

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ТРЕСТЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

И.А. Меняйло-Басистая

УДК 677.11.021

### РЕФЕРАТ

*Отсутствие в Украине собственного производства первичных полуфабрикатов поставило предприятия отрасли в полную зависимость от импортеров сырьевых ресурсов. По запасам и возможностью освоения в ближайшие годы наибольшее значение для действующих и строящихся предприятий имеет такой вид сырья, как солома льна масличного. Таким образом, возникла необходимость в разработке технологического процесса приготовления тресты из соломы льна масличного с целью получения новых технологий и последующей ее переработкой на волокно для получения целлюлозосодержащих полуфабрикатов различного назначения. Получение целлюлозосодержащих полуфабрикатов из тресты льна масличного позволит по-новому построить ассортиментную политику, производить новые виды изделий из отечественного экологически чистого, натурального сырья, что будет способствовать обеспечению экономической независимости Украины в производстве нетканых, строительных и армирующих композиционных материалов и позволит увеличить занятость сельхозпроизводителей и работников различных отраслей промышленности.*

### ABSTRACT

*The absence in Ukraine of its own production of primary semi-finished products put the enterprises of branch in full dependence on importers of raw material resources. In terms of reserves and the possibility of development in the coming years the most important for operating and under construction of enterprises is such type of raw materials as straw of oilseed flax. Thus, emerged the necessity for the development of a technological process of the preparation of the flax straw of oilseed flax in order to obtain new technologies and its further processing in fiber to obtain cellulose-containing semi-finished products of various purposes is emerged. Obtaining cellulose-containing semi-finished products from oilseed flax retted straw allows to produce new types of products of domestic ecologically pure natural raw materials that will contribute to the economic independence of Ukraine in the production of nonwoven, building and reinforcing composite materials and will allow to increase the employment of farmers and employees in the different industries.*

### ВСТУПЛЕНИЕ

Отсутствие в Украине собственного производства первичных полуфабрикатов поставило предприятия отрасли в полную зависимость от импортеров сырьевых ресурсов. При этом сельское хозяйство, производя ежегодно в большом количестве зерновые, технические и другие культуры, обладает огромными ресурсами побочных продуктов, которые могут быть использованы в качестве сырья в различных отраслях промышленности. К этим видам недревесного сырья относятся солома злаковых культур, солома льна-долгунца, льна масличного, конопли, жгута, кукурузы и др. Таким образом, растительное сырье из однолетних растений привлекает все большее внимание специалистов различных отраслей промышленности. По запасам и

возможности освоения в ближайшие годы наибольшее значение для действующих и строящихся предприятий имеет такой вид сырья, как солома льна масличного. Ведь в последние годы на юге Украины значительно выросли посевы льна масличного. Если в 2002 году посевные площади льна масличного в Украине составляли 9,3 тыс. га, то в 2008 году – 50,1 тыс. га, то есть увеличились в 5 раз. Урожайность соломы льна масличного составляет 2,0 – 2,5 тонны с гектара. Следовательно, количество соломы ежегодно сжигаемой на полях, в среднем составляет 100 тыс. тонн, несмотря на то, что содержание в ней целлюлозных волокон достигает 25 %, древесины – 70 %.

Стебли льна масличного, как показал анализ научно-технической литературы, являются

источником высококачественного сырья для производства различных целлюлозосодержащих материалов. В Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации легкой промышленности Российской Федерации, Научно-исследовательском институте нетканых материалов и Центральном научно-исследовательском институте хлопчатобумажной промышленности были проведены экспериментальные исследования, в результате которых выявлено, что волокно льна масличного можно использовать для получения эфиров целлюлозы и всех продуктов, получаемых на ее основе [1 – 3]. В результате работ, проведенных в ЦНИИЛКА и других научно-исследовательских институтах, доказана возможность получения льняной микроскопической целлюлозы льна масличного [4 – 9]. В работах Чурсиной Л.А., Тихосовой А.А., Дейкун И.М., Горач О.А. (Украина), Артемова А.В., Кочарова С.А., Захарова А.П., Яруллина Р.Н. (Россия) показана возможность получения целлюлозы из волокон льна для дальнейшего использования [1, 10 – 12].

