

УДК 615.46:677.11

## Льняное сырье в изделиях медицинского и санитарно-гигиенического назначения

В. В. Живетин, Б. П. Осипов, Н. Н. Осипова

*БОРИС ПЕТРОВИЧ ОСИПОВ* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом ФГУП ЦНИИЛКА. Область научных интересов: текстильное материаловедение, испытания текстильных материалов, стандартизация и сертификация текстильной продукции, медицинский текстиль.

*НИНА НИКОЛАЕВНА ОСИПОВА* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией физико-химических исследований ФГУП ЦНИИЛКА. Область научных интересов: физико-химические методы исследований и химическая технология текстильных материалов, медицинский текстиль.

115162 Москва, ул. Шухова, д. 14, ФГУП ЦНИИЛКА, тел. (095)237-05-71, факс (095)237-35-45,  
E-mail nauka@tsniilka.ru

Во все времена здоровье являлось главным богатством человека, поэтому все, что связано с сохранением и восстановлением его заслуживает серьезного внимания.

В настоящее время Россия при производстве текстильных изделий и изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения в сырьевом отношении из-за отсутствия собственного хлопка зависит от зарубежных стран и республик СНГ. При этом зачастую на российский рынок поступает хлопок, не соответствующий медицинским требованиям. В связи с этим актуальна разработка и освоение новых материалов для изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения (вата, ватно-марлевые изделия, перевязочные средства, хирургические нити, средства индивидуальной защиты и др.).

Использование льна вместо хлопка позволит переориентировать производство изделий медицинского и

санитарно-гигиенического назначения на отечественное сырье и ограничить зависимость России от импортного хлопка. При этом необходимо отметить, что это отечественное сырье является высококачественным и экологически чистым даже по сравнению с лучшими сортами хлопка.

Сейчас происходит переориентация текстильной промышленности на новые виды сырья и в хозяйственный оборот вовлекается целлюлозное сырье с более низким уровнем полезных (технологических и потребительских) свойств. Кроме льна-долгунца и конопли увеличивается выработка волокнистой части льна-межеумка, льна-кудряша, кудельной пеньки и др.

Создана концепция глубокой переработки волокон лубяных культур, в соответствии с которой разработан более дифференцированный подход к переработке волокна: высококачественное чесаное волокно применяют для производства тонких чистольняных тканей элитного ассортимента, волокно средних номеров — в традиционном бытовом тканом и трикотажном ассортименте, а высвободившееся из производства материалов технического ассортимента короткое волокно используется для производства гигроскопичных текстильных изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения и продукции одноразового и краткосрочного применения.

Таблица 1

Зависимость электризуемости текстильных полотен от их состава

Состав полотна	Сопротивление, Ом
Хлопок (100 %)	$5,5 \cdot 10^{11}$
Лен (100 %)	$5,1 \cdot 10^9$
Хлопок/ПЭ (50/50)	$5,3 \cdot 10^{11}$
Лен/ПЭ (50/50)	$1,7 \cdot 10^{10}$

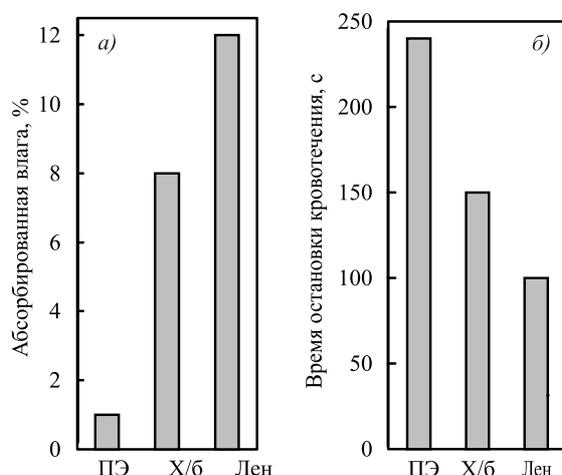


Рис. 1. Способность различных волокон поглощать влагу (а) и останавливать кровь (б)

Устойчивость к светопогоде различных полотен

Вид ткани	Толщина, мм	Коэффициент пропускания света	Коэффициент отражения света	Тепловое сопротивление, град·м <sup>2</sup> /ккал
Льняное полотно арт. 04105	0,32	0,32	0,61	0,108
Хлопчатобумажное полотно (мадаполам)	0,39	0,36	0,59	0,118

