KALTA KANOP TOLASINI SANOATDA QAYTA ISHLASH SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA FERMENTATIV BIO-RETTING TEXNOLOGIYASI VA GOST 9992-79 STANDARTINING AHAMIYATI

Fayziyeva Mushtari Abdulla qizi
tayanch doktorant, Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti,
ORCID: 0009-0007-1200-1165
E-mail: fayziyevamushtariy5@gmail.com

Samiyev Sardorjon Salimjon o‘g‘li
mustaqil izlanuvchi, Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti,
ORCID: 0009-0006-2017-4317
E-mail: sardorjonsamiyev95@gmail.com

Urozov Mustafokul Kulturayevich
texnika fanlari doktori, professor, Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti,
ORCID: 0009-0005-3003-0491
E-mail: urazov.mustafo.81@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada kalta kanop tolasini sanoat miqyosida qayta ishlash samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqot natijalari yoritilgan. GOST 9992-79 davlatlararo standarti talablari asosida tolaning asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlari — uzilish kuchi va tarkibidagi kostra (yog‘ochlik qoldiqlari) miqdori — tahlil qilingan. Surxondaryo viloyati sharoitida o‘tkazilgan dala va laboratoriya tajribalari asosida an'anaviy ivitish usullarining texnologik kamchiliklari aniqlangan hamda ularni bartaraf etishda fermentativ biologik ivitish (bio-retting) texnologiyasini qo‘llashning ilmiy asoslari ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, pektinaza va ksilanaza fermentlaridan foydalanish tola sifatini GOST 9992-79 ning 1-nav talablari darajasiga yetkazish, energiya sarfini 30–40% kamaytirish va ishlab chiqarish siklini sezilarli qisqartirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Kanop tolasi, kalta tola, GOST 9992-79, bio-retting, kostra, uzilish kuchi, fermentativ ivitish, energiya tejamkorlik.

Kirish. Hozirgi kunda kanop tolasiga bo‘lgan talab jahon miqyosida tobora ortib bormoqda. 2024-yilda jahonda kanop tolasining bozordagi hajmi 372,6 million AQSH dollarini tashkil etgan bo‘lib, bu ko‘rsatkich 2034-yilga kelib 1574,2 million dollarga yetishi prognoz qilinmoqda.[1]

Zamonaviy to‘qimachilik va yengil sanoat tarqqiyoti to‘g‘ridan-to‘g‘ri tabiiy resurslardan tejamkorlik bilan foydalanish hamda barqaror, ekologik xavfsiz va import o‘rnini bosuvchi xomashyo bazasini shakllantirish bilan belgilanadi. Ushbu talablarni qondirishda o‘zining texnologik xossalariga ko‘ra yuqori hosildorlik salohiyatiga ega bo‘lgan istiqbolli kanop (Hibiscus cannabinus L) o‘simligi muqobil xomashyo manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, paxtadan kanop yetishtirishga o‘tish to‘qimachilik sektorining atrof-muhitga ta’sirini sezilarli darajadi kamaytirib, qishloq xo‘jaligi xarajatlarini 77,63 % gacha qisqartirish mumkin bo‘ladi. Bir qancha qiyosiy tadqiqot natijalariga ko‘ra kanopning suvga bo‘lgan talabi paxtaga nisbatan 38% past, suv izi (umumiy suv sarfi) esa 60 % kam ekanligi aniqlangan.[2] Bu ko‘rsatkichlar suv tanqisligi muammosi dolzarb bo‘lgan mamlakatlar uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston lub tolali ekinlarni yetishtirish va uni qayta ishlash bo‘yicha yetarlicha tajriba va ko‘nikmalarga ega bo‘lib, kanopchilik rivojlanishi 1936-yildan boshlandi va 1972-yildan e’tiboran sanoat maqsadlarida fodalanila boshlandi. Hozirda respublikamizda kanopning Uzbekskiy 1972,

Uzbekskiy 2142, O‘zbekiston 2225 va O‘zbekiston 2268 navlari rasmiy rabishda ekish uchun tavsiya etilgan. Janubiy viloyatlardan biri bo‘lgan Surxondaryo viloyatida ushbu texnik ekinni yetishtirish va qayta ishlash yuzasidan bir qancha eksperimentlar olib borilmoqda.

