

ПРОИЗВОДСТВО ПРЯЖИ ИЗ СМЕСЕЙ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН И ШЕРСТИ НА КАМВОЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

¹М.Б. ОТЫНШИЕВ , ²А.Н. АСАНОВА* , ¹М.Р. ТОЙШИМАНОВ , ^{1,3}Р. КАНАТ ,
^{1,3}М.Х. ШАМЕКОВА , ¹К.Ж. ЖАМБАКИН , ¹А. ЕРКІНҚЫЗЫ 

⁽¹⁾Институт биологии и биотехнологии растений, 050040, ул. Тимирязева, 45, Алматы

⁽²⁾Алматинский технологический университет, 050012, ул. Төле би, 100, Алматы

⁽³⁾Tanir Research Laboratory, проспект эл-Фараби, 75В, 050060, Алматы)

Электронная почта автора корреспондента: albinaassan90@gmail.com*

В работе представлены результаты исследования технологических свойств короткого льняного и конопляного (пенькового) волокна при переработке на шерстяном камвольном оборудовании, которое включает в себя комплекс технологических машин для производства пряжи. Разработана и экспериментально апробирована технология производства льна-шерстяной и пенько-шерстяной пряжи, включающая этапы подготовки волокнистых смесей, гребнечесания и прядения по камвольной системе. Проведен сравнительный анализ физико-механических показателей полученной пряжи, оценена обрывность в процессе прядения и определены основные причины технологических нарушений. Выявлены ключевые факторы, влияющие на устойчивость процесса и качество пряжи. Установлены оптимальные параметры подготовки лубяных волокон, обеспечивающие стабильное протекание технологического процесса, снижение количества обрывов и повышение качества пряжи. Актуальность исследования определяется необходимостью расширения сырьевой базы текстильной промышленности Казахстана и рационального использования местных растительных волокон в условиях дефицита тонкой шерсти. Показано, что переработка лубяных волокон в смеси с шерстью возможна при соответствующей предварительной обработке и оптимизации режимов переработки. Льно-шерстяная смесь продемонстрировала более высокую технологическую устойчивость и улучшенные прочностные характеристики. Полученные результаты подтверждают перспективность использования лубяных волокон в камвольном производстве и способствуют развитию отечественного текстильного сырья.

Ключевые слова: льняное волокно, пеньковолокно, камвольное прядение, льно-шерстяная пряжа, пенько-шерстяная пряжа.

ЗЫҒЫРТЕКТІ ТАЛШЫҚТАР МЕН ЖҮН ҚОСПАСЫНАН КАМВОЛЬДІ ЖАБДЫҚТА ИІРІМЖІП ӨНДІРУ

¹М.Б. ОТЫНШИЕВ, ²А.Н. АСАНОВА*, ¹М.Р. ТОЙШИМАНОВ, ^{1,3}Р. КАНАТ,
^{1,3}М.Х. ШАМЕКОВА, ¹К.Ж. ЖАМБАКИН, ¹А. ЕРКІНҚЫЗЫ

⁽¹⁾Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, 050040, Тимирязев көшесі, 45, Алматы

⁽²⁾Алматы технологиялық университеті, 050012, Төле би көшесі, 100, Алматы

⁽³⁾Tanir Research Laboratory, эл-Фараби даңғылы, 75В, 050060, Алматы)

Автор корреспонденттің электрондық поштасы: albinaassan90@gmail.com*

Мақалада жіп өндіруге арналған технологиялық машиналар кешенін қамтитын жүн камвольді жабдықта өңдеу кезінде қысқа зығыр және қарасора (кендір) талшығының технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зығыр-жүн және қарасора-жүн жіптерін өндіру технологиясы әзірленіп, тәжірибелік түрде апробацияланған, оған талшықтық қоспаларды дайындау, тарау және камвольдік жүйе бойынша иіру кезеңдері кіреді. Алынған иірімжіптердің физика-механикалық көрсеткіштері салыстырмалы түрде талданған, иіру процесінде үзілуі бағаланған және технологиялық бұзылулардың негізгі себептері анықталған. Процестің тұрақтылығына және жіп сапасына әсер ететін негізгі факторлар анықталған. Талшықтарды дайындаудың оңтайлы параметрлері белгіленіп, бұл технологиялық процестің тұрақты өтуін, үзілу санын азайтуды және иірімжіптің сапасын арттыруды қамтамасыз етеді. Зерттеудің өзектілігі Қазақстанның тоқыма өнеркәсібі үшін шикізат базасын кеңейту

