

#### REFERENCES

1. Otynshev M.B. Optimizatsiya protsessa zamalivaniya smesei i poluproduktov v greben-nom pryadenii shersti: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.19.03-M.: MTI, 1985 (in Russian)
2. Bowden, F. P. and L. Leben, "The Nature of Sliding and the Analysis of Friction," Proc. of the Royal Society CLXIX, 371-391 (2003) (in English)
3. Dzhurinskaya I.M., Otynshev M.B., Shchavlev G.E. Pribor «Registrator signalov tenzodatchikov» // Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Innovatsionnost' nauchnykh issledovaniy v tekstil'noi i legkoi promyshlennosti». – M.: Rossiiskii zaochnyi institut tekstil'noi i legkoi promyshlennosti, 14.04.2010. (in Russian)

УДК 677.1  
МРНТИ 64.29.15

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2020-3/1-21-26>

### СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ МОЧКИ ЛЬНЯНОГО СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЗАХСТАНЕ

Г.Е. ҚАЛЖАН<sup>1</sup>, М.Б. ОТЫНШИЕВ<sup>1</sup>, Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>АО «Алматинский технологический университет», Алматы, Казахстан)  
E-mail: gulnaz-97-kz@inbox.ru

*Значительное внимание в статье посвящено исследованию разных технологий мочки и физико-механических свойств волокна масличного льна и первичной переработки применительно в Казахстане. При изучении технологии мочки волокна масличного льна была поставлена задача разволокнения, удаления лигнина и пектинообразующих веществ. Рассмотрены вопросы различных технологий мочки льняных стеблей. Выбрана наиболее оптимальная технология получения текстильного волокна для условий Казахстана. Проведены сравнительные исследования линейной плотности и длины волокон. Согласно полученным результатам, линейная плотность волокна в водной среде составляет 6,7 Т, результат обработанного волокна составляет 3,1 Т. То есть используемая технология заключается в удалении лигнина и пектина из волокна.*

**Ключевые слова:** волокна масличного льна, технология мочки, линейная плотность, разволокнения, лигнин.

### ҚАЗАҚСТАНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЫЛҒАЛДАНДЫРУ ӘДІСТЕРІН ЗЫҒЫР ШІКІЗАТЫ ҮШІН ӘР ТҮРІН САЛЫСТЫРУ

Г.Е. ҚАЛЖАН<sup>1</sup>, М.Б. ОТЫНШИЕВ<sup>1</sup>, Б.Ж. НИЯЗБЕКОВ<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> «Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан)  
E-mail: gulnaz-97-kz@inbox.ru

*Мақалада ерекше назар майлы зығыр талшығының физика-механикалық қасиеттерін зерттеуге және Қазақстанда қолданылатын алғашқы өңдеуге арналған. Майлы зығыр талшықтарын ылғалдандыру технологиясын зерделеу кезінде келесідей тапсырмалар қойылды: талшықтарды бөлу, лигнин және пектиндік заттарды жою. Зығыр сабақтарын ылғалдандыруға қатысты түрлі технологиялар қарастырылды. Тоқыма талшықтарын алудың Қазақстан жағдайына сай оңтайлы технологиясы таңдалды. Талшықтардың сызықтық тығыздықтары мен ұзындықтары салыстырмалы түрде зерттелді. Алынған нәтижелер бойынша жай сулы ортада тұрған талшық көрсеткіші 6,7 Т, өңделген талшық көрсеткіші 3,1 Т. Яғни қолданылған технология талшықтың құрамындағы лигнин, пектиндік заттарды талшық құрамынан жойған.*

**Негізгі сөздер:** майлы зығыр талшықтары, ылғалдандыру технологиясы, сызықтық тығыздық, талшық, лигнин.

## COMPARISON OF VARIOUS METHODS OF FLINES OF FLAX RAW MATERIALS USED IN KAZAKHSTAN

G.YE. KALZHAN, M.B. OTYNISHIYEV, B.Zh. NIYAZBEKOV

(«Almaty Technological University», JSC, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: gulnaz-97-kz@inbox.ru