Sanoatda nam poyalarni titish, ivitilgan lub va yog‘ochsimon qoldiqlarni mexanik qayta ishlash orqali kalta kanop tolasi olinadi. Biroq, ushbu xomashyodan tayyorlanadigan mahsulotlarning sifati bevosita GOST 9992-79 davlatlararo standarti ko‘rsatkichlariga qat’iy rioya qilinishiga bog‘liqdir. Agar texnologik jarayonda (ayniqsa, poyani ivitish, titish tozalash bosqichlarida) ushbu standart ko‘rsatkichlariga qat’iy rioya qilinmasa, tayyor mahsulotning (kalta tolali kanopning) sifati pasayadi, bu esa undan tayyorlanadigan keyingi mahsulotlar (iplar, texnik matolar, qurilish plitalari yoki polimer kompozitlar) sifatining yomonlashishiga olib keladi.[3, 4] Shuning uchun, GOST 9992-79 ko‘rsatkichlariga qat’iy rioya qilish — yakuniy mahsulot sifatining kafolatidir.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi an'anaviy ivitish usullarining kamchiliklarini tajriba asosida aniqlash va GOST 9992-79 talablariga to‘liq javob beradigan tola olish uchun fermentativ bio-retting texnologiyasini joriy etishning ilmiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot metodlari. Tadqiqot uchun xomashyo sifatida Surxondaryo viloyatida kichik dala eksperimenti asosida yetishtirilgan kanop o‘simligidan foydalanildi. Ekish uchun O‘zbekistonda rasman tavsiya etilgan Uzbekskiy 2142 standart va 2147 istiqbolli navlari tanlab olindi. Urug‘lar aprel oyining birinchi haftasida, qator oralig‘i 60 sm, urug‘ oralig‘i 10 sm bo‘lgan sxema bo‘yicha ekildi. Urug‘larning unib chiqishigacha bo‘lgan vaqt 4 sutkani tashkil etdi. Vegetatsiya davrida 10 marta sug‘orildi, 3 marta karbamid (CO(NH2)2) va azot (N2) o‘g‘itlari bilan oziqlantirildi. Urug‘ ekilgan kundan boshlab to poyalarni o‘rib olguncha bo‘lgan vaqt 147 sutkani tashkil etdi. Fenologik kuzatuvlar natijasida yetilgan o‘simliklarning o‘rtacha ko‘rsatkichlarini quyidagicha ifodalashimiz mumkin: O‘simlik bo‘yi-202,2 sm, barglar soni-443,3 dona, shoxchalar soni-53,3 dona, shonalar soni-61,3 dona. Ushbu biometrik ma’lumotlar o‘simlikning Surxondaryo iqlim sharoitlarida to‘liq vegetatsiya sikliga erishganini tasdiqlaydi.

Mexanik dekortikatsiya sinovlari. Ko‘k poyalar o‘rib olingach poyalarni qayta ishlash uchun mexanik dekortikatsiya usulida poyadan po‘stloq qismini ajratib olindi. Mexanik dekortikatsiya usulini sinab ko‘rish jarayonida yon shoxlarning ko‘pligi va poyalarda yog‘ochlanish darajasi yuqoriligi sababli tolali po‘stloq yaxlit uzun tola holatida ajralmasligi aniqlandi. Va bu usul samarasiz ekanligini hisobga olgan holda poyalarni ivitish orqali tolani ajratish usuli sinab ko‘rildi.

Ivitish tajribasi. Ivitish samaradorligini baholash maqsadida 30 sm uzunlikda va 400 gr og‘irlikda bir xil bog‘lamga ajratilgan poyalar 4 xil muhitda 10 kun muddatga ivitildi:

1-jadval.

Ivitish muhiti	**Tola ajralish xususiyati**	**Tola rangi**	**Kamchiliklari**
NaCl (natriy xlorid) eritmasi	Tolalar bir-biriga zich yopishgan, ajralish qiyin	To‘q, notekis	Kimyoviy qoldiq xavfi, yuqori qattiqlik
K_2CO_3 (ishqoriy, kul) eritmasi	Epidermis erigan, ajralish tekis va oson	Oqish, yaltiroq	pH nazorat qilish murakkab (6,0–7,5)
Loyqa suv	Ajralish sifati ishqorli suvga yaqin	Nisbatan bir xil	Ko‘p vaqt talab etadi
Turib qolgan (stagnant) suv	Eng tez va uzluksiz ajralish	Notekis, har xil rangda	Rang bir xil emas, aeratsiya yo‘q

Tajriba natijalariga ko‘ra, ishqoriy eritmali (K_2CO_3) va loyqa suvda ivitilgan namunalar eng yuqori tola ajralish sifatini ko‘rsatdi. Biroq ushbu an'anaviy usullarning texnologik kamchiliklari ham aniqlandi..