Лубоволокнистый материал может использоваться как армирующий в конструкционных полимерных материалах, и не в виде предварительно сформированного нетканого материала, а в виде смеси с нагретым полимером получаемого в процессах литья, экструдирования или прессования. Стекловолокно, применяемое в настоящее время в композиционных полимерных материалах, заменяют льном или коноплей, что делает их дешевле, а производство более безопасным, утилизацию проще. Кроме того, изделия, содержащие лубяное волокно, а не стекловолокно, получают более легкими и менее ломкими. Сейчас в ряде северных стран (Финляндия, Норвегия, Германия) посеvy льна ориентированы на промышленное использование волокна в конструкционных материалах. Наиболее широкое применение композиционные материалы, армированные растительными волокнами, нашли в автомобильной промышленности. В Западной Европе потребление натуральных волокон в автомобильной промышленности в 2000 г. составило 8,6 тыс. т, в 2009 г. – 47,1 тыс. т, то есть выросло почти в 6 раз.

Таким образом, волокно льна масличного имеет широкий спектр применения.

Актуальность темы исследований. Исходя из

доступности и невысокой стоимости такого вида сырья, как лен масличный, возникла необходимость в разработке технологического процесса приготовления тресты из соломы льна масличного с целью получения целлюлозосодержащих полуфабрикатов различного назначения.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** – определить возможность получения целлюлозосодержащих полуфабрикатов с требуемыми свойствами с помощью применения нового способа получения тресты с использованием искусственного увлажнения соломы льна масличного композиционным препаратом.

В настоящее время большую часть льняной тресты (около 90 %) получают расстилом. Этот способ является несовершенным по ряду причин, но при благоприятных условиях все же возможно получить тресту высокого качества [12].

Однако сравнительно с расстилом соломы льна-долгунца превращение соломы льна масличного в тресту биологическим способом имеет свои особенности. Как показывают исследования, солома льна масличного превращается в тресту значительно сложнее и более длительно, чем солома льна-долгунца, что связано с количественным и видовым составом микрофлоры процесса расстила, а также с разным химическим составом стеблей и анатомическим строением этих групп льна.

#### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Учеными кафедры товароведения, стандартизации и сертификации Херсонского национального технического университета проведен ряд исследований целлюлозных полуфабрикатов, полученных из волокна льна масличного, а также проведена оценка их качества и пригодности для производства бумаги и композиционных материалов различного назначения. В сотрудничестве с ООО «Прилуки-Пластмасс» (г. Прилуки, Украина) были проведены исследования по использованию льна масличного как наполнителя в композиционных материалах. Экономическая целесообразность использования льна масличного для производства композиционных материалов заключается в замене дорогого иностранного сырья (хлопка) на более дешевое и качественное отечественное сырье.

Предварительно проведенные исследования по изучению физико-химических свойств и методов обработки луба и волокна льна мас-

личного показали, что волокна льна масличного по химическим свойствам и морфологическому строению напоминают хлопок, но имеют разные физико-химические свойства. В результате опытов обнаружено, что смачиваемость волокна льна масличного намного меньше смачиваемости хлопка, что является весомым препятствием для производства композиционных материалов целлюлозосодержащих полуфабрикатов, полученных со льна масличного. Таким образом, возникла необходимость в разработке методики получения волокна со смачиваемостью, близкой к хлопку. Для того, чтобы получить менее трудоемкий и менее затратный способ повышения смачиваемости и при этом сохранить прочность волокна, дополнительную обработку проводили на стадии получения тресты. Для проведения эксперимента использовалась солома льна масличного сорта «Вера». Сорт «Вера» создан в ДПДГ «Асканийское» (Херсонская область, Украина). Однолетнее растение позиционируется как сорт пищевого назначения. Высота растений – 48 – 52 см. Продолжительность вегетационного периода – 75 – 88 дней. Сорт «Вера» устойчив к засухе и полеганию растений, поражению болезнями. Средняя урожайность семян – 1,7 – 1,9 т / га. Потенциальная урожайность – до 25 ц/га. Полевые опыты получения тресты из соломы льна масличного по разработанному способу проводили в почвенно-климатическом районе Херсонской области.

В процессе вылеживания льняной соломы осуществляли тщательный контроль за процессом превращения соломы в тресту путем отбора проб стеблей и инструментального определения показателей отделяемости волокна от древесины и выхода волокна на каждые сутки расстила.

Повторность в полевых опытах пятикратная, размещение вариантов систематическое. Для опытов было взято 15 кг соломы.