*Significant attention in the article is devoted to the study of different technology of the lobe and the physical and mechanical properties of oil flax fiber and primary processing in relation to Kazakhstan. When studying the technology of oil flax fiber soaking, the task was set of separate the fiber from the stems, removal of lignin and pectin-forming substances. The questions of various technologies of the flax stalks are considered. The most optimal technology for producing textile fiber was determined for the conditions of Kazakhstan. Comparative studies of linear density and length of fibers have been carried out. According to the results obtained, the linear density of the fiber in an aqueous medium is 6.7 T, the result of the treated fiber is 3.1 T. That is, the technology used is to remove lignin and pectin from the fiber.*

**Key words:** oil flax fibers, lobe technology, linear density, fiber, lignin.

### **Введение**

Биологическая мочка льна представляет собой процесс брожения пектиновых веществ стеблей, который вызывается бактериями при помощи выделяемых ими ферментов. Мочку льна можно схематически разделить на три фазы — физическую, предварительно биологическую и основную биологическую[1,2]. После заливки водой льняные стебли намокают и набухают. Воздух, находящийся в них, вытесняется водой и выходит на поверхность в виде пузырьков. Стебли, набухая, увеличиваются в объеме, отчего эпидермис лопается. Одновременно с намоканием и набуханием стеблей изменяется окраска воды: она становится более темной, так как в нее переходят из стеблей растворимые (экстрактивные) органические и минеральные веществ. От накопления этих веществ вода становится благоприятной средой для развития разных микроорганизмов.

Первая, физическая, фаза имеет большое значение для последующего процесса мочки, так как пропитывание водой тканей стеблей и удаление из них растворимых веществ служат необходимыми условиями для начала брожения пектиновых веществ льна [1,2].

Различают три основных вида биологической мочки льна: росовую, или стланье, холодноводную и тепловую.

*Росовая мочка, или стланье.* Стланье — наиболее простой прием обработки льна. Стебли его расстилаются на лугах, многолетних залежах, лесных полянах и тому подоб-

ных угодьях и подвергаются действию росы. На поверхности стеблей разостланного льна развиваются грибки, которые распространяют свои тонкие переплетающиеся нити — «гифы» — на лубяную паренхиму и разрушают пектиновые вещества льна[1,2]. Для стланья необходимы большие площади, что при недостатке подходящих земель создает существенные трудности. Все же стланье обладает и некоторыми положительными сторонами (в частности, не требует капитальных затрат). Чтобы процесс протекал нормально и волокно было лучшего качества, необходимо устраивать стлища в пригодных для этого местах и соблюдать технические приемы расстила стеблей и ухода за ними. Продолжительность лежки стеблей льна зависит от климатических условий и колеблется от 20 до 40 суток. Под стлища следует отводить участки с ровной поверхностью и густым, но не высоким травостоем, где бы роса долго сохранялась в течение дня. К таким участкам можно отнести луга по берегам рек, суходольные луга, многолетние залежи в низинах и большие лесные поляны[1,2]. Норма расстила — 2—2,5 т стеблей на 1 га площади. Превышать эту норму не следует. За разостланными стеблями устанавливают ежедневное наблюдение. Спутанные рядки стеблей следует поправлять. Особенно необходимо переворачивать рядки, когда разостланные стебли сильно зарастают травой. Если этого не делать, они могут погнить; кроме того, из высокой травы трудно будет выбирать тресту при подъеме ее со стлища, что неизбежно

приведет к большим потерям волокна. Для получения волокна лучшего качества очень важно своевременно определить готовность тресты к подъему[1,2].

*Холодноводная мочка.* Холодноводная мочка льна проводится в природных условиях. Разложение пектиновых веществ стеблей льна обуславливается жизнедеятельностью бактерий. При мочке нет больших потерь волокна, и оно получается более однородного качества, чем при стланье[1].

В зависимости от характера используемых водоемов различают холодноводную мочку в естественных и искусственных водоемах.

Мочка в естественных водоемах. Для мочки льна лучше всего использовать естественные водоемы с тихим течением: перед плотинами, заводи рек, озера. При быстром течении мочка может замедляться, так как вода уносит большое количество бактерий и питательных веществ, необходимых для развития их. После мочки в сильно проточной воде волокно бывает легковесное, слабое и мочалистое, так как ряд веществ (воска, жиры, пектиновая кислота), придающих ему маслянистость и эластичность, уносится водой[1,2]. Высококачественные льняные стебли следует подвергать двойной мочке. При этом способе их держат в воде некоторое время, которое зависит от температуры (например, 5—6 дней при температуре воды 20—22°), затем выгружают из ящиков и расставляют на несколько дней на поле сушки для доведения до воздушно сухого состояния.