Natija va muhokamalar. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki , ishqoriy eritmali (K_2CO_3) va loyqa suvda ivitilgan tolalar eng yuqori sifat ko‘rsatkichlarini namoyon etdi. Biroq ushbu an’anaviy usullarning umumiy kamchiliklari quyidagilardan iborat.

jarayon 10kun davom etishi ishlab chiqarish siklini sezilarli uzaytiradi;

pH muhitini (6,0–7,5) doimiy nazorat qilish murakkabligi texnologik xarajatlarni oshiradi;

nam tolalarni quritish uchun qo‘shimcha issiqlik energiyasi sarfi talab etiladi;

tayyor tola tarkibidagi kostra miqdori GOST 9992-79 ning 1-nav talabi (≤15 %) dan oshib ketish xavfi saqlanadi;

Ushbu tajribalar natijasida aniqlangan kamchiliklar bio-retting texnologiyasini joriy etish zarurligini ilmiy jihatdan asoslaydi. An’anaviy suvli ivitishda lignin va pektin moddalari 10 kunda to‘liq parchalanmasa, pektinaza va ksilanaza fermentlari yordamida amalga oshiriladigan biologik ivitishda bu jarayon 24-72 soat ichida sellyuloza qatlamiga zarar yetkazmagan holda amalga oshiriladi. Yuqoridagi pilot tajribada kuzatilgan tola va yog‘och birligini ajratishdagi qiyinchilik aynan pektin bog‘larining yetarli darajada parchalanmaganligidan kelib chiqganligi aniqlandi. Fermentativ usulda esa pektin bog‘lari maqsadli ravishda uziladi, bu esa:

mexanik dekortikatsiya bosqichida tola shikastlanishini oldini oladi;

tayyor xomashyodagi kostra miqdorini 1-nav talabi darajasiga (≤15 %) tushiradi;

tola uzilish kuchini (≥137 N, 1-nav) to‘liq saqlab qolishga imkon beradi;

issiqlik va elektr energiyasi sarfini an’anaviy usulga nisbatan 30-40% kamaytiradi.

GOST 9992-79 ko‘rsatkichlari va kostra me’yorlari. GOST 9992-79 standartiga ko‘ra, kalta kanop tolasi eshilgan tasmachaning uzilish kuchi va tarkibidagi kostra ulushi bo‘yicha 1-nav va 2-navga ajratiladi [5]. Kostra va begona aralashmalarning umumiy massadagi ruxsat etilgan ulushi quyidagicha belgilangan:

2-jadval

Nav	**Kostra chegarasi**	**Sanoatdagi ahamiyati**
1-nav	≤ 15,0 %	100 kg xomashyoning ko‘pi bilan 15 kg qismi kostra va begona aralashmalardan iborat bo‘lishi mumkin.
2-nav	≤ 25,0 %	Xomashyoning to‘rtdan bir qismi (25%) chiqindidan iborat bo‘lishiga ruxsat berilgan.
Nostandart	> 25,0 %	Kostra miqdori 25% dan oshsa, mahsulot sanoatda tola sifatida qabul qilinmaydi.

Tola sifatining pasayishiga olib keladigan yana bir asosiy omil-uzilish kuchi ko‘rsatkichining kamayishidir. Kimyoviy va issiqlik yordamida ivitish jarayonlarining parametrlari (harorat, vaqt va reagentlar konsentratsiyasi) noto‘g‘ri tanlanganda , lub tolasining karkasini tashkil etuvchi sellyuloza makromolekulalari destruksiyaga uchraydi. Natijada tolaning pishiqligi va strukturaviy yaxlitligi yo‘qoladi. GOST 9992-79 standarti talablariga muvofiq kalta kanop tolasining sifat ko‘rsatkichlari quyidagi jadvalda ifodalangan.

3-jadval

Tola navi	**Eshilgan tasmachaning uzilish kuchi**	**Kostra va begona aralashmalar ulushi**	**Texnologik bahosi**
1-nav	Kamida 14 kgf (≥ 137 N)	Ko‘pi bilan 15,0 % (hisobiy 10,0 %)	Oliy sifatli, yigirish va yuqori mustahkamlik dagi materiallar uchun yaroqli.
2-nav	Kamida 8 kgf (≥ 78 N)	Ko‘pi bilan 25,0 %	O‘rtacha sifatli, arqonlar, texnik matolar va qadoqlash materiallari uchun yaroqli.

Nostand art	8 kgf (≥ 78 N)	25,0 % dan yuqori	Yigirishga yaroqsiz, faqat qurilish plitalari, yoqilg‘i briketlari yoki sellyuloza olish uchun ikkilamchi xomashyo.