Получение тресты из соломы льна масличного проводили путем искусственного увлажнения с использованием химического композиционного препарата, состав которого разработан на кафедре товароведения, стандартизации и сертификации Херсонского национального технического университета и включает в себя мочевины и коттоклорин.

Для выбора наиболее эффективного химического композиционного препарата, с точки зре-

ния формирования физико-химических показателей тресты была исследована смачиваемость волокна льна масличного при использовании различных химических интенсификаторов.

При выборе химического интенсификатора руководствовались следующими критериями: стоимость, доступность, токсичность, реакционная способность, плотность, вязкость и др.

Результаты анализа влияния химических интенсификаторов на волокна льна масличного сорта «Вера», приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние химических интенсификаторов на волокна льна масличного сорта «Вера»

Химические интенсификаторы	Смачиваемость волокна после различного времени обработки, %		
	5 ч	8 ч	10 ч
Синтанол	82,86	84,57	89,61
ДТ5А <sub>1в</sub>	84,15	84,66	88,29
Лаурилсульфат натрия	84,93	89,55	89,82
Неонол	84,78	90,18	96,87
Коттоклорин	85,74	91,38	100,26

По данным таблицы 1 видно, что наилучшие результаты смачиваемости получаются при обработке волокна льна масличного коттоклорином в течение 10 часов. Дополнительным преимуществом использования высокоэффективного смачивателя коттоклорина является то, что он способствует увеличению разволокнения получаемого волокна и не влияет на прочность волокна.

Для того, чтобы объективно подойти к разработке технологии получения целлюлозосодержащих полуфабрикатов из льна масличного, при выполнении данной работы исследовали изменение химического состава волокна в процессе преобразования соломы льна масличного в тресту путем расстила с дополнительным увлажнением композиционным препаратом.

Таким образом, информация о химическом составе стеблей льна в сочетании с требованиями к готовой продукции дает возможность влиять на выбор средств обработки этих стеблей и облагораживание их лубяных частей. Контролируя изменения в химическом составе льняного стебля на разных стадиях его обра-

ботки – от льняной соломы к волокну, можно не только констатировать факты определенных изменений, но и спрогнозировать, как эти изменения повлияют на свойства полуфабрикатов и готовой продукции. С этой целью было определено количественное содержание главных химических компонентов в лубе и волокне льна масличного.

Результаты анализа химического состава льняного луба приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав луба льна масличного сорта «Вера»

Варианты исследований	Содержание, %		
	целлюлоза	лигнин	пектиновые вещества
Вариант 1	61,62	1,95	9,14
Вариант 2	61,75	1,93	8,79
Вариант 3	61,81	2,04	8,81
Вариант 4	61,31	1,71	9,16
Вариант 5	61,39	1,94	8,92
Среднее значение, %	61,58	1,89	8,75
Абсолютное отклонение $\Delta$ , %	0,2	0,1	0,2
Относительное отклонение $\epsilon$ , %	0,3	5,3	2,3

Известно, что биологические способы приготовления льняной тресты вызывают разрушение клеящего комплекса стебля, и лубяные пучки освобождаются от связей с тканями, которые их окружают. На этом принципе основаны процессы биологического замачивания и расстила стеблей льна.

Результаты анализа химического состава волокна, выделенного из льняной тресты, приведены в таблице 3.

Анализируя приведенные в таблице 2 и таблице 3 данные о химическом составе льняного луба и волокна льна масличного, следует отметить, что по содержанию химических компонентов волокно, выделенное из тресты льна масличного, кардинально отличается от льняного луба. Содержание целлюлозы в лубе составляет 61,58 %, а для волокна льна масличного – в среднем 71,17 %. Содержание лигнина в лубе составляет 1,89 %, тогда как для волокна льна масличного этот показатель в среднем состав-

ляет 1,35 %, то есть в 1,4 раза меньше. По содержанию пектиновых веществ также заметны существенные различия между льняным лубом и волокном, выделенным из тресты льна масличного. В лубе льна масличного в среднем содержится примерно 8,75 % пектиновых веществ, а в волокне льна масличного – 6,26 %, то есть в 1,40 раза меньше. Таким образом, применение нового способа получения тресты из соломы льна масличного с использованием искусственного увлажнения композиционным препаратом оказывает положительное влияние на процесс выделения из соломы льна масличного инкрустирующих веществ.