Холодноводную мочку производят в копанцах и улучшенных мочилах. Копанец — это яма глубиной в 1—1,5 м, шириной в 3—4 м и длиной в 4—6 м, вырытая на низком месте. Мочка в копанцах страдает существенными недостатками. Она идет неравномерно, так как нельзя сменять воду. Льняные стебли, соприкасаясь с землей, часто портятся[1]. Поэтому при таком способе из тресты получается низкокачественное волокно. Этих недостатков лишены улучшенные, так называемые культурные мочила, в которых можно по мере надобности сменять воду. Ежедневно сменяют 1/10 объема воды в мочилах; это повышает качество волокна[1].

*Тепловая мочка.* Температура воды при тепловой мочке искусственным путем поддерживается в пределах 33—38°. Это создает благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, в силу чего значи-

тельно сокращается продолжительность разложения пектиновых веществ[1,2].

Тепловая мочка производится в специально оборудованных мочильных баках, открытых или закрытых[1]. При ручной выгрузке тресты глубина баков обычно бывает не более 1,3—1,5 м, при механизированной выгрузке и двух-, трехъярусной загрузке может достигать до 2 - 3 м. Вместимость баков — от 2 до 6 т стеблей (считая на воздушносухой вес).

Продолжительность сбраживания пектиновых веществ при мочке с температурой жидкости в 33—34° сокращается почти в 3,5 раза по сравнению с холодноводной мочкой. Повышение же температуры жидкости до 38: еще более ускоряет процесс мочки. Подогревать жидкость сверх 38° не следует, так как это создает неблагоприятные условия для развития пектиноразлагающих бактерий, отчего мочка может замедлиться[2].

Стебель — основная продуктивная часть льна. Содержит 20-30% волокна. В стебле льна, также как и любого растения, различают три основные части: кору, древесину и сердцевину. Волокна, находящиеся в древесинной части пучка, называются древесинными, волокна же лубяной части — лубяными[1,2].

Пучки лубяных волокон, находящиеся в коре, — наиболее ценная ткань льняного стебля. Они служат единственным источником получения из льна текстильного волокна, так как древесинные волокна из-за весьма большого одревеснения совершенно не пригодны для текстильных целей[1].

Пучки волокон, склеиваясь друг с другом пектиновыми веществами, образуют по всей длине стебля упругую волокнистую сетку. Выделенные из стебля льна комплексы пучков лубяных волокон носят название технического волокна. В прядении лен используется только в виде технического волокна, но на качество получаемой из него пряжи и ткани большое влияние оказывают свойства элементарных волокон, из которых состоят, как мы знаем, пучки лубяных волокон и в целом техническое волокно. Наибольшее количество элементарных волокон содержится в средней части стебля, наименьшее — в комле и вершинке. Длина элементарных волокон зависит от продольного размера стебля. Длинные стебли, как правило, имеют и более длинные элементарные волокна[2].

Чем длиннее эти волокна и чем больше их в пучке, тем лучше и крепче получается из стеблей льна техническое волокно.

Для выделения этих волокон из стебля необходимо прежде всего разрушить паренхиму, как основную ткань, связывающую пучки волокон друг с другом и с окружающими их эпидермисом и древесиной[2]. Это достигается при помощи биологической мочки стебля. Затем вымоченный стебель, называемый трестой, подвергается обработке на машинах, в результате чего получается длинное (техническое) и короткое волокна. Разрушение паренхимы основано на том, что она имеет химический состав, отличный от пучков лубяных волокон. Стебли льна состоят из тех же органических веществ, что и стебли других растений. Наиболее же важными среди них являются углеводы: сахара, крахмал, целлюлоза, их производные — пектиновые вещества и близкое к углеводам вещество — лигнин. Все они в процессе мочки разлагаются по-разному; поэтому мы вкратце остановимся на некоторых их свойствах, имеющих значение при мочке[1,2].

Сахара — простейшие углеводы, так как они не могут быть разложены на еще более простые углеводы без потери свойств сахаристых веществ. Они легко растворяются в воде. При мочке сахара в первую очередь сбраживаются микроорганизмами с образованием разных кислот и других продуктов.

