



## TERMIZ NAVLARI ASOSIDA YARATILGAN POLIMER TOLALARNING ELEKTROSPINNING TEXNOLOGIYASI BO‘YICHA TADQIQI

*Abdurasulova Aziza Shuhratjon qizi*

*Termiz davlat universiteti magistranti*

*Tel.: (99887) 965-1414 e-mail: azizaabdurasulova88@gmail.com*

*Kosimov Asroriddin Sa’diyevich*

*Kimyo fanlari nomzodi, Dotsent*

*Tel.: (99897) 350-1353 e-mail: qosimovasroriddin9@gmail.com*

**Annotatsiya :** Mazkur maqolada elektrospinning texnologiyasi asosida mahalliy tabiiy va sintetik polimerlardan nanotolali noto‘qima materiallar olish bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari yoritilgan. Xususan, xitozan, sellyuloza, ipak fibroini, poliamid kabi polimerlarning eritmalari asosida shakllantirilgan nanotolalarning fizik-kimyoviy xossalari va ularning tibbiyot, ekologiya va elektrotexnika sohalaridagi amaliy qo‘llanilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Shu bilan birga, Surxondaryo viloyatida yaratilgan “Termiz-202” va “Termiz-208” ingichka tolali g‘o‘za navlari asosida olingan tolalarning struktura va xossalarini o‘rganish orqali nanotexnologiyalarga mos polimer manbalarini aniqlashga urinish qilingan. Tadqiqotlarda polimerlarning molekulyar-massaviy tarkibini baholashda gidrodinamik va polyarizatsion-optik metodlardan foydalanilgan. Olingan natijalar yuqori samarali nanofiltrlar, dorivor vosita tashuvchilar va ion almashinish materiallari yaratishda katta amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi.

**Kalit so‘zlar :** *elektrospinning, nanotola, sellyuloza, xitozan, ingichka tolali paxta, Termiz-202, Termiz-208, nanofiltr, polimerlar fizikasi, noto‘qima materiallar*



## RESEARCH OF ELECTROSPINNING TECHNOLOGY OF POLYMER FIBERS CREATED ON THE BASIS OF TERMEZ VARIETIES

*Abdurasulova Aziza Shuhratjon qizi*

*Master's of Termez State University*

*Tel.: (99891) 230-4433 e-mail: azizaabdurasulova88@gmail.com*

*Kosimov Asroriddin Sa'diyevich*

*Doctor of philosophy in Physical Sciences (PhD)*

*Head of the Department of General physics of Termez State University*

*Tel.: (99897) 350-1353 e-mail: qosimovasroriddin9@gmail.com*

*Soatov Nodir Tojiyevich*

*Master's of Termez State University*

*Tel.: (99891) 969- 1769 e-mail: nodirbeksoatov1769@gmail.com*

**Annotatsion :** This article presents the results of research on the production of nanofibrous nonwoven materials based on local natural and synthetic polymers using the electrospinning technology. In particular, nanofibers formed from solutions of polymers such as chitosan, cellulose, silk fibroin, and polyamide were studied in terms of their physicochemical properties and practical applications in medicine, environmental protection, and electrical engineering. Additionally, efforts were made to identify suitable polymer sources for nanotechnology applications by studying the structure and properties of fibers derived from fine-fiber cotton varieties “Termiz-202” and “Termiz-208” developed in the Surkhandarya region. Hydrodynamic and polarization-optical methods were used to assess the molecular weight distribution of the polymers. The findings demonstrate the high potential of these nanofibrous materials for use in high-efficiency nanofilters, drug delivery systems, and ion exchange materials.



**Keywords:** *electrospinning, nanofiber, cellulose, chitosan, fine-fiber cotton, Termiz-202, Termiz-208, nanofilter, polymer physics, nonwoven materials*

## **Kirish**

Polimer mahsulotlarga, ayniqsa, tolali materiallarga bo'lgan ehtiyojning kun sayin ortib borishi paxta, ipak, jun, nitron kabi mahalliy xomashyolarni yanada katta miqdorlarda ishlab chiqarilishiga va ularni qayta ishlashning ilg'or texnologiyalarini, jumladan, nanotexnologiyalarni jalb etishga asos bo'lmoqda. Bunda ilg'or texnologiyalar, xususan, nanotexnologiyalar, ayniqsa elektrospinning usuli asosida yangi tipdagi materiallar yaratish dolzarb hisoblanadi.