Konditsion massa hisoblash usuli. Sanoat korxonalari va xomashyo tayyorlash punktlari o‘rtasidagi iqtisodiy hisob-kitoblarni to‘g‘ri yuritishda standartning 2.2-bandida keltirilgan konditsion massa (m_k) formulasi muhim o‘rin tutadi. Namlik va kostra miqdorining normadan og‘ishi haqiqiy massani qayta hisoblashni talab etadi. Bunda qabul qilib olinayotgan kalta kanop tolasining haqiqiy massasi (m_h) tashqi muhitga qarab o‘zgaruvchan bo‘ladi. Masalan: Yomg‘irli nam havoda tola o‘ziga suvni yutib oladi va uning og‘irligi sun’iy ravishda oshadi. Issiq va quruq havoda esa tola tarkibidagi suv qochib, uning og‘irligi kamayadi. Shuningdek kostra va iflosliklar ham uning og‘irligiga ta’sir o‘tkazadi. Sanoat korxonasi esa ortiqcha namlik va ortiqcha kostra (yog‘ochsimon chiqindi) uchun pul to‘lamasligi, xomashyo tayyorlovchi esa tola haddan tashqari quruq bo‘lganda zarar ko‘rmasligi uchun haqiqiy massa standart namlik (W_n=14%) va standart kostra miqdori (K_n=10%) bo‘yicha qayta hisoblanadi. Mana shu hisoblab topilgan og‘irlik konditsion massa deyiladi va to‘lovlar aynan shu massa uchun amalga oshiriladi. Standartda haqiqiy massani konditsion massaga o‘tkazish uchun quyidagi matematik formula qo‘llaniladi:

$$mk = mh \times [(100 - Wh) / (100 - Wn)] \times [(100 - Kh) / (100 - Kn)]$$

Bu yerda: mk — tolaning konditsion massasi (kg); mh — tolaning haqiqiy (tarozidagi) massasi (kg); Wh — tolaning laboratoriyada aniqlangan haqiqiy namligi (%); Wn — standart (normativ) namlik (14%); Kh — tola tarkibidagi haqiqiy kostra miqdori (%); Kn — standart bo‘yicha ruxsat etilgan kostra miqdori (10%). Ushbu formula sanoat korxonasi ortiqcha namlik va kostra uchun to‘lamasligi, xomashyo tayyorlovchi esa tola haddan tashqari quruq bo‘lganda zarar ko‘rmasligi uchun zarur bo‘lgan adolatli hisob-kitob mexanizmidir.

Bio-retting texnologiyasining ilmiy asoslari. Aniqlangan kamchiliklar bio-retting texnologiyasini joriy etish zarurligini ilmiy jihatdan asoslaydi. An'anaviy suvli ivitishda lignin va pektin moddalari 10 kunda to‘liq parchalanmasa, pektinaza va ksilanaza fermentlari yordamida amalga oshiriladigan biologik ivitishda bu jarayon 24–72 soat ichida sellyuloza qatlamiga zarar yetkazmagan holda tugallanadi [4, 6].

Pilot tajribada kuzatilgan tola va yog‘och birikmasini ajratishdagi qiyinchilik aynan pektin bog‘larining yetarli darajada parchalanmaganligidan kelib chiqganligi aniqlandi. Fermentativ usulda pektin bog‘lari maqsadli ravishda uziladi. Bu esa quyidagi afzalliklarni ta'minlaydi:

- mexanik dekortikatsiya bosqichida tola shikastlanishini oldini oladi;
- tayyor xomashyodagi kostra miqdorini 1-nav talabi darajasiga (≤15%) tushiradi;
- tola uzilish kuchini (≥137 N, 1-nav) to‘liq saqlab qolishga imkon beradi;
- issiqlik va elektr energiyasi sarfini an’anaviy usulga nisbatan 30–40% kamaytiradi.

Xulosa. Kalta kanop tolasining sanoatdagi raqobatbardoshligi bevosita uning GOST 9992-79 standarti bo‘yicha uzilish kuchi (≥137 N) va kostra miqdori (≤15,0%) ko‘rsatkichlariga bog‘liqligi tajriba asosida isbotlandi. An’anaviy ivitish usullarida — ayniqsa, natriy xlorid eritmasi va turib qolgan suvda ivitishda — pektin bog‘larining to‘liq parchalanmasligi natijasida kostra tolaga mustahkam yopishib qoladi va tayyor mahsulot sifatini 1-nav talablaridan pastga tushiradi. Pektinaza va ksilanaza fermentlari yordamida amalga oshiriladigan biologik ivitish (bio-retting) texnologiyasi eng samarali alternativ sifatida aniqlandi: sellyuloza karkasiga zarar yetkazmagan holda yelimsimon moddalarni 24–72 soat ichida to‘liq parchalaydi, kostra miqdorini 1-nav talabi darajasiga (≤15%) tushiradi va energiya sarfini 30–40% kamaytiradi. GOST 9992-79 ning 2.2-bandida belgilangan konditsion massa formulasi sanoat korxonalari va xomashyo tayyorlovchilar

