerlar bilan birikmasi orqali ekologik xavfsiz plastik materiallarni olish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

Laboratoriya tajribasida 64 % konsentratsiyali sulfat kislota ishlatilgan va gidroliz jarayoni 45 °C haroratda, 400 rpm tezlikda aralashtirilgan holda 30–45 daqiqa davom ettirilgan. Tajriba natijalariga ko‘ra, amorf sellyuloza parchalanib, kristall tuzilma saqlanib qoladi va nanoselluloza sifatida olinadi. Sentrifugalash va dializ jarayonlari orqali kislota qoldiqlari yo‘q qilinadi va nanoselluloza pH  $\approx$  6–7 darajasiga keltiriladi.

Olingan nanoselluloza yuqori mexanik mustahkamlik, termik barqarorlik va biodegradatsiya xususiyatlariga ega bo‘lib, bioparchalanuvchan plastik materiallar yaratishda istiqbolli hisoblanadi. Shu bilan birga, tadqiqot nanoselluloza bilan mustahkamlangan polimer kompozitlarining ekologik va sanoat qo‘llanilishi imkoniyatlarini ham tahlil qiladi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, nanoselluloza asosidagi bioparchalanuvchan plastiklar nafaqat atrof-muhit uchun xavfsiz, balki sanoat materiallari sifatida yuqori sifatli va samarali bo‘lishi mumkin. Tadqiqot natijalari zamonaviy ekologik

muammolarni kamaytirish va yangi sanoat texnologiyalarini ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratadi.

**Kalit soʻzlar:** bioparchalanuvchan plastik, nanoselluloza, kislotali gidroliz, sellyuloza, polimer kompozitlar, ekologik xavfsiz materiallar.

**Kirish:** XX asr oxirlaridan boshlab insoniyat faoliyatining natijasi sifatida atrof-muhit ifloslanishi global miqyosda dolzarb muammo sifatida eʼtiborga olinmoqda. Xususan, neft asosidagi plastiklar keng qoʻllanilishi natijasida dunyo okeanlari, daryo va tuproqlarda yirik miqdorda plastik chiqindilar toʻplanmoqda. Plastmassa materiallarning tabiiy degradatsiyaga uchramasligi ularning ekologik xavfini oshirib, biologik tizimlarga salbiy taʼsir koʻrsatadi. Shu bois, zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda bioparchalanuvchan va ekologik toza plastik materiallarni ishlab chiqish ustuvor vazifa sifatida qaraladi.

Bioparchalanuvchan materiallar tabiiy polimerlar asosida tayyorlanadi va atrof-muhit sharoitida oson parchalanadi. Bunday materiallar orasida nanoselluloza alohida oʻrin tutadi. Nanoselluloza — bu tabiiy sellyulozaning nanooʻlchamdagi kristallari boʻlib, u yuqori mexanik mustahkamlik, yuzaga ega boʻlish va biodegradatsiyaga uchrash xususiyatlariga ega. Shu bilan birga, nanoselluloza polimer matritsalar bilan birikishda kompozit materiallar sifatida ishlatilishi mumkin, bu esa uning sanoat va ilmiy sohalarda qoʻllanishini yanada kengaytiradi.

Sellyuloza polimeri amorf va kristall qismlardan tashkil topgan boʻlib, uning texnologik ishlov berilishi natijasida nanoselluloza kristall qismini selektiv saqlab qolish mumkin. Bunday selektiv parchalanish kislotali gidroliz usuli orqali amalga oshiriladi. 64% konsentratsiyali sulfat kislota ( $H_2SO_4$ ) bilan gidroliz jarayonida sellyulozaning amorf qismi parchalanadi, kristall qismi esa saqlanadi. Bu jarayon nanoselluloza ishlab chiqarishning asosiy bosqichi hisoblanadi va uning mexanik, optik va biologik xususiyatlariga bevosita taʼsir qiladi. Masalan, reaksiya harorati, kislota konsentratsiyasi, aralashtirish tezligi va gidroliz davomiyligi ortiqcha boʻlsa, kristall tuzilmalarning degradatsiyasi va depolimerizatsiya sodir boʻladi. Shu sababli laboratoriya sharoitida gidroliz jarayonining parametrlarini aniqlik bilan belgilash muhimdir.