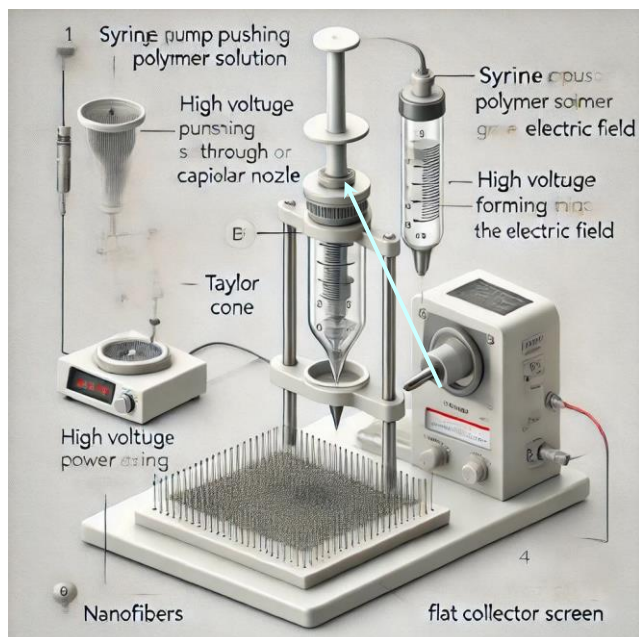
Ma'lumki, tolalar mikroo'lchamli ( $>5 \text{ mkm}$ ) bo'lib, ular molekulyar tuzilishi nanoo'lchamli (diametri  $0,5\div 2,0 \text{ nm}$ , uzunligi  $>100 \text{ nm}$ ) bo'lgan polimer zanjirlarning orientatsion kristallanishi asosida shakllangan bo'ladi. Mikroo'lchamlilardan farqli maxsus fizik kimyoviy va ekspluatatsion xossalarga ega bo'lgan biologik faol nanoo'lchamli tolalarni shakllantirish yuqori texnologik yondashishlarni taqoza etadi va bu borada elektrospinning usuliga asoslangan nanotexnologiyalarni yaratish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Elektrospinning nanotolalarni noto'qima materiallar etib shakllantirishda o'ta samarali bo'lib, unda nanotolalarni solishtirma sirtini kattaligi va fizik kimyoviy faolligi, nanog'ovaklar hosil qilishi bunday materiallarni amaliyotda tibbiy-biologik qoplamalar, nanozarrachali bioelementlarni va dorivor vositalarni tashuvchilar, havo, gazsimon va suyuq moddalarni tozalashda nanofiltrlar, nanosorbentlar sifatida qo'llanishi uchun amaliy qo'llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi. Shuningdek, bu sohada azotda bug'da o'stirilgan polipropilen-uglerodli nanotolali izotaktik kompozitlarning termal degradatsiyasi bo'yicha TGA tadqiqotlari xabar qilingan [1]. Bundan tashqari, DCMC / COL nanotolalarining past va yuqori haroratdagi



barqarorligi o'zaro bog'lanishlarning shakllanishi tufayli COL nanotolalariga qaraganda yaxshiroq edi[2].

### Materiallar va usullar

Uzbekistonda laboratoriya tadqiqotlari uchun yig'ilgan dastlabki elektrospinning qurilmasining fotosurati 1- rasmda keltirilgan.



1-rasm. Laboratoriya tadqiqotlari uchun maxsus yig'ilgan elektrospinning qurilmasi

1- rasm — elektrospinning qurilmasi sxemasi bo'lib, uch asosiy qismlarni: shprits (polimer eritmasi bilan), yuqori kuchlanish manbai va tola yig'uvchi ekran (katod)ni aniq ko'rsatadi. Ya'ni, ushbu elektrospin qurilmasi uch qismdan iborat: birinchi qismda, polimer eritma maxsus shprits filerasidan, ya'ni diametri  $0,5\text{ mm}$  bo'lgan kapillyardan o'rtacha  $1\text{ ml/s}$  hajmiy tezlik bilan siqib chiqariladi. Ikkinchi qismda, kapillyardan chiqayotgan oqimga yuqori kuchlanishli anod toki ( $0,5 \div 50\text{ kV}$  diapazonida bo'lishi mumkin) beriladi va oqim katodga tomon sochiladi. Uchinchi qismda esa katod (ekran) sochilgan oqimni o'ziga tortadi va buning natijasida fazaviy ajralish ro'y beradi, ya'ni tola bo'lib shakllangan oqim katodga boradi va erituvchi esa bug'lanib ketadi. Ekranda nanotolalar yassi noto'qima polimer material bo'lib shakllanadi[3].