Таблица 3 – Химический состав волокна, выделенного из тресты льна масличного сорта «Вера»

Варианты исследований	Содержание, %		
	целлюлоза	лигнин	пектиновые вещества
Вариант 1	70,41	1,37	6,35
Вариант 2	69,91	1,32	6,61
Вариант 3	70,16	1,34	6,74
Вариант 4	69,85	1,36	6,15
Вариант 5	71,52	1,36	6,43
Среднее значение, %	71,17	1,35	6,26
Абсолютное отклонение $\Delta$ , %	0,2	0,2	0,2
Относительное отклонение $\epsilon$ , %	0,3	14,8	3,8

Увлажнение растворами композиционного препарата на основе мочевины и коттоклорина стеблей льна масличного проводили бытовым разбрызгивателем через каждые 12 часов в течение 3-х суток, и стебли расстилали на опытном участке в естественных условиях. Срок увлажнения составлял 8 – 10 минут до влажности 100 %, что является оптимальными параметрами проведения процесса расстила. Следует отметить, что увеличение продолжительности процесса расстила нецелесообразно из-за негативного влияния на физико-механические характеристики тресты и волокна.

По результатам проведенных исследований видно, что применение предложенного способа

получения тресты из соломы льна масличного позволяет получить в условиях юга Украины тресту нормальной степени вылеживания с низкой себестоимостью за 3 суток расстила, при дальнейшей обработке которой возможно получить целлюлозосодержащие полуфабрикаты с высокими показателями качества для изготовления различных товаров народного потребления. Дополнительными преимуществами использования данного способа является то, что композиционный препарат способствует увеличению разволокнения получаемого волокна.

## ВЫВОД

Получение целлюлозосодержащих полуфабрикатов из тресты льна масличного позволит по-новому построить ассортиментную политику, производить новые виды изделий из отечественного экологически чистого, натурального сырья, что будет способствовать развитию производства нетканых, строительных и армирующих композиционных материалов и позволит увеличить занятость сельхозпроизводителей и работников различных отраслей промышленности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Артемов, А. В. Глубокая переработка льна – область критических технологий / А. В. Артемов // Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации лёгкой промышленности. – 2006. URL <http://www.textileclub.ru>.
2. Смирнова, Т. В. Обзор рынка производителей и потребителей продукции с использованием длинного и короткого льна / Т. В. Смирнова, Т. В. Лотарева, Г. И. Лищина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2005. – № 4 (273). – С. 3-5.
3. Минкевич, И. А. Масличные культуры / И. А. Минкевич, В. Е. Борковский. – Москва : Сельхозиз, 1952. – 545 с.
4. Kozlowski, R. Flax Shives-saw Dust Boards Production / R. Kozlowski, R. Piotrowski / 1 Works of INF, 1987.
5. Kozlowski, R. Non-ignitable lignocellulosic boards / R. Kozlowski, B. Mieleniak, A. Przepiera // New Technologies, machine tools, devices, materials and accessories for furniture making industry. – Poznan, 1996. – P. 125-139.
6. Mieleniak, B. Low-cost «Compak» board based on vegetable fiber / B. Mieleniak // Wood Bas. Pan. Int. – 1985. – № 1.
7. Bagley, C. Properties of Flax Fibre-Reinforced Composite Materials / C. Bagley, T. d'Anselme, J. Guyader // Works of INF, 1997. – P. 385-386.
8. Caramaro, L. Flax/Polypropylene Textiles for Composite Materials / L. Caramaro, C. Joly, R. Gauthier : Techtextil symposium, 1994, Lecture no 321. – 6 p.
9. Colberg M. Spritzgiessen naturfaserverstärkter Kunststoffe / M. Colberg. und M' sauerbier. – Kunststoffe 12. – 1997. – S. 1780-1782.
10. Горач, О. О. Розробка технології одержання трести із соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Горач Ольга Олексіївна. – Херсон, 2009. – 206 с.
11. Чурсіна, Л. А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: Монографія / Л. А. Чурсіна, Г. А. Тіхосова, О. О Горач., Т. І. Янюк; під ред. Л. А. Чурсіної. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.
12. Тіхосова, Г. А. Розвиток наукових основ технологій первинної переробки волокон льону олійного: дис. ... док. техн. наук : 05.18.01 / Тіхосова Ганна Анатоліївна. – Херсон, 2011. – 358 с.

*Статья поступила в редакцию 01.04.2013 г.*