Таблица 3

Влияние солнечного излучения на прочность текстильных материалов

Вид волокна	Время облучения (ч) на солнце, после которого прочность уменьшается на 50 %
Шелк	200
Джут	400
Хлопок	940
Лен	1100

Преимущества изделий из льняного волокна по сравнению с хлопковыми определяются особенностями его химического состава и строения и обеспечивают прекрасные гигиенические и потребительские свойства тканей [1, 2]: высокую гигроскопичность (рис. 1,а) [3], легкую отстирываемость, низкую электризуемость (табл. 1), устойчивость к старению (светопогоде) (табл. 2 и 3), устойчивость к трению и многократным изгибам, которые обуславливают его долговечность.

Кроме того, изделия из льняного волокна обладают еще и рядом уникальных *медико-биологических свойств*.

**Способность угнетать жизнедеятельность микрофлоры.** Исследования, проведенные в России, показали, что чистольняная беленая ткань со структурными характеристиками целлюлозы, близкими к характеристикам нативной льняной целлюлозы, способна полностью задерживать рост и размножение колоний бактерий и грибов (табл. 4). При этом не последнюю роль играют параметры технологии подготовки ровницы к прядению.

Кроме жизнеспособности микрофлоры на поверхности льняной ткани оценивалась также и антимикробная активность перевязочных средств на основе льноволокна: зона задержки роста *St. aureus* у льносодержащих пе-

Таблица 4

Зависимость содержания микрофлоры в текстильных полотнах от сырьевого состава

Вид ткани	Общее число бактерий (ОЧБ)	Общее число грибков (ОЧГ)
Льняная суровая	13500	0
Льняная беленая	1725	0
Хлопковая суровая	87500	26000
Хлопковая беленая	22335	0

ревязочных средств почти в 2 раза больше, чем у хлопковых (11 мм против 7 мм) [4].

**Совместимость с живыми биологическими объектами.** Биологические исследования на животных, проведенные авторами совместно с Институтом хирургии им. А. В. Вишневского РАМН (Россия), и обширные клинические испытания (более 700 оперативных вмешательств, в т. ч. на сердце) показали, что чисто льняная хирургическая нить после заживления шва в течение 2–3 месяцев рассасывается и усваивается организмом без каких-либо аллергических последствий, что особенно важно при внутриполостных операциях, тогда как даже белковые хирургические нити (шелк) инкапсулируются, обызвествляются и требуют удаления после заживления шва.

**Способность останавливать кровотечение.** Она отмечалась еще в начале века во фронтových госпиталях, где для остановки кровотечения использовались льняные повязки. Гемостатический эффект был подтвержден отечественными клиническими испытаниями льняных ватно-марлевых изделий и перевязочных средств. Льняные перевязочные средства быстрее останавливают кровь (рис. 1,б), не прилипают к раневой поверхности, не наблюдается подтекание раневого экссудата и загноения, т. е. развитие микрофлоры.

**Эффективная кинетика выхода лекарственных средств.** Десорбция лекарственных средств в течение первого часа с льняных повязок составляет 70 % (против 50 % для хлопковых), что очень хорошо для лечебных повязок и средств оказания первой медицинской помощи, а также изделий санитарно-гигиенического назначения, имеющих контакт с биологическими средами (носовые платки, покровные слои для подгузников и др.).

**Антипролежневый эффект.** Пролежень — язвенно-некротический процесс, развивающийся у ослабленных больных на тех областях тела, которые подвергаются давлению. Пролежни лечат по общим правилам ведения некротических язв, т. е. необходимо предотвращать переход сухого некроза во влажный, для этого рекомендуется протирать кожу вокруг пролежня, а также удалять омертвевшие ткани при проявлении демаркационной линии. При контакте пролежня с льняной тканью происходит высушивание поверхности (рис. 2), оттягивание продуктов некротического разложения, а усилие при удалении льняной ткани с поверхности пролежня ниже в 2–3 раза.

В России созданы антипролежневые салфетки из чистольняной ткани с нанесением на нее антипролежневого отечественного лекарственного препарата растительного происхождения. Препарат расщепляет омертвевшие нежизнеспособные ткани, а льняная ткань впитывает их. Сокращается число перевязок и расход лекарственного препарата. Сроки заживления пролежней и появления свежего эпителия сокращаются в 2 раза.