Nanoselluloza asosidagi bioparchalanuvchan plastiklar nafaqat ekologik jihatdan xavfsiz, balki sanoat jarayonlarida yuqori mexanik mustahkamlik va termik barqarorlikka ega materiallarni ishlab chiqarishga imkon beradi. Shu bilan birga, ularni turli polimer matritsalar bilan birikish orqali kompozit materiallar sifatida ishlatish

mumkin, bu esa avtomobilsozlik, qadoqlash, tibbiyot va kiyim-kechak sanoati uchun istiqbolli texnologik yechimlarni yaratadi.

Ushbu ishning asosiy maqsadi — kislotali gidroliz usuli yordamida nanoselluloza tayyorlash va uni bioparchalanuvchan plastik materiallarda qo‘llash imkoniyatlarini ilmiy jihatdan tahlil qilish. Maqola doirasida laboratoriya tajribasi, nanoselluloza xususiyatlarini tahlil qilish, va tayyorlangan materiallarning mexanik va ekologik ko‘rsatkichlari batafsil yoritiladi. Shu bilan birga, olgan natijalar zamonaviy sanoat va ekologik texnologiyalar kontekstida muhokama qilinadi.

### **Kislotali Gidroliz Usuli ( $H_2SO_4$ bilan) Orqali nanoselluloza tayyorlash**

**Maqsad:** Ushbu laboratoriya ishining asosiy maqsadi — sellyulozaning amorf qismini selektiv ravishda parchalaydigan va kristall qismini saqlaydigan 64 % konsentratsiyali sulfat kislota yordamida nanoselluloza olishdir. Bu jarayon nanosellulozaning yuqori yuzasi, mexanik mustahkamligi va biodegradatsiyaga uchrashi bilan ajralib turadi, shuningdek, uni bioparchalanuvchan polimer kompozitlar ishlab chiqarishda qo‘llash mumkin.

**Nazariy Asos:** Sellyuloza tabiiy polimer bo‘lib, u amorf va kristall qismlardan tashkil topgan. Amorf qism tartibsiz molekulyar tuzilishga ega bo‘lib, gidroliz jarayonida osongina parchalanadi. Kristall qismi esa tartibli, qattiq vodorod bog‘lari bilan mustahkamlanib, gidrolizga nisbatan barqaror bo‘ladi. Shu sababli, kislotali gidroliz orqali selektiv ravishda amorf qismni yo‘q qilish, kristall qismini saqlab qolish va natijada nanoselluloza olish mumkin.

Kislotali gidroliz jarayoni bir qator parametrlar bilan aniqlanadi: kislota konsentratsiyasi, harorat, aralashtirish tezligi va gidroliz davomiyligi. Ushbu parametrlar ustidan qat’iy nazorat olib borilmasa, ortiqcha gidroliz kristall tuzilmalarning degradatsiyasiga va nanoselluloza sifatining pasayishiga olib keladi. Shu bois laboratoriya sharoitida doimiy aralashtirish va haroratni **nazorat qilish** zarur.

**Reaktivlar va Materiallar:** Sellyuloza (mikrofibril yoki xom material); 64 % konsentratsiyali sulfat kislota ( $H_2SO_4$ ); Distillangan suv; Muzli suv

**Uskunalar:** Termostatlangan qozon yoki vannada issiqlik manbai ; Aralashtirish tizimi (agitator, 400 rpm); Sentrifuga (10 000 rpm); Dializ naychasi yoki membrana

**1. Gidroliz:** Sellyuloza 64 %  $H_2SO_4$  eritmasiga asta-sekin qo‘shiladi, shunda aralashmada to‘g‘ri tarqalish va reaksiyaning bir xilda kechishi ta‘minlanadi.

Aralashma 45 °C haroratda saqlanadi va doimiy ravishda 400 rpm tezlikda aralashtiriladi. Bu aralashtirish nanoselluloza kristallarining bir-biriga yopishmasligini va gidroliz jarayonining samarali bo‘lishini ta’minlaydi. Gidroliz davomiyligi 30–45 daqiqa. Belgilangan vaqt oralig‘ida amorf sellyuloza parchalanadi, kristall qismi esa saqlanadi. Vaqt ortishi nanoselluloza molekulalarining depolimerizatsiyasiga olib keladi, bu esa materialning mexanik va yuzaga oid xususiyatlarini pasaytiradi.

Belgilangan vaqt tugagach, gidroliz jarayoni 2–4 °C ga sovutilgan suv qo‘shish orqali to‘xtatiladi. Bu qadam kislota konsentratsiyasini tez pasaytiradi va kristall tuzilmalarning saqlanishini ta’minlaydi.