Ushbu elektrospinning uskunasi bir qator mahalliy tabiiy va sintetik polimerlar eritmalar asosida nanotolalar shakllantirishga erishilgan (1-jadval).

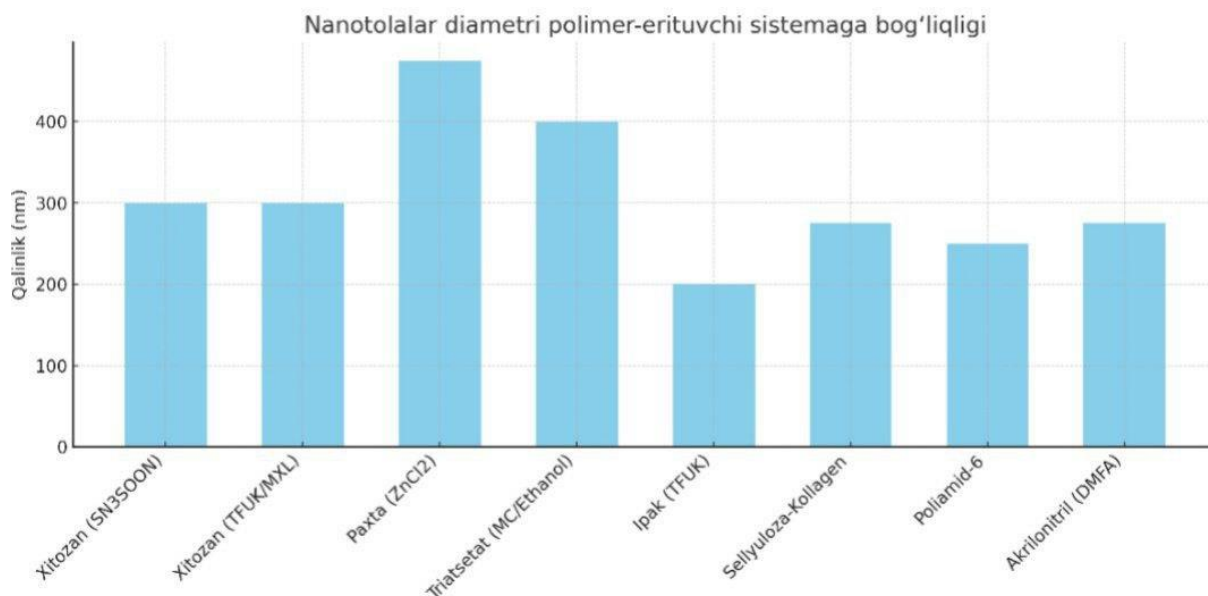


	Elektrospinning uchun “polimer-erituvchi” tizim		Elektrospinning natijasi	
	Polimer	Erituvchi	Namuna shakli	Qalinligi, nm
1	Xitozan <i>bombyx mori</i>	85 % $\text{SN}_3\text{SOON}$	Sferik zarrachali nanotolalar	100-500
2	Xitozan <i>bombyx mori</i>	TFUK/MXL (70/30)	Sferik zarrachali nanotolalar	100-500
3	Paxta sellyulozasi	Mis-ammiak kompleksi	Sferik zarrachalar	100-1000
4	Paxta sellyulozasi	$\text{ZnCl}_2$ (52 %)	Sferik zarrachali nanotolalar	150-800
5	Paxta sellyulozasi	TFUK	Nanotolalar	100-400
6	Triatsetat sellyuloza	Metilenslorid/etanol (90/10)	Nanotolalar	50-300
7	Triatsetat sellyuloza	Metilenslorid/etanol (80/20)	Nanotolalar	150- 600
8	Ipak fibroini	TFUK	Nanotolalar	100-300
9	Ipak fibroini	2,5 M LiCl -DMFA	Nanotolalar	100-300
10	Sellyuloza - kollagen	TFUK	Nanotolalar	50-500
11	Xitozan-sellyuloza	TFUK	Nanotolalar	50-500
12	Poliamid-6	Sirka kislotasi	Nanotolalar	100-400
13	Akrilonitril sopolimeri	$\text{NaCNS}$ (51,5 %)-suv	Nanotolalar	50-800