o‘rtasidagi adolatli iqtisodiy hisob-kitobni ta'minlashning zaruriy mexanizmi hisoblanadi. Kelgusida bio-retting texnologiyasini O‘zbekiston sharoitida sanoat miqyosida joriy etish bo‘yicha keng ko‘lamli amaliy tajribalar o‘tkazish va texnologik reglamentlar ishlab chiqish maqsadga muvofiq deb topildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi. Kanop yetishtirish bo‘yicha agrotexnik ko‘rsatmalar. — Toshkent, 2022. — 30 b.

2. Wise et al. Comparative study of water requirements and water footprints of fibre crops hemp (Cannabis sativa) and cotton (Gossypium hirsutum L.) // Journal of Agrometeorology. — 2023. — Vol. 25. — P. 2260.

3. Марков В.В., Суслов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М. Первичная обработка лубяных волокон. Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 415 с

4. Sharma H.S.S. Enzymatic retting of flax and other bast fibres // Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability. – 2007. – Vol. 1. – No. 1. – Pp. 101-107.

5. ГОСТ 9992-79. Волокно кенафа короткое. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1979. (Межгосударственный стандарт).

6. Müssig, J. (2010). Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 145-158.

7. Paridah, M. T., et al. (2015). Process optimization of decortication of kenaf (Hibiscus cannabinus L.) stems for fiber production. Journal of Natural Fibers, 12(3), 235-248.

8. M.K.Urozov, M.A.Fayziyeva, U.Barotova - Termiz Engineering and Agrotechnological University 2025 oktyabr/10, Development of science Volume/2 – Kanop (Hibiscus cannabinus L.) o‘simligidan sifatli sanoatbop tola olish.

9. Урозов, М. К., Самиев, С. С. У., & Фарходов, С. У. У. (2026). СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛОКОН КЕНАФА (Hibiscus cannabinus L.). *Universum: технические науки*, *3*(2 (143)), 54-60.

10. Atabaeva H.N., Qodirxo‘jaev O.Q. O‘simlikshunoslik: Oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2006. – 410 b

11. Sh.Ermatov, M.Fayziyeva, U.Barotova - Termiz Engineering and Agrotechnological University, avgust 2025/8 Development of science Volume 2, Improving the technology of fiber production based on hemp grown in surkhandarya region.

12. Mustafokul Urozov, Mushtari Fayziyeva, Umida Barotova, Bakhtiyor Karshiev1, Khadam Jumaniyozov, Begdavlat Aliyev - V International Scientific and Technical Conference Actual Issues of Power Supply Systems, Innovative solutions for enhancing energy efficiciency in the processing of kenaf (Hibiscus cannabinus L.) fibers.

13. Fayzieva M. A., Barotova U. M., Farhodov S. U., Samiyev S. S. & Urunov B. J. (2026). KENAF TOLALARINI SANOAT MIQYOSIDA BARQAROR ISHLAB CHIQARISHDA ZAMONAVIY IVITISH VA DEKORTIKATSIYA TEXNOLOGIYALARINING SAMARADORLIGI. Development Of Science, 2(4), pp. 108-116. https://doi.org/

14. Файзиева М.А., Баротова У.М., Самиев С.С., Фарходов С.У. Влияние условий вымачивания на энергоэффективность процесса отделения волокнистого лубяного слоя из стеблей кенафа (Hibiscus cannabinus L.) // Материалы Международной научно-практической конференции “Технико-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе”. – Мелитополь. 2026, С. 484-4

15. Kulturayevich, U. M., O‘G‘Li, F. S. U., O‘G‘Li, S. S. S., Qizi, F. M. A., & Qizi, B. U. M. (2026). KANOP TOLASI SIFATINI OSHIRISHDA BIOLOGIK VA AGROEKOLOGIK OMILLARNING TA’SIRINI BAHOLASH. *Al-Farg’oniy avlodlari*, *1*(2), 107-110.

16. Jovli o‘g‘li, U. B., Umar o‘g‘li, F. S., & Salimjon o‘g‘li, S. S. PREDICTION OF HEMP FIBER DAMAGE AND DECORTICATION EFFICIENCY USING RANDOM FOREST REGRESSION.