Крахмал представляет собой сложный углевод, который растворяется в воде только при кипячении со слабой кислотой. В горячей воде без кислоты крахмал разбухает и дает густой коллоидный раствор (клейстер). При мочке крахмал труднее поддается расщеплению под действием микроорганизмов, чем сахара[2].

Пектиновые вещества являются производными углеводов довольно сложного химического состава. В химическом отношении они значительно более устойчивы, чем сахара и крахмал. Пектиновые вещества растворяются в воде при кипячении лишь в присутствии сильных кислот или щелочей. Под действием микроорганизмов они труднее разлагаются, чем крахмал.

В стеблях льна пектиновые вещества, как известно, содержатся в нерастворенном виде. При мочке эти пектиновые вещества, перейдя в растворимое состояние, под действием ферментов бактерий разлагаются на ряд промежуточных и конечных веществ (пекти-

новая, масляная, уксусная кислоты, газы и др.). Основная масса (до 75—80%) пектиновых веществ в стебле льна входит в состав лубяной паренхимы и эпидермиса и незначительная часть — в состав пучков лубяных волокон[1,3]. Целлюлоза, являясь сложным углеводом, представляет в химическом отношении довольно устойчивое вещество. Она не растворяется в воде, не набухает в ней, как крахмал, и не поддается действию разбавленных сильных кислот и щелочей, как пектиновые вещества. Целлюлоза растворяется только при действии концентрированных сильных кислот и щелочей. Она более устойчива, чем пектины, и против микроорганизмов. При биологической мочке она не претерпевает сколько-нибудь существенных изменений; только в случае сильной перемочки стеблей целлюлозу могут сбраживать специфические микроорганизмы. Целлюлоза входит главным образом в состав стенок элементарного волокна[1,2].

Лигнин представляет собой весьма сложное вещество, природа которого еще недостаточно полно изучена. В химическом отношении он довольно устойчив, занимая промежуточное место между целлюлозой и пектиновыми веществами. Лигнин растворяется в воде при кипячении в присутствии сильных кислот или щелочей. Влиянию же микроорганизмов он, наоборот, противостоит более, чем целлюлоза. Микроорганизмы, вызывающие разложение лигнина, в природе крайне ограничены. Лигнин может в той или иной степени входить в состав и паренхимы, и срединной пластинки, и стенок элементарных волокон, которые от его присутствия одревесневают — становятся грубыми и менее гибкими[2].

#### **Материалы и методы исследований**

Материалы исследования: лен масличный.

Методы исследования: метод тепловой мочки, провести испытание волокна после мочки.

#### **Результаты и их обсуждение**

Температура воды при тепловой мочке искусственным путем поддерживается в пределах 33—38°C [1,2]. Это создает благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, в силу чего значительно сокращается продолжительность разложения пектиновых веществ.

Тепловая мочка производится в специально оборудованных термостатах. Тепло-

вую мочку масличного льна проводили в обычной воде и в слабо-щелочной среде.

Определены основные параметры полученного льняного волокна и их неровнота. Для оценки неровноты определяли коэффициент вариации ( $C_v$ ) Значение  $C_v$  вычисляют по известной формуле:  $C_v = S_y / L_{cp}$ , где  $S_y$  - среднее квадратическое отклонение;  $L_{cp}$  - среднее значение показателя.

В таблицах 1 и 2 показаны средние результаты измерения основных параметров волокон, полученные с использованием технологии тепловой мочки. Тепловую мочку проводили продолжительностью от 24 до 120 часов.

Средний диаметр волокна составил  $16,8 \pm 2,7$  мкм.



Рисунок - 1. Термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ



Рисунок – 2. Льняное волокно в процессе тепловой мочки

Таблица 1. Сравнительные показатели линейной плотности и длины волокна от режимов тепловой мочки льна

Время мочки, часов	Мочка в обычной воде				Мочка в слабо-щелочной среде			
	Линейная плотность волокна, Т (текс)	Средняя длина волокна, $L_{cp}$ (мм)	Средне-квадратическое отклонение, $S_y$ (мм)	Коэффициент вариации, $C_v$ (%)	Линейная плотность волокна, Т (текс)	Средняя длина волокна, $L_{cp}$ (мм)	Средне-квадратическое отклонение, $S_y$ (мм)	Коэффициент вариации, $C_v$ (%)
24	6.7	252	116	46	8.9	221	86	39
48	4.7	230	96	42	6.7	253	107	43
72	6.3	234	88	38	5	274	99	36
96	5.4	232	100	43	4.2	271	83	31
120	5.9	237	90	38	5.9	196	64	33

После мочки волокно отделяли от костры, затем вручную подвергали чесанию и

переработали на ленточной машине. Результаты измерения длины приведены в таблице 2.