14	Akrilonitril sopolimeri	DMFA	Nanotolalar	50-500
----	----------------------------	------	-------------	--------

1-jadval. Mahalliy polimerlar asosida shakllantirilgan nanotolalar



1-jadval asosidagi 1-grafik . Nanotola diametri polimer-erituvchi sistemaga bog'liqligi

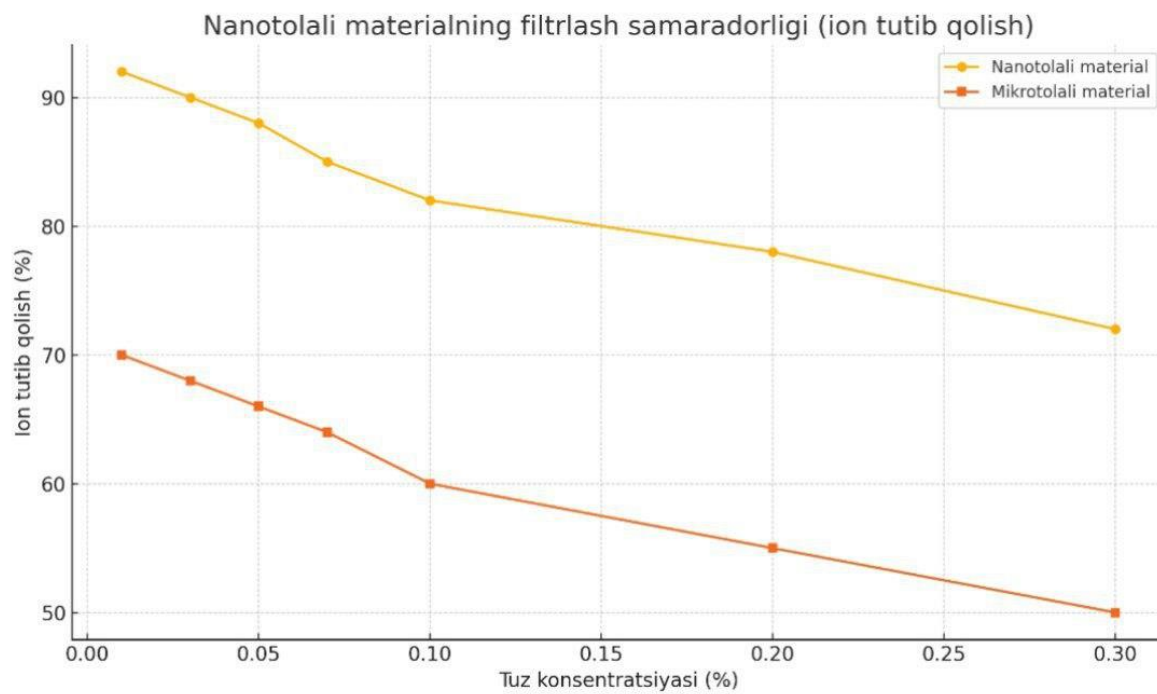
Grafikdan ko'rinib turibdiki, turli xil polimer-erituvchi tizimlar asosida olingan nanotolalarning qalinligi sezilarli farq qiladi. Ayniqsa, triatsetat selluloza va akrilonitril asosidagi tolalar 400 nm gacha diametrga ega bo'lib, bu ularning fizik-kimyoviy faolligiga va filtrlik xossalariga ta'sir ko'rsatadi.

### Tajriba natijalari

Tadqiqotda maxsus yig'ilgan elektrospinning qurilmasi yordamida xitozan, selluloza, fibroin, poliamid-6 va boshqa polimer eritmalari asosida nanotolalar shakllantirildi. Tadqiqotlar ma'lum tavsifli nanotolalar olishga ta'sir etuvchi bir qator omillar mavjudligini, jumladan:



- nanotolalar qalinligi va shakli berilayotgan kuchlanish va masofaga bog‘liqligi;
- eritmaning tola hosil qilish qobiliyati va nanotolalarning maxsus xossalari polimerning molekulyar tuzilishiga bog‘liqligi;
- nanotolalarning maxsus xossalari namoyon bo‘lishida eritma va aralashma tarkibini boshqarish muhim ahamiyat kasb etishini ko‘rsatdi (2- grafik).