және жергілікті өсімдік талшықтарын жұқа жүн тапшылығы жағдайында тиімді пайдалану қажеттілігімен анықталады. Зығыртекті талшықтарын жүнмен қоспаларда өңдеу тиісті алдын ала өңдеу және өңдеу режимдерін оңтайландыру арқылы мүмкін екені көрсетілген. Зығыр-жүн қоспасы технологиялық тұрақтылығы жоғары және беріктік көрсеткіштері жақсарғанын көрсетті. Алынған нәтижелер зығыртекті талшықтарын камвольдік өндірісте қолданудың перспективтілігін растап, отандық тоқыма шикізатын дамытуға ықпал етеді.

Негізгі сөздер: зығыр талшығы, кендір талшығы, камвольді жіру, зығыр-жүнді жірімжіп, кендір-жүнді жірімжіп.

PRODUCTION OF YARN FROM BLENDS OF BAST FIBERS AND WOOL ON WORSTED EQUIPMENT

¹M.B. OTYNSHIYEV, ²A.N. ASSANOVA*, ¹M.R. TOISHIMANOV, ^{1,3}R. KANAT,
^{1,3}M.KH. SHAMEKOVA, ¹K. ZH. ZHAMBAKIN, ¹A. YERKINKYZY

(¹Institute of Plant Biology and Biotechnology, 050040, 45 Timiryazev Street, Almaty

²Almaty Technological University, 050012, 100 Tole Bi Street, Almaty

³Tanir Research Laboratory, 75V Al-Farabi Avenue, 050060, Almaty)

Corresponding author's e-mail: albinaassan90@gmail.com*

The article presents the results of a study of the technological properties of short flax and hemp fiber during processing on wool worsted equipment, which includes a set of technological machines for yarn production. A technology for producing flax-wool and hemp-wool yarns was developed and experimentally tested, including stages of fiber blend preparation, carding, and spinning according to the woollen system. A comparative analysis of the physical and mechanical properties of the resulting yarns was conducted, yarn breakage during spinning was assessed, and the main causes of technological defects were identified. Key factors affecting process stability and yarn quality were determined. Optimal parameters for preparing bast fibers were established, ensuring stable process performance, reducing breakage, and improving yarn quality. The relevance of the study is determined by the need to expand the raw material base of Kazakhstan's textile industry and to rationally use local plant fibers in conditions of fine wool shortage. It was shown that processing bast fibers in blends with wool is possible with appropriate pre-treatment and optimization of processing regimes. The flax-wool blend demonstrated higher technological stability and improved strength characteristics. The results obtained confirm the potential for using bast fibers in woollen production and contribute to the development of domestic textile raw materials.

Keywords: flax fiber, hemp fiber, worsted spinning, flax-wool yarn, hemp-wool yarn.

Введение

В последние годы в Казахстане активизируются работы по расширению сырьевой базы текстильной промышленности за счет возделывания лубяных культур, в частности масличного льна и промышленной конопли. Основные посевные площади сосредоточены в северных регионах страны [1,2].

Основные посевные площади масличного льна и промышленной конопли в Республике Казахстан сосредоточены преимущественно в северных и северо-восточных регионах страны, что обусловлено благоприятными природно-климатическими условиями, включая умеренно-континентальный климат, достаточное увлажнение и наличие природных почв [3, 4]. К числу ведущих регионов по возделыванию данных культур относятся Костанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская и Павлодарская области.

При этом Костанайская область занимает лидирующие позиции по посевным площадям масличного льна, в Северо-Казахстанской области отмечается стабильное развитие льноводства и формируются предпосылки для расширения посевов промышленной конопли, тогда как в Акмолинской и Павлодарской областях активно развиваются посевы масличных культур [5].