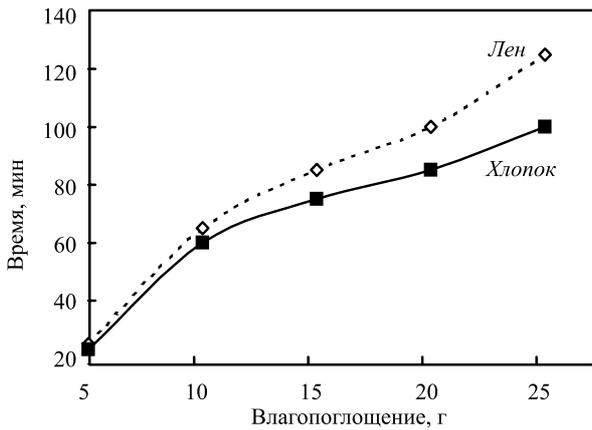


Рис. 2. Кинетические кривые поглощения тканью влаги с поверхности тела

**Благотворное влияние на терморегуляторный механизм организма.** При работе средней тяжести влажность воздуха под одеждой человека уже через 10 мин возрастает до 100%, а средневзвешенная температура кожных покровов и тела повышается соответственно на 3 и 1,5 °С. При подобных нагрузках, как правило, происходит обильное потоотделение. Увлажнение потом средств индивидуальной защиты (спецодежды) может существенно увеличить проникновение через нее водорастворимых вредных веществ, а при увлажнении повязок с лекарственными препаратами способно нейтрализовать действие препаратов.

Жесткость, воздухопроницаемость (рис. 3) и высокая теплопроводность льняных материалов создают оптимальные тепловые условия для организма, его сердечно-сосудистой деятельности (ЧСС снижается на 20–40 удар/мин) и дыхания по сравнению с работой в общепринятых средствах индивидуальной защиты (рис. 4). В условиях жаркого климата у людей при быстрой ходьбе в льняной одежде потери пота за 1 ч на 50–100 г меньше, чем в одежде из хлопка, а темпе-

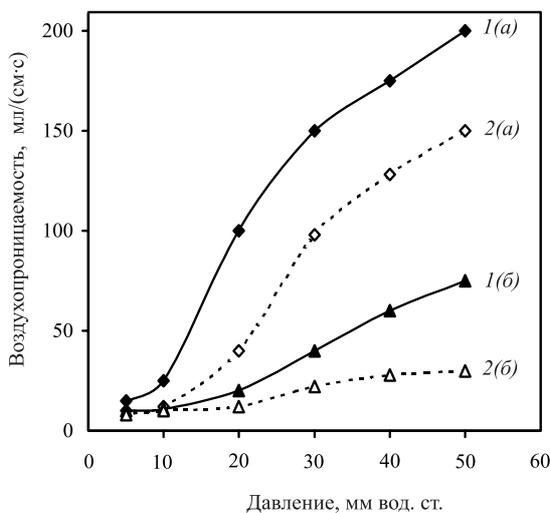


Рис. 3. Воздухопроницаемость льняной (1) и хлопчатобумажной (2) ткани одинаковой структуры в сухом (а) и мокром (б) состояниях

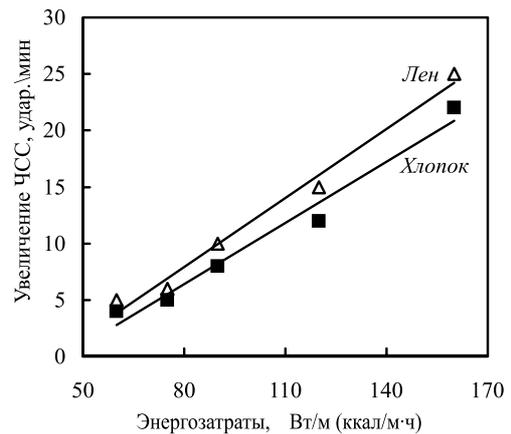


Рис. 4. Зависимость частоты сердечных сокращений (ЧСС) у работающего человека от материала одежды

ратура кожи ниже на открытой поверхности на 2–2,5 °С, а под одеждой на 3–4 °С.