2-grafik . Nanotolali materialning filtrlash samaradorligi.

Ushbu grafikda tuz konsentratsiyasi ortgani sayin, ion tutib qolish samaradorligi qanday o‘zgarishi ko‘rsatilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, ko‘p nanotolali material mikrotolaliga nisbatan yuqori filtrlash qobiliyatiga ega. Nanotolali materiallar mikrotolali materiallarga nisbatan yuqori ion tutib qolish samaradorligiga ega ekani grafikda yaqqol ko‘rinadi. Tuz konsentratsiyasi 0.1% gacha oshganda, tutib qolish jadal davom etadi. Bu nanotolalarning yuqori sirt faolligi va nanog‘ovakli tuzilmasi bilan bog‘liq.

Masalan, biologik faol xitozan asosida olingan nanotolalarni yorqin tarzda antibakterial xossalarni namoyon qilishi, xitozan va sellyuloza aralashmasidan



olingan nanotolalar esa antibakterial xossalarga ega to‘qimachilik materiallari ishlab chiqarishda, shuningdek, kollagen va fibroin yoki kollagen va sellyuloza aralashmalari asosidagi nanotolali noto‘qima materiallar dorivor vositalar tashuvchilar sifatida tibbiy biologiya va farmatsevtika sohasida, polietilenoksid nanotolali materiallar esa ion tashuvchilar sifatida elektrotexnikada batareyalar ishlab chiqarishda qo‘llanishi mumkin (2- rasm). Gazsimon va suyuqlik moddalarni, havoni tozalash uchun nanofiltrlar yaratishda akrilonitril sopolimeri (co-AN) asosidagi nanotolali noto‘qima nanog‘ovakli materiallar samarali ekanligini isbotlagan.

Skanirovchi elektron mikroskop (SEM) tasvirida nanotolalarning tasodifiy yo‘nalganligi, nozik struktura va silliq yuzali ko‘rinishi kuzatiladi. Bunday morfologik xususiyatlar ularni dorivor tashuvchilar, filtrlar va antibakterial qoplamalarda qo‘llash imkoniyatini beradi.



2- rasm — xitozan va sellyuloza asosidagi nanotolalarning SEM (elektron mikroskop) tasviri

Ushbu yo‘nalishda olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari bevosita paxta navlari seleksiyasi bilan shug‘illanadigan muassasalar va ingichka tolali paxtani yetishtirish,



qayta ishlash, ular asosida turli xil to‘qima va noto‘qima materiallar ishlab chiqaradigan soha vakillari qiziqtiradi. Ishlab chiqariladigan gidrodinamika va polyarizatsion-optik usullar kompleksi ilmiy tadqiqot laboratoriyalari va tajriba sinov muassasalari uchun zaruriy jihozlardan biriga aylanadi.

### **Ingichka tolali g‘o‘zaning “Termiz-202” navi**

Termiz-202 g‘o‘za navi 1993 yilda sobiq O‘zPITI Surxondrayo filialida (hozirgi PSUYEATI Surxondaryo ITSda) yaratilgan.

Nav mualliflari: Choriyeva X., Tadjiyev M., Tadjiyev K., Boltayev S.M., B.Jo‘rayev.

O‘suv davri	-	117-118 kun
Umumiy paxta hosili	-	50,8 s/ga
Sentabr oyi paxta hosili	-	35,6 s/ga
Bir dona ko‘sakdagi paxta vazni	-	3,4-3,5 gr
1000 dona chigit vazni	-	119-120 gr
Tola chiqishi	-	36,2 %
Shtapel uzunligi	-	1,34 dyuym
Mikroneyr (Mik)	-	4,2
Tola tipi	-	II
Nisbiy uzilish uzunligi	-	31,4 rk/teks

### **Ingichka tolali g‘o‘zaning “Termiz-208” navi**

Termiz-208 g‘o‘za navi 1993 yilda sobiq O‘zPITI Surxondrayo filialida (hozirgi PSUEATI Surxondaryo ITSda) yaratilgan.

Nav mualliflari: Chorlieva X., Axmedov J., Qambarov R., Nuriddinov A., Tadjiev K.

