

УДК 338.43: 631.171: 633.521

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-107-111>

Тип статьи: Оригинальное исследование

Type of article: Original research

**Пучков Е.М.,  
Великанова И.В. \*,  
Попов Р.А.**

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»  
170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский  
проспект, 17/56  
E-mail: e.puchkov@fncl.ru,  
i.velikanova.trk@fncl.ru, r.popov@fncl.ru

**Ключевые слова:** система машин,  
принципы дифференциации, интенсивность  
технологий, льняной подкомплекс,  
цифровизация.

**Для цитирования:** Пучков Е.М.,  
Великанова И.В., Попов Р.А. Принципы  
дифференциации системы машин для  
уборки льна-долгунца с учетом уровня  
интенсивности технологий. Аграрная наука.  
2020; 342 (10): 107–111.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-107-111>**Конфликт интересов отсутствует**

**Evgeniy M. Puchkov,  
Irina V. Velikanova,  
Roman A. Popov**

FSBSI "Federal Scientific Center of Bast  
Cultures"  
17/56, Komsomolsky prospect, Tver,  
Russia, 170041  
E-mail: e.puchkov@fncl.ru,  
i.velikanova.trk@fncl.ru, r.popov@fncl.ru

**Key words:** machine system, principles of  
differentiation, technology intensity, flax sub-  
complex, digitalization.

**For citation:** Puchkov E.M., Velikanova I.V.,  
Popov R.A. Principles of differentiation of the  
system of machines for harvesting fiber flax,  
taking into account the level of technology  
intensity. Agrarian Science. 2020; 342 (10):  
107–111. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-107-111>**There is no conflict of interests**

# Принципы дифференциации системы машин для уборки льна-долгунца с учетом уровня интенсивности технологий

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Главной проблемой отрасли льноводства является ее недостаточное техническое обеспечение. Это не позволяет выполнять технологические операции по возделыванию и уборке льна в установленные агротехнические сроки, что приводит к существенным потерям и порче урожая. Одним из путей обеспечения роста эффективности производства и конкурентоспособности льнопродукции является повышение уровня технической оснащенности отрасли путем применения высокопроизводительных энергонасыщенных машин, прогрессивных и интенсивных технологий.

**Результаты.** В статье предложены инновационные технические решения для уборки льна и подработки льновороха, представлена перспективная система машин для применения интенсивных технологий. Установлено, что при применении новых технических средств увеличивается производительность до 50% и более по отдельным машинам, снижаются затраты на выполнение технологических операций на 30–35% и себестоимость производства семян и льнотресты.

# Principles of differentiation of the system of machines for harvesting fiber flax, taking into account the level of technology intensity

## ABSTRACT

**Relevance** and methods. The main problem of the flax industry is its insufficient technical support. This does not allow performing technological operations for the cultivation and harvesting of flax in the established agrotechnical terms, which leads to significant losses and damage to the crop. One of the ways to ensure the growth of production efficiency and the competitiveness of flax products is to increase the level of technical equipment of the industry through the use of high-performance energy-rich machines, progressive and intensive technologies.

**Results.** The article proposes innovative technical solutions for harvesting flax and processing flax, a promising system of machines for the use of intensive technologies is presented. It is established that the use of new technical means increases productivity by up to 50% or more for individual machines, reduces the cost of performing technological operations by 30–35% and the cost of production of seeds and flax.

Поступила: 18 августа  
После доработки: 9 сентября  
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 18 august  
Revised: 9 september  
Accepted: 10 september

## Введение

Одной из причин низкой эффективности производства в льняном подкомплексе является недостаточная техническая оснащенность большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Существующая система машин и технологий для уборки льна-долгунца требует совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли по повышению качества и конкурентоспособности отечественной льнопродукции. В связи с высокими темпами роста цен на горюче-смазочные материалы и другие материально-технические ресурсы весьма актуальными являются вопросы разработки и создания высокопроизводительной многофункциональной техники для уборки урожая по различным технологиям, машин для приготовления тресты, транспортных средств для перевозки льносырья, энергосберегающих комплексов для сушки и переработки семенного вороха и т.д., а также применение различных интенсивных технологий.