Изучение физиологических параметров показало, что работа в вентилируемых льносодержащих изделиях дает высокий социально-экономический эффект за счет уменьшения общего вредного воздействия производственных факторов, снижения загрязненности кожных покровов и концентраций вредных веществ во вдыхаемом воздухе, температуры воздуха под маской и одеждой, температуры кожных покровов и тела работающего, снижения индекса категории тяжести труда и в итоге снижения заболеваемости. В результате повышается производительность труда и сокращается время выполнения технологических операций.

**Высокая сорбционная способность** проявляется в более интенсивном, чем у хлопка сорбировании микроорганизмов с кожи. Поскольку льняная ткань легко отстирывается, ее можно рекомендовать для носки в местах скопления людей (транспорт, больницы, гостиницы).

Смыв органических выделений с ткани после контакта с кожей человека содержит от 100 до 200 мг сухих веществ на 10 г ткани.

**Способность поглощать свободные радикалы** обусловлена наличием в льняном волокне лигнина ароматической природы. Известно, что свободные радикалы образуются обычно в результате воздействия ионизирующего излучения и вызывают преждевременное старение организма и опухолевые заболевания. Использование лигнинсодержащих материалов в быту для защиты от ультрафиолетового излучения (особенно в районах озоновых дыр) способствует сохранению здоровья и трудоспособности населения.

Литературные данные [5, 6] свидетельствуют, что ткани, содержащие волокна лубяных культур, лучше защищают от УФ-излучения, чем хлопчатобумажные и смесовые ткани с химическими волокнами.

**Благотворное влияние на состояние мышечной системы человека.** Мышцы — это «машины», преобразующие химическую энергию непосредственно в механическую работу и в тепло. В работе [7] приведены данные о влиянии одежды смесового состава на работоспособность мышечной системы человека, а на рис. 5 — кривые измерения частоты сокращения ручных мышц

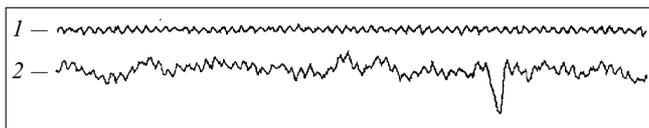


Рис. 5. Кривые мышечных сокращений после 8 ч механической работы в одежде из льняной ткани (1) и из полиэтира (2)

человека в льносодержащей одежде и одежде из химического волокна. Как видно, в первом случае состояние мышц расслабленное, а во втором наблюдается мышечное утомление.

**Благотворное воздействие на иммунитет и кожу человека.** Требования, которые до недавнего времени предъявляли к материалу для одежды покупатели и производители, известны: он должен быть высококачественным, модным, должен держать форму, быть приятным в носке, легким в уходе и, по возможности, недорогим. Насколько вреден он для человека, об этом думали в последнюю очередь или не думали вовсе. Но такая опасность существует. И дело здесь не только в природе материала, но и в том, что под воздействием неблагоприятной экологической обстановки снижается иммунитет человека. Результаты исследований зарубежных ученых свидетельствуют об уменьшении негативного экологического влияния при использовании льняных полотен в качестве постельного белья — зафиксирован рост содержания иммуноглобулина. В связи со сказанным, перспективным направлением является разработка профессиональной, повседневной и детской одежды: здесь особенно ценятся гигиенические свойства материала.

В настоящее время около 5 % европейского населения страдает нейродермитом, от 15 до 25 % — атопическим диатезом кожи. У больных нейродермитом наблюдается аллергия на шерсть, хлопок, синтетические волокна (лавсан, полиамидные нити). Различия в реакции кожи на такие волокна особенно заметны зимой. Основную роль раздражителя здесь играет текстильный материал, а также химические вещества, которые были использованы при его производстве и отделке. И здесь лен оказывается самым безопасным материалом.