O‘suv davri	-	115 kun
Umumiy paxta hosili	-	45,0-55,6 s/ga



Sentabr oyi paxta hosili	-	34,5-35,6 s/ga
Bir dona ko'sakdagi paxta vazni	-	3,6-3,7 gr
1000 dona chigit vazni	-	115-117 gr
Tola chiqishi	-	34,0-34,5 %
Shtapel uzunligi	-	1,34 dyuym
Mikroneyr (Mik)	-	3,4-4,0
Tola tipi	-	I
Nisbiy uzilish uzunligi	-	39,8 rk/teks

**PSUEAITI Surxondaryo ilmiy-tajriba stansiyasida paxta hosili to'grisida ma'lumot**

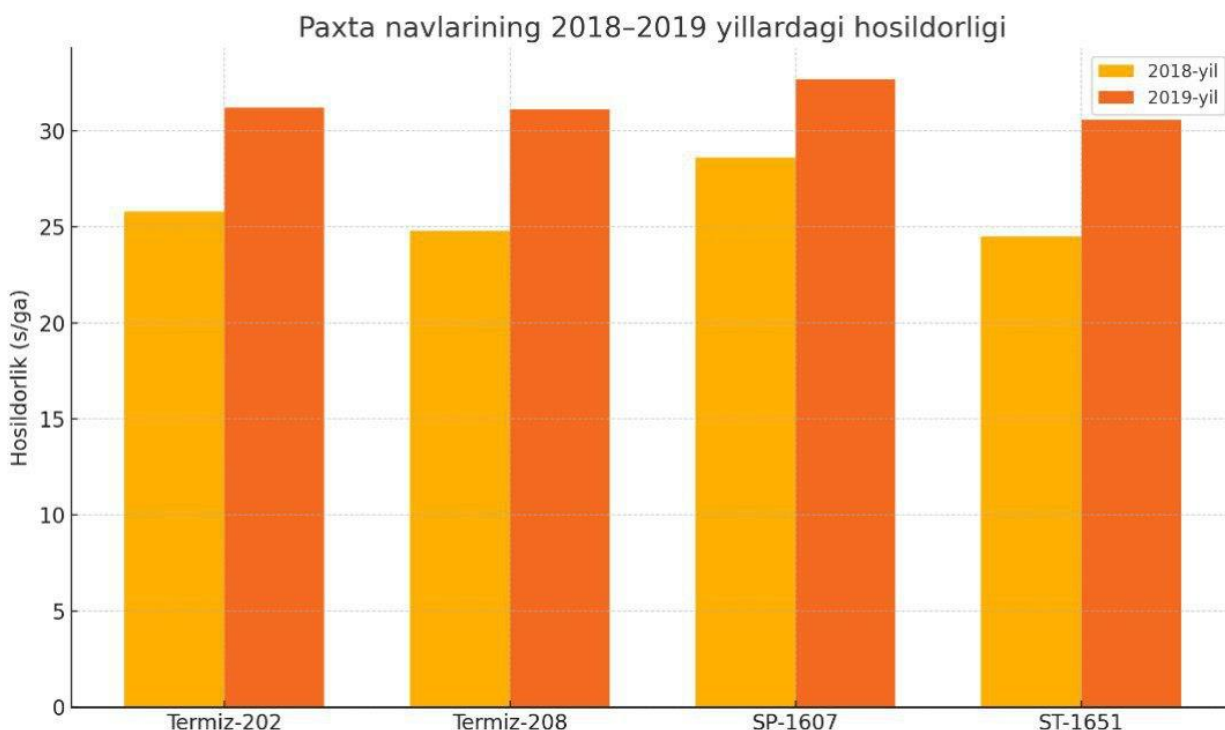
<b>№</b>	<b>Navlar bo'yicha</b>	<b>Ekilgan maydon ga</b>	<b>Olingan hosil kg</b>	<b>Olingan hosildorlik s/ga</b>
1	Termiz -202	4,0	10343	25,8
2	Termiz -208	8,5	20705	24,8
3	SP-1607	6,5	18620	28,6
4	ST-1651	2,0	4891	24,5
	<b>Jami</b>	<b>21,0</b>	<b>54559</b>	<b>103,3</b>

**PSUEAITI Surxondaryo ilmiy-tajriba stansiyasida paxta hosili to'grisida ma'lumot**

<b>№</b>	<b>Navlar bo'yicha</b>	<b>Ekilgan maydon ga</b>	<b>Olingan hosil kg</b>	<b>Olingan hosildorlik s/ga</b>
1	Termiz -202	5,0	15605	31,2
2	Termiz -208	1,0	3108	31,1
3	SP-1607	18,0	51016	32,7



4	ST-1651	1,5	4584	30,6
	<b>Jami</b>	<b>25,5</b>	<b>74313</b>	<b>125,6</b>



3- grafik . Paxta navlarining hosildorligi.