Следует отметить, что лён масличный занимает значительно большую долю посевных площадей по сравнению с промышленной коноплей, которая в настоящее время находится на стадии ограниченного внедрения и развития в аграрном секторе Казахстана.

Концентрация посевов в северных регионах обусловлена биологическими особенностями данных культур, в частности их потребностью в умеренных температурных условиях в период

вегетации, чувствительностью к засушливым условиям, особенно характерной для льна [5], а также необходимостью достаточного уровня влагообеспечения, способствующего формированию волокна с высокими технологическими свойствами [6, 7].

Содержание волокна в стеблях казахстанского льна и конопли составляет 20–30 % [8].

Одновременно наблюдается дефицит тонкой качественной овечьей шерсти для отечественных текстильных предприятий, поскольку значительная часть мериносовых овец заменена грубошерстными породами овец [9].

Смешанная пряжа на основе льняного, пенькового и шерстяного волокон представляет собой перспективное направление развития текстильного производства, направленное на расширение сырьевой базы и получение материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками [10,11,12]. Совмещение данных волокон в одной пряже позволяет частично компенсировать их недостатки и усилить положительные свойства каждого компонента.

Льняные и пеньковые волокна обеспечивают высокую прочность и износостойкость пряжи. Шерсть придает эластичность, извитость и улучшает прядильную способность смеси. Совмещение этих компонентов позволяет компенсировать недостатки каждого из них [13]. При этом соотношение волокон оказывает существенное влияние на качество и структуру пряжи. Избыточное содержание лубяных волокон может снижать равномерность и технологичность переработки. Оптимизация состава и режимов прядения обеспечивает получение пряжи с заданными физико-механическими свойствами.

В связи с этим актуальной задачей является разработка технологий рационального использования местных лубяных волокон, в том числе путем их переработки на действующем шерстопрядильном оборудовании.

Настоящее исследование является продолжением ранее выполненных работ по получению смесовой камвольной пряжи на основе лубяных волокон [14,15].

Цель работы — разработка технологии производства пряжи из смесей льняного и пенькового волокон с шерстью на камвольном оборудовании и оценка свойств полученной пряжи.

Задачи исследования:

1. Оценить технологические свойства короткого льняного и пенькового волокна при переработке на шерстяном оборудовании.

2. Разработать технологический режим получения льно-шерстяной и пенько-шерстяной пряжи.

3. Провести сравнительный анализ физико-механических показателей пряжи.

Материалы и методы исследования

В качестве исходного сырья использовали: топс из короткого льняного волокна, дегумированное пеньковолокно, подвергнутое кардочесанию и гребнечесанию, топс из тонкой мериносовой шерсти казахстанского производства.

Определение линейной плотности. Линейную плотность волокон определяли согласно ГОСТ 10213.1–2002 «Волокно штапельное и жгут химические. Методы определения линейной плотности».

Определение длины волокон. Среднюю длину и коэффициент вариации по длине определяли по ГОСТ 427 с использованием измерительной линейки длиной 1 м. Измерению подвергались 600 волокон каждой пробы.

Технология переработки

Подготовка смесей

Смешивание льняного или пенькового топса с шерстяным топсом осуществляли в соотношении 80/20 на ленточной машине. Экспериментальная переработка льняного волокна производилась по следующей технологии. В качестве сырья были использованы следующее сырье: топс из льна короткого, пеньковолокно дегумированное и подвергнутое кардо- и гребнечесанию, топс из мериносовой казахстанской шерсти. Основные свойства волокон представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-механические свойства волокон

Наименование показателей	Показатели		
	Льноволокно	Пеньковолокно	Шерстяное волокно
1. Линейная плотность волокна	0,5 текс	0,3 текс	23 микрона
2. Средняя длина волокна	64 мм	55 мм	66 мм
3. Максимальная длина волокон	170 мм	202 мм	116 мм
4. Минимальная длина	45 мм	35 мм	22 мм
5. Коэффициент вариации по длине	42%	49%	45%

После двух переходов ленточной машины смесь подвергали гребнечесанию на машине Textima (модель 1603).

Основные параметры гребнечесания:

- скорость — 140 уд/мин;
- номер прямого гребня — 25;
- длина питания — 7 мм;
- зона сортировки — 40 мм;
- развес ленты на питании — 16 г/м;
- развес выходящей ленты — 20 г/м.