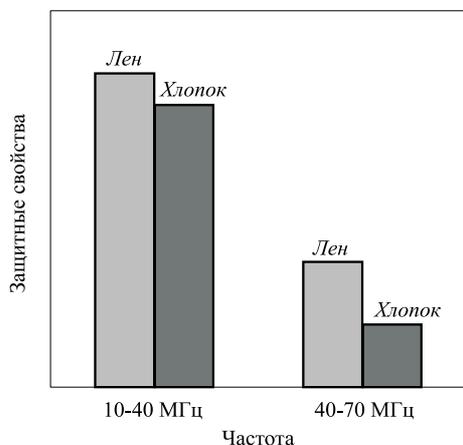


Рис. 6. Зависимость защитных свойств текстильных материалов от электромагнитного излучения в разных диапазонах частот

**Поглощение мягкого ионизирующего излучения** — совершенно уникальное свойство текстильных льно-содержащих материалов. Оно обусловлено наличием в льняном волокне лигноуглеводного комплекса (2,5–5,5 %), особенно в низкокачественной составляющей льняного волокна, и примесями солей тяжелых и редких металлов (в пределах ПДК). Как показали поисковые исследования в этом направлении текстильное полотно из льняного сурового волокна способно ослаблять интенсивность слабого ионизирующего излучения на 10–30 %, а после специальных обработок почти полностью подавлять электромагнитное излучение (рис. 6).

**Снижение статического электричества.** Создание комфортных условий жизнедеятельности организма включает, помимо перечисленного выше уменьшение статического электричества в помещениях, и лен этому способствует, что проверено испытаниями на Российской Антарктической станции «Восток» (рис. 7).

Появление электрических зарядов во время ношения одежды отрицательно влияет на работу сердечно-сосудистой системы. Поэтому в швейных изделиях рекомендуется применение льняных волокон, которые, с одной стороны, снижают или устраняют электризуемость при трибоэлектрическом контакте с различными видами контрповерхности, а с другой, — повышают электропроводность одежды.

Феноменальные свойства волокон лубяных культур стимулировали разработку нового ассортимента с повышенным содержанием этих волокон для изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения. Эти изделия безупречны в плане медицинских, биологических и защитных свойств.

Ассортимент медицинских изделий достаточно обширен и включает в себя гигроскопическую медицинскую вату, ватно-марлевые изделия, современные перевязочные средства, индивидуальные перевязочные пакеты, комплекты белья для рожениц, предметы женской гигиены, атравматические медицинские салфетки, салфетки с антимикробными пропитками пролонгированного действия, компрессионные изделия (бандажи, наколенники, налокотники и др.), эластичные бинты, комплекты одеж-

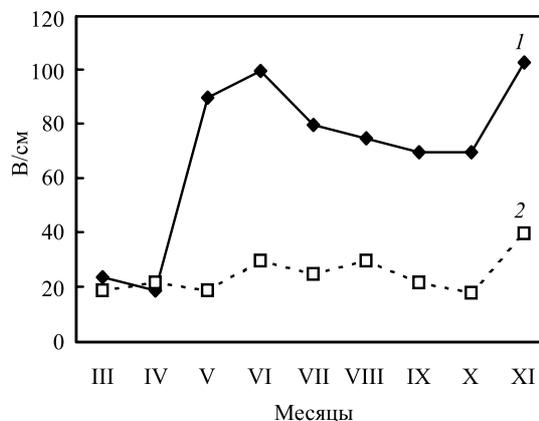


Рис. 7. Снижение статического электричества в помещениях антарктической станции «Восток» при использовании льняных тканей в интерьере. 1 — Контроль (без льна), 2 — лен

ды для врачей, в том числе одноразовые и краткосрочного пользования и др.

Созданы новые перевязочные средства и изделия на основе льносодержащих материалов с лекарственными средствами, что отвечает требованиям практической хирургии к современным средствам местного лечения ран для эффективного подавления патогенной микрофлоры и неосложненного заживления ран. Аналогичные требования предъявляются и к средствам первой медицинской помощи.

При создании средств индивидуальной защиты человека в экстремальных условиях, в том числе в условиях технического излучения, и различных защитных средств и снаряжений учитывали следующие требования: обеспечение эффективной защиты от разнообразных поражающих факторов в чрезвычайных ситуациях; исключение или ослабление токсического, раздражающего и сенсибилизирующего воздействия на организм человека; обеспечение комфортности работы человека.

Разработка указанных изделий и одежды с добавлением льна обусловлена влиянием природных свойств этого волокна на иммунную, сердечно-сосудистую, мышечную, эндокринную и нервную системы человека.