## Методика

Исследования проводили с 2018 по 2019 годы. В работе использовали методические рекомендации отечественных и зарубежных деятелей науки, которые изучали проблемы технико-технологической модернизации льняного подкомплекса [1, 2, 3], а также руководствовались данными региональных органов управления АПК. Объектами исследования являются инновационные технические средства для производства льна и получения семян, испытанные на посевах льна-долгунца в АО «Нерльский льнозавод» Калязинского района (600 га), колхозе «Мир» Торжокского района Тверской области (50 га), АО «Шексна» Шекснинского района Вологодской области (350 га), ООО «Тверская АПК» Бежецкого района Тверской области (посевная площадь хозяйства 3000 га).

## Результаты исследований

По результатам исследований наличия, состояния и потребности в технике в льносеющих хозяйствах России, установлено, что обеспеченность специализированной льноуборочной техникой на существующие посевные площади (порядка 50 тыс. га) достигла критического уровня и составляет менее 65% от нормативов [4]. Такое положение приводит к невыполнению

комплекса агротехнологических операций, затягивает сроки уборки льна (до 3 месяцев вместо 25–30 дней), снижает качество сырья (льнотреста не превышает № 1 при видовом качестве урожая № 1,5–2,0) и подвергает порче и гибели части урожая. При этом льнозаводы вырабатывают льноволокно крайне низкого качества (длинное не выше № 10, короткое — № 2, 3).

В сложившихся экономических условиях финансовой нестабильности сельскохозяйственные товаропроизводители не располагают достаточными ресурсами для внедрения и использования комплексной системы машин.

Под принципами дифференциации системы машин следует понимать основные теоретические положения выделения из единства закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей (элементов, механизмов) комплексной механизации, автоматизации и роботизации сельскохозяйственного производства, включающей технические и программные средства (цифровизация), обеспечивающие своевременное и бесперебойное выполнение процессов выращивания, производства и переработки льна-долгунца с минимальными затратами труда, финансовых и материальных ресурсов. Основные принципы дифференциации: единство, комплексность, непрерывность, поточность, рациональность.

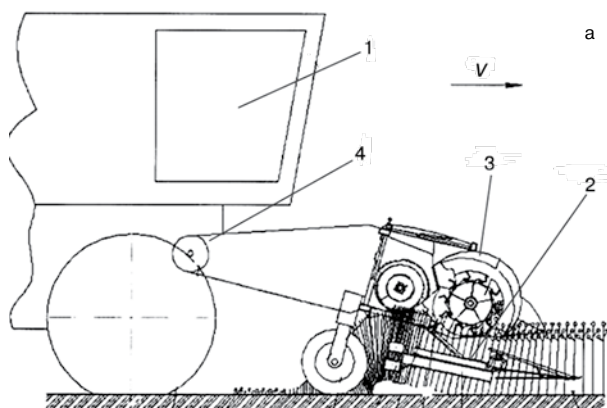
Наиболее ответственным и трудоемким этапом при производстве льна-долгунца является уборка, на которую расходуется около 80% трудозатрат [5]. Снижение затрат при уборке льна-долгунца является основной задачей при формировании системы машин.

В 2019 году ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (далее — ФГБНУ ФНЦ ЛК) совместно с ПАО «Пензмаш» (г. Пенза) разработал новый способ уборки льна и многофункциональный агрегат для его осуществления [6]. В отличие от классической уборки льна льноуборочным комбайном агрегат осуществляет тербление стеблей льна, очес семенных коробочек, расстил очесанных стеблей в ленту, обмолот очесанного вороха и первичную очистку семян (рис. 1).

Многофункциональный агрегат является перспективной машиной для уборки льна и получения льнопродукции в виде семян и тресты. Достоинством технологии является высокая производительность агрегата. Его применение позволяет производить уборку льна в оптимальные агротехнические сроки (10–12 дней), по-

**Рис. 1.** Многофункциональный агрегат для уборки льна (а — схема, б — общий вид): 1 — зерноуборочный комбайн, 2 — тербильный аппарат, 3 — очесывающее устройство, 4 — молотильно-сепарирующее устройство

**Fig. 1.** Multifunctional unit for flax harvesting (a — diagram, b — general view): 1 — grain harvester, 2 — top-lifting device, 3 — stripper, 4 — threshing and separating device



сле чего он может использоваться на уборке зерновых и других сельскохозяйственных культур. Совмещение технологических операций позволяет снизить себестоимость производства семенного материала и тресты в результате экономии топлива и электроэнергии на его перевозку, сушку и переработку.

Для выполнения последующих операций приготовления льнотресты и