Bu grafik — “Paxta navlarining 2018–2019 yillardagi hosildorligi” bo‘lib, Termiz-202, Termiz-208, SP-1607 va ST-1651 navlarining ikki yil davomida ekilgan maydondagi hosildorligi (s/ga) ko‘rsatilgan. Grafikdan ko‘rinadiki, barcha navlarda 2019-yilda hosildorlik biroz yuqori bo‘lgan. Ushbu navlar seleksiya va agrotexnika tadbirlarining to‘g‘ri olib borilishi natijasida barqaror hosildorlik ko‘rsatmoqda.

### Muhokama

Elektrospinning nanotexnologiyasi tibbiyot, ekologiya va elektrotexnika sohalarida qo‘llaniladigan noyob xossalarga ega materiallar ishlab chiqarishda keng imkoniyatlar yaratadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, nanotolalar mikrotolalarga nisbatan sezilarli darajada yuqori filtrlash, ion tutish va bioaktivlik xossalariga ega.



Nanofiltrlarni sinash bo'yicha tadqiqotlar chizmasi rasmda keltirilgan maxsus yig'ilgan uskuna yordamida amalga oshirildi. Co-AN asosidagi nanofiltrni tamaki tutunini tutib qolish samaradorligini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan sinovlar, ushbu filtrni o'zining og'irligidan 28 marta ko'p miqdorda nikotin tutgan smolani tutib qolish qobiliyatiga ega ekanligini ko'rsatdi. Bunda sigaretdagi tamaki massasining 3,7 % qismi smola ekanligi ham aniqlandi. UB spektroskopik tadqiqotlar tamaki smolasini nanotolalar bilan o'ziga xos molekulyar ta'sirlashish namoyon qilganligi, ya'ni tamaki tutunini filtrlashda nafaqat mexanik tarzda, balki molekulyararo ta'sirlashishlar hisobiga ham smola tutib qolinganligini ko'rsatdi.

Nanotolalarning suyuqliklarni filtrlashdagi samaradorligini aniqlash uchun mikrotolalar bilan qiyosiy taqqoslash tajribalar o'tkazilgan. Bunda turli konsentratsiyali tuz ionlari ushbu tolalar asosida olingan noto'qima materiallar orqali filtrlashda tutib qolingani ionlar miqdori aniqlangan. Natijalar tuzlar konsentratsiyasi 0,1 % gacha oshib borguncha ionlarni tutib qolish jadal tarzda amalga oshishini, tuzlar konsentratsiyasi 0,1 % dan katta bo'lgan sohada ionlarni tutib qolish biroz susayishini ko'rsatgan. Bunda nanotolali material mikrotolali materialga nisbatan 1,5 martadan ko'proq ionlarini tutib qolgan.

Ingichka tolali paxta asosidagi to'qima va noto'qima materiallar strukturaviy o'zgarishlari va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiqot qilish imkoniyatlari ham inobatga olinishi muhim amaliy ahamiyotga egadir.

Mazkur ilmiy-texnik tadqiqot vazifalarning dolzarbligidan kelib chiqib, ushbu loyihaning asosiy maqsadi ingichka tolali paxtaning turli navlarini yetishtirishda sellulozaning sintezi va molekulyar-massasi, tolalardagi ustmolekulyar tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalarini namoyon qilish printsiplari hamda tolalarning to'qima va noto'qima materiallar struktura va xossalari o'zgarishini nazorat qilish uchun maxsus gidrodinamik va polyarizatsion-optik usullarni yig'ish va amaliy sinovdan o'tkazib innovatsion tarzda ingichka tolali paxta seleksiya markazlari va yetishtirish tarmoqlariga joriy etishdan iboratdir.