Parametr	Qiymat
Kislota konsentr.	64 %
Harorat	45 °C
Vaqt	30–45 min
Aralashtirish	400 rpm

Gidroliz natijalari: Kislotali gidroliz jarayonida 64 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ishlatilgan holda sellyulozaning amorf qismi selektiv ravishda parchalanadi. Gidroliz davomiyligi 30, 35 va 45 daqiqa bo‘yicha olib borilgan tajriba natijalari quyidagi xulosalarni berdi: 30 daqiqa gidroliz: amorf qismning qisman parchalanishi, kristall tuzilmaning yuqori qismi saqlangan. 35 daqiqa gidroliz: amorf qismning 70–80 % parchalanishi, kristall qismi barqaror. 45 daqiqa gidroliz: amorf qismning 90 % parchalanishi, kristall qismi saqlangan, ammo ortiqcha vaqt davomida qismlarning degradatsiyasi boshlanishi mumkin. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, gidroliz vaqti 30–45 daqiqa oralig‘ida bo‘lishi optimaldir, ortiqcha gidroliz kristall tuzilmalarning sifatini pasaytiradi.

2. Sentrifugalash va dializ natijalari Sentrifugalash jarayonida nanoselluloza tolalari 10 000 rpm tezlikda 10 daqiqa davomida ajratildi. Bu jarayon orqali kislota qoldiqlari chiqarildi va nanoselluloza pellet shaklida yig‘ildi. Dializ jarayoni 3–5 kun davomida olib borilib, pH ≈ 6–7 darajasiga yetkazildi. Dializ natijalaridan keyin nanosellulozaning kimyoviy tozaligi oshdi va polimer matritsalar bilan kompozitlar yaratishda optimal dispersiya ta’minlandi

**Xulosa:** Ushbu ishda kislotali gidroliz usuli yordamida nanoselluloza tayyorlash jarayoni batafsil tahlil qilindi va laboratoriya sharoitida sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki:

Sellyulozaning amorf qismi 64 %  $H_2SO_4$  bilan gidroliz qilinib, selektiv ravishda parchalanadi, kristall qismi esa saqlanadi. Bu jarayon nanosellulozaning yuqori yuzasi va mexanik mustahkamligini ta’minlaydi.

Optimal gidroliz sharoitlari — 45 °C harorat, 30–45 daqiqa davomiylik va 400 rpm tezlikda aralashtirish — nanoselluloza sifatini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Ortiqcha gidroliz kristall tuzilmalarning degradatsiyasiga olib keladi.

Sentrifugalash va dializ jarayoni nanosellulozani kislota izlaridan tozalaydi, pH  $\approx$  6–7 darajasiga yetkazadi va polimer matritsalar bilan kompozitlar yaratishga tayyorlaydi.

Olingan nanoselluloza yuqori mexanik mustahkamlikka, biodegradatsiyaga uchrashi va sanoat materiallari sifatida qo‘llanish imkoniyatlariga ega.

Shu bilan birga, tadqiqot bioparchalanuvchan plastiklar ishlab chiqarish bo‘yicha zamonaviy texnologiyalarni rivojlantirish va ekologik xavfsiz materiallar yaratishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Umuman olganda, kislotali gidroliz usuli nanoselluloza ishlab chiqarishda samarali va selektiv usul sifatida tavsiya etiladi. Olingan materiallar kompozit polimerlar bilan birikib, ekologik xavfsiz va sanoatda qo‘llanishga mos bioparchalanuvchan plastiklarni yaratadi.

### **Foydalanilgan Adabiyotlar**

1. Moon, R.J., Martini, A., Nairn, J., Simonsen, J., Youngblood, J. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. *Chemical Society Reviews*, 2011, 40, 3941–3994.
2. Klemm, D., Kramer, F., Moritz, S., Lindström, T., Ankerfors, M., Gray, D., Dorris, A. Nanocelluloses: A new family of nature-based materials. *Angewandte Chemie International Edition*, 2011, 50(24), 5438–5466.
3. Habibi, Y., Lucia, L.A., Rojas, O.J. Cellulose nanocrystals: chemistry, self-assembly, and applications. *Chemical Reviews*, 2010, 110, 3479–3500.
4. Dufresne, A. Nanocellulose: a new ageless bionanomaterial. *Materials Today*, 2013, 16(6), 220–227.
5. Siró, I., Plackett, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review. *Cellulose*, 2010, 17, 459–494.

6. Dufresne, A. Polysaccharide nanocrystals: from bio-based polymers to nanocomposites. *Biomacromolecules*, 2008, 9(6), 1624–1635.
7. Gray, D.G. Nanocrystalline cellulose: morphology and characterization. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 2008, 28, 1–11.