После гребнечесания ленту дважды

вытягивали на ленточной машине.

Прядение осуществляли по следующей схеме:

- вытягивание на ленточных машинах Cognetex SC400;
 - получение ровницы на машине Cognetex FRC300;
 - прядение на машине Cognetex FL7;
 - перемотка на мотальной машине М-150.
- План прядения приведен в таблице 3.

Таблица 3. План прядения

Наименование переходов	Развес входящей ленты, г/м	Число сложений	Вытяжка	Развес выходящей ленты, г/м	Скорость, м/мин
Ленточная машина	20,00	6	8	14,58	100
Ленточная машина	14,58	4	6	9,72	100
Ленточная машина	9,72	4	6	6,48	100
Ровничная машина	6,48	1	9	0,72	50
Прядильная машина	0,72	1	16	45 текс	5000 об/мин

Результаты и их обсуждение

Полученные смешанные пряжи пенька/

шерсть и лен/шерсть показали следующие физико-механические показатели:

Таблица 4. Физико-механические показатели пряжи

Наименование показателей	Единица измерения	Показатели пряжи	
		Пенька/шерсть	Лен/шерсть
Фактический метрический номер	НМ	21,2	23,0
Крутка пряжи	Кручений/м	550	550
Разрывная нагрузка относительная	сН/текс	10,8	12,6

Обрывность в прядении для пряжи пенька/шерсть составила 270 обрывов на 1000 веретено-часов, для пряжи лен/шерсть – 148. Основные обрывы были вызваны по следующим причинам:

- обрыв ровницы - 34%
- обрыв на кольце - 36 %
- захлесты - 11%
- обрыв у вытяжного цилиндра - 19 %.

Основная причина обрывов для пряжи пенька/шерсть-неровнота волокон по длине и неоптимальное замасливание в прядении. Волокна пеньки были очень скользкие, то есть очень низкий коэффициент трения. Поэтому была повышенная обрывность ровницы. Так же короткая средняя длина лубяных волокон приводила к снижению контроля за движением. В целом процесс прядения пряжи из смеси льноволокна и шерстяного волокна происходил более оптимально по сравнению с пряжей из пеньковолокна.

Получали пряжу линейной плотности 45

текс при крутке 550 кр/м.

Сравнительный анализ показал, что льно-шерстяная пряжа обладает более высокими прочностными характеристиками (12,6 сН/текс) по сравнению с пенько-шерстяной (10,8 сН/текс).

Обрывность в процессе прядения составила:

- 270 обрывов/1000 веретено-часов — для смеси пенька/шерсть;
- 148 обрывов/1000 веретено-часов — для смеси лен/шерсть.

Основными причинами обрывов являлись:

- обрыв ровницы — 34 %;
- обрыв пряжи на кольце — 36 %;
- захлесты пряжи — 11 %;
- обрыв мычки у вытяжного цилиндра — 19 %.

Повышенная обрывность пенько-шерстяной пряжи обусловлена значительной неровнотой волокон по длине и низким коэффи-

циентом трения пенькового волокна, что ухудшает контроль в вытяжном приборе. Более короткая средняя длина волокон также снижает стабильность процесса.

В целом процесс переработки льношерстяной смеси характеризовался большей технологической устойчивостью.

Выводы

1. При соответствующей подготовке лубяных волокон возможно получение камвольной пряжи при введении не менее 20 % шерстяного волокна.

2. Для обеспечения стабильности процесса необходимо максимально приблизить параметры лубяных волокон к характеристикам тонкой шерсти:

- линейная плотность — 0,3–0,5 текс;
- средняя длина — 65–80 мм;
- коэффициент вариации по длине — не более 50 %.

3. Рекомендуется применение замасливающих препаратов, повышающих коэффициент статического трения.

4. Целесообразно включение перехода обработки ленты на ленточно-разрывной машине.