## Xulosa

Shunday qilib, elektrospinning yordamida nanotolali noto‘qima materiallarni shakllantirish yangi tipdagi maxsus xossalari filtrlar ishlab chiqarish nanotexnologiyasini yaratishda asos bo‘lishi mumkin. Buning uchun mahalliy polimerlar asosida innovatsion hamkorliklar bo‘yicha ilmiy texnologik tadqiqotlarni olib maqsadga muvofiq bo‘lib, hozirda bunday materiallarga bo‘lgan ehtiyojlar mavjuddir. Hozirda polimer eritma va suyultmalardan nanotollar shakllantirishning elektrospinning jarayonini amalga oshirishning ko‘plab laboratoriya va texnologik qurilmalari yaratilmoqda. Shuningdek, ushbu tadqiqot ishida quyidagi natijalar yoritildi. Bular quyidagilar:

- Mahalliy xomashyolar asosida yuqori samarali nanotolalar olish mumkinligi isbotlandi.
- Ingichka tolali paxta navlari asosida yaratilgan polimerlar elektrospinning texnologiyasiga mos materiallar bo‘lishi mumkin.
- Gidrodinamik va polyarizatsion-optik usullar nanotolalarning strukturaviy tahlili uchun samarali metodika hisoblanadi.
- Nanotolali materiallar tibbiy-biologik qoplamalar, filtrlash tizimlari, dorivor tashuvchilar va elektrotexnika sohalarida keng qo‘llanishi mumkin.

Yuqori sifat ko‘rsatgichlariga ega ingichka tolali paxta navlarini yaratish, ommalashtirish va yetishtirish jarayonlarini ilmiy asosli nazorat qilish kabi o‘ta muhim ishlar bo‘yicha izlanishlar olib borilayabdi. Ma’lumki, ingichka tolali paxta g‘o‘zasi issiq sevar ekinlardan bo‘lib, uning bir qator navlari asosan Respublikamizning janubiy hududlarida, jumladan, Surxondaryo viloyatida yetishtiriladi. Hozirda ushbu viloyatda ingichka tolali paxta navlarini seleksiya qilish, sermahsul va yuqori sifatga ega navlarni yetishtirish va ommalashtirish bo‘yicha maxsus urug‘chilik markazi va stansiyasi mavjud bo‘lib, ularning oldida turgan dolzarb masalalardan biri yetishtirilayotgan ingichka tolali paxta mahsulotining sifat ko‘rsatgichlarini belgilaydigan, ya’ni tola asosini (97 % dan



yuqori qismini) tashkil etadigan sellyuloza biopolimerining tabiiy sharoitdagi sintezi, molekulyar-massaviy tuzilishi va uning tola tarkibidagi fizik holatlari hamda noyob va maxsus fizik-kimyoviy xossalarini namoyon qilish prinsiplarini chuqur ilmiy asosli, eksperimental-metodik yondashilgan tarzda tadqiqot qilish, tasnifiy (klassifikatsion) ma'lumotlar bazasini yaratish kabi muhim vazifalarni yechishdan iboratdir. Bu borada sellyuloza to'g'risidagi ulkan ilmiy tadqiqot materiallariga tayangan holda, ingichka tolali paxta sellyulozasi sintezi, molekulyar-massaviy tavsiflari, tola tarkibida sellyulozani joylashishi va tolaning fizik-kimyoviy xossalarini belgilashdagi rolini aniqlash va boshqarish imkoniyatlarini belgilash uchun maxsus tadqiqot usullarini tanlash va ularni maqsadli takomillashtirish zarur hisoblanadi. Bunday yondashishda polimerlar gidrodinamikasi (viskozimetriya, ultratsentrifuga, xromatografiya) usullaridan foydalanilgan holda bevosita yetishtirilayotgan ingichka tolali paxta navlarida sellyulozaning sintezi va molekulyar-massasini o'zgarib borishini nazorat qilib borish, shuningdek, polyarizatsion-optik (qo'sh nurni sinish) usulida sellyulozaning toladagi ustmolekulyar tuzilishini shakllanishini va noyob fizik-kimyoviy xossalarini namoyon qilish prinsiplari aniqlash maqsadga muvofiqdir.

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati**

1. Magdalena Chipara , Karen Lozano , Anna Hernandez ,Mircea Chipara .TGA analysis of polypropylene-carbon nanofibers composites. Polymer Degradation and Stability. April 2008, Pages 871-876. doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2008.01.001
2. Lorena Solar, Rafael Muñoz-Espí & Clara M. Gómez. Synthesis and Properties of Amine-Cured Epoxy/Organophilic Layered Silicate Nanocomposites. Published online: 02 Apr 2012. Pages 157-173.
3. A.A.Xolmo'minov, Polimerlar fizikasi. Toshkent 2015 y.