Таблица 2. Средняя длина волокон после переработки на кардочесальной и ленточной машинах от времени мочки

Время мочки, ч	Мочка в обычной воде				Мочка в слабо-щелочной среде			
	Линейная плотность волокна, Т (текс)	Средняя длина волокна, $L_{cp}$ (мм)	Средне-квардратическое отклонение, $S_y$ (мм)	Коэффициент вариации, $C_v$ (%)	Линейная плотность волокна, Т (текс)	Средняя длина волокна, $L_{cp}$ (мм)	Средне-квардратическое отклонение, $S_y$ (мм)	Коэффициент вариации, $C_v$ (%)
24	5,2	150	54	36	6,3	159	57	36
48	4,0	137	54	40	4,4	153	42	28
72	3,4	177	56	32	3,2	146	51	35
96	3,3	141	60	40	3,1	146	51	35
120	3,1	193	60	34	3,1	163	57	35

В процессе переработки наиболее значительно изменяется линейная плотность волокон. При увеличении длительности мочки линейная плотность волокон уменьшается до 3,1 в обоих случаях. Результаты мочки в обычной воде и слабощелочной среде показывают практически одинаковые результаты.

В процессе текстильной обработки происходит укорочение средней длины волокон. Она уменьшилась примерно 10-15% в обоих вариантах режимов мочки. Определенной закономерности между длительностью мочки и средней длины волокон не установлено.

Как показали лабораторные испытания тепловой мочки льняных стеблей и переработки полученного льняного волокна, последнее имеет физико-механические показатели, позволяющие переработать его на камвольном шерстяном оборудовании.

#### Выводы

1. Для получения текстильного волокна из стеблей масличного льна необходим процесс бактериального разложения.

2. Для тепловой и холодной мочки необходимы большие объемы воды, в 20 раз превышающие массу стеблей. В условиях Казахстана это возможно в восточных регионах, где имеется большое количество рек.

3. Стланцевая мочка наиболее целесообразна в северных регионах Казахстана: в Костанайской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областях. В этих регионах высокий уровень снежного покрова создает оптимальные условия бактериального разложения пектинов и лигнинов.

4. Оптимальной технологией получения качественного льняного волокна является скашивание стеблей осенью и уборка сеноподборщиком весной.

5. В процесс тепловой мочки ускоряет разрушение связи между волокнами. Мочка при температуре 38-40°C в течение нескольких дней позволяет получать волокна из льняных стеблей.

6. При тепловой мочке льняных стеблей и переработке полученного льняного волокна на кардочесальных и ленточных машинах можно получить текстильное волокно с физико-механическими свойствами, позволяющими переработать его на камвольном шерстяном оборудовании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая мочка льна. Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/mir/onov/bio/log/ich/esk/aya/1.htm> (дата обращения 15.12.2019)
2. Миронов К. М. Биологическая мочка льна. Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/mir/onov/bio/log/ich/esk/aya/2.htm> (дата обращения 15.12.2019)
3. Тараймович И.В. Особенности технологии уборки льна масличного в условиях Западного Полесья Украины // Современная техника и технологии. 2013. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2013/06/2107> (дата обращения 10.04.2020)

#### REFERENCES

1. Biologicheskaya mochka l'na. Rezhim dostupa: <https://www.booksite.ru/fulltext/mir/onov/bio/log/ich/esk/aya/1.htm> (data obrashcheniya 15.12.2019) (in Russian)
2. Mironov K. M. Biologicheskaya mochka l'n. Rezhim dostupa: <https://www.booksite.ru/fulltext/mir/onov/bio/log/ich/esk/aya/2.htm> (data obrashcheniya 15.12.2019) (in Russian)
3. Taraimovich I.V. Osobennosti tekhnologii uborki l'na maslichnogo v usloviyakh Zapadnogo Poles'ya Ukrainy // Sovremennaya tekhnika i tekhnologii. 2013. Rezhim dostupa: <http://technology.snauka.ru/2013/06/2107> (data obrashcheniya 10.04.2020) (in Russian)