5. При сухом способе прядения на камвольном оборудовании возможно получение пряжи линейной плотности до 40 текс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Assanova Albina, Otyunshiyev Murat, Hans-Jörg Gusovius, Yelzhas Otyunshiyev, Saule Rakhimova // Evaluation of Linseed Straw as a Fiber Resource from Kazakh Agriculture/Journal of Natural Fibers (Q1) Том 21, 2024, Выпуск 1

2. Шаймерденов Ж.Н., Сакенова Б.А., Далабаев А.Б. Использование соломы масличного льна для получения волокна различного назначения /Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: тезис XX Международной научно-практической конференции. Издательство: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул), 2019. – С.450-453

3. Sheychenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation // Independent Journal of Management & Production. – 2019. – Vol.10, Issue 7. – pp.687-701

4. Асанова А.Н., Ермекбай К.Н., Отыншиев М.Б., Джурина И.М. Влияние лигнина и гемицеллюлозы на свойства лубяных волокон 1 Международная научно-практическая конференция "Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий", 14-15 мая 2019 г. -С. 56-57

5. Стокозенко В.Г., Морыганов А.П., Ларин И.Ю., Воронина Е.Р. Исследование влияния

щелочной обработки на состав и свойства элементаризованного льняного волокна// Химия растительного сырья. 2017 г. -№ 2. -С.143-148

6. Отыншиев М.Б., Ермекбай К.Н., Есеркепбай К., Ниязбеков Б.Ж., Асанова А.Н. Прибор для определения фрикционных свойств волокон //Вестник Алматинского технологического университета, №3(1), 2020. -С.14-21

7. Role of the decortication process in the primary processing of straw of technical hemp Assanova A.N., Otyunshiev M.B., Jurinskaya I.M., Onggar T.// Журнал Технология текстильной промышленности, Россия, г.Иваново. Серия: «Известия высших учебных заведений», 2019, №6 (384). -С.303-307

8. Асанова А.Н., Отыншиев М.Б. Технология изготовления пряжи из масличного льна казахстана на камвольном шерстяном оборудовании /Международная научная конференция Инновационные решения технологических и экологических проблем в сельском хозяйстве, хлопковой и легкой промышленности международная научно-практическая конференция 15 ноября, 2024 года.-С.126-130

9. Baghaei B., Skrifvars M. Mechanical properties of hybrid yarns based on hemp and synthetic fibers // Journal of Industrial Textiles. – 2022

10. Нұрсерік Б., Асанова А.Н., Джурина И.М. Майлы зығыр сабақтарын механикалық әдіспен талшықсыздандыру дәрежесін анықтау // Вестник Алматинского технологического университета, №4. 2020. -С.26-30

11. Cierpucha W., Kozłowski R., Mańkowski J., Waśko J., Mańkowski T. Applicability of Flax and Hemp as Raw Materials for Production of Cotton-like Fibres and Blended Yarns in Poland. // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 2004, Vol. 12, No. 3 (47). - P. 13-18

12. Salentijn E.M.J. et al. The potential of hemp fibres for textile applications // Frontiers in Plant Science. – 2021. – Vol. 12

13. Сейітмұрат А.Ж., Отыншиев М.Б., Джурина И.М. Этапы первичной переработки стеблей конопли в волокно /Устойчивое развитие производства новых волокон и текстильных изделий 2019: Сб. докл. I Междун.научн.-практ.конф. – Алматы, 2019. -С. 52-54

14. Liu M., Fernando D., Daniel G. Hemp fiber processing and properties for textile applications // Textile Research Journal. – 2021. – Vol. 91(15–16)

15. Разумеев К.Э. Проектирование шерстяной гребенной ленты и пряжи на основе инструментального определения свойств невытравленной шерсти - М.: МГТУ, 2005 г. - 248 с.