В процессе создания перечисленных материалов разработаны (ФГУП ЦНИИЛКА):

- технологические регламенты и нормативная документация,

- новые методики оценки микробиологических и санитарно-гигиенических свойств текстильных льносодержащих материалов для медицинской практики; проведена широкая промышленная апробация, в том числе выполнены опытные партии; проведены медикобиологические и приемочные испытания; освоено промышленное производство на отдельных предприятиях; разработаны бизнес-планы на расширение выпуска текстильных изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения из отечественного льна и льносодержащих материалов.

Исследования ФГУП ЦНИИЛКА совместно с Государственным центром перевязочных, шовных и полимерных материалов в хирургии Института хирургии им. А. В. Вишневского РАМН показали, что льняное волокно очень перспективно для создания волокнистых материалов медицинского и санитарно-гигиенического назначения, как в плане показателей качества, так и биостойкости, что особенно важно при оказании первой медицинской помощи.

С учетом требований, предъявляемых к медицинским сорбционным волокнистым материалам, в ФГУП ЦНИИЛКА разработан комплекс оригинальных технологий механической, физико-химической и биохимической (энзиматической) модификации льняного волокна. Модифицированные волокна по сорбционным параметрам и технологичности переработки на чесальных агрегатах имеет выраженные преимущества с немодифицированными аналогами.

На основе модифицированного волокна разработана технология нетканого медицинского холстопршивного безниточного льносодержащего полотна и индивидуальных перевязочных льносодержащих пакетов, которые прошли весь комплекс медико-экспериментальных, токсикологических, приемочных технических испытаний, широких клинических испытаний и разреше-

ны Минздравом РФ к широкому медицинскому применению.

Было изучено также создание на основе льна биологически активных комплексов с лекарственными препаратами. При выборе антисептических препаратов для первичных повязок в хирургии необходимо учитывать их возможное аллергическое действие, что выдвигает на первый план группу антисептических препаратов растительного происхождения.

Антимикробные льняные материалы могут найти применение и для производства изделий санитарно-гигиенического назначения (постельное, нательное белье, предметы личной гигиены) в условиях высокого риска инфицирования. Поисковые исследования при разработке антимикробных льняных материалов осуществляли с учетом области их предполагаемого применения.

Работа по созданию антимикробных льняных материалов была направлена на выбор льняных материалов — основы для введения антимикробных препаратов и лекарственных средств с учетом области возможного применения льняных материалов; на комплексное медико-лабораторное исследование перевязочных материалов на основе антимикробного льносодержащего сырья.

С учетом требований, предъявляемых к лечебным и первичным повязкам, при разработке антимикробных льняных материалов в качестве основы было использовано холстопршивное безниточное нетканое полотно.

В качестве лекарственных средств были апробированы следующие антисептические препараты: хлоргексидин биглюконат (для антимикробных лечебных перевязочных средств), повидон (для лечебно-профилактических перевязочных средств и средств оказания первой медицинской помощи для взрослых и детей), сангвиритрин (для перевязочных средств первой медицинской помощи, изделий санитарно-гигиенического назначения, в том числе и детского ассортимента).

Эти препараты хорошо иммобилизуются на льняном волокне, причем в ряде случаев более эффективно, чем на хлопковом, и это открывает широкие возможности для создания ассортимента биологически активных льняных медицинских материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В. В., Гинзбург Л. Н. Лен на рубеже XX–XXI веков. М., ИПО «Полигран», 1998. 183 с.
2. Вадковская Ю. В., Миронова А. А., Раппопорт К. А. // Текст. пром. № 1. 1962. С. 24–27.
3. Иванникова И. М. К вопросу оценки свойств тканей, определяющих гигиеничность летней одежды. // Тр. ЦНИИ промышленности лубяных волокон. т. XXII. 1966. С. 159–185.
4. Осипов Б. П. и др. // Мат. 4-й Межд. конф. «Современные подходы к разработке и клиническому применению эффективных перевязочных средств, шовных материалов и полимерных имплантатов» М. 27–28 ноября 2001 г. М.: изд. АООТ «Политех-4», с. 44–46.
5. Козловская Р., Манис С., Козловская Я. Докл. на научной конф. 3-ей Всерос. выставке-ярмарке «Российский лен — 2000». Вологда. 2000, с. 10–30.
6. Zimnevska M. // Proceedings of Second Global Workshop, Bast Plants in the New Millennium. 3–6 June. 2001. Borovets (Bulgaria). P. 332–341.
7. Kozlovski R. Ibid., P. 15–30.