REFERENCES

1. Assanova Albina, Otyunshiyev Murat, Hans-Jörg Gusovius, Yelzhas Otyunshiyev, Saule Rakhimova // Evaluation of Linseed Straw as a Fiber Resource from Kazakh Agriculture/Journal of Natural Fibers (Q1) Том 21, 2024, Vypusk 1

2. Shaymerdenov ZH.N., Sakenova B.A., Dalabayev A.B. Ispol'zovaniye solomy maslichnogo

l'na dlya polucheniya volokna razlichnogo naznacheniya [The use of flaxseed straw to produce fiber for various purposes] // *Sovremennyye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: tezis XKH Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Izdatel'stvo: Altayskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet im. I.I. Polzunova (Barnaul), 2019. – S.450-453. (in Russian)

3. Sheychenko V., Marynchenko I., Dudnikov I., Korchak M. Development of technology for the hemp stalks preparation // *Independent Journal of Management & Production*. – 2019. – Vol.10, Issue 7. – P.687-701

4. Asanova A.N., Yermekbay K.N., Otyynshiyev M.B., Dzhurinskaya I.M. Vliyaniye lignina i gemitsellyulozy na svoystva lubyanykh volokon [The influence of lignin and hemicellulose on the properties of bast fibers] // 1 *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy"*, 14-15 maya 2019 g., s. 56-57 (in Russian)

5. Stokozenko V.G., Moryganov A.P., Larin I.YU., Voronina Ye.R. Issledovaniye vliyaniya shchelochnoy obrabotki na sostav i svoystva elementarizovannogo l'nyanogo volokna [Study of the influence of alkaline treatment on the composition and properties of elementalized flax fiber] // *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2017 g., № 2, s. 143-148 (in Russian)

6. Otyynshiyev M.B., Yermekbay K.N., Yeserkepbay K., Niyazbekov B.Zh., Assanova A.N. Pribor dlya opredeleniya friktsionnykh svoystv volokon [Device for determining the frictional properties of fibers] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, №3(1), 2020, s.14-21 (in Russian)

7. Assanova A.N., Otyynshiev M.B., Jurinskaya I.M., Onggar T. Role of the decoration process in the primary processing of straw of technical hemp // *Zhurnal Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti, Rossiya, g.Ivanovo. Seriya: «Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy»*, 2019, №6 (384), s.303-307

8. Assanova A.N., Otyynshiyev M.B. Tekhnologiya izgotovleniya pryazhi iz maslichnogo l'na kazakhstana na kamvol'nom sherstyannom oboru-

dovaniy [Technology for producing yarn from Kazakhstan's oilseed flax on worsted wool equipment] // *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya Innovatsionnyye resheniya tekhnologicheskikh i ekologicheskikh problem v sel'skom khozyaystve, khlopkovoy i legkoy promyshlennosti mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 15 noyabrya, 2024 goda*, s.126-130 (in Russian)

9. Baghaei B., Skrifvars M. Mechanical properties of hybrid yarns based on hemp and synthetic fibers // *Journal of Industrial Textiles*. – 2022

10. Nurserik B., Assanova A.N., Jurinskaya I.M. Mayly zygyr sabak taryn mekhanikalyk, әдіспен talshyk, syzdandyru дәрежесін анық тау [Determination of the degree of fiberization of oil flax stalks by mechanical method] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, №4, 2020, s.26-30 (in Kazakh)

11. Cierpucha W., Kozłowski R., Mańkowski J., Waśko J., Mańkowski T. Applicability of Flax and Hemp as Raw Materials for Production of Cotton-like Fibres and Blended Yarns in Poland. // *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2004, Vol. 12, No. 3 (47). - P. 13-18

12. Salentijn E.M.J. et al. The potential of hemp fibres for textile applications // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – Vol. 12

13. Seyitmurat A.ZH., Otyynshiyev M.B., Jurinskaya I.M. Etapy pervichnoy pererabotki stebly konopli v volokno [Stages of primary processing of hemp stems into fiber] // *Ustoychivoye razvitiye proizvodstva novykh volokon i tekstil'nykh izdeliy 2019: Sb. dokl. I Mezhdun. nauchn.-prakt. konf.* – Almaty, 2019. S. 52-54 (in Russian)

14. Liu M., Fernando D., Daniel G. Hemp fiber processing and properties for textile applications // *Textile Research Journal*. – 2021. – Vol. 91(15–16)

15. Razumeyev K.E. Proyektirovaniye sherstyanoy grebennoy lenty i pryazhi na osnove instrumental'nogo opredeleniya svoystv nemytoy shersti [Design of combed wool sliver and yarn based on instrumental determination of the properties of unwashed wool] - M.: MGTU, 2005 g. s.248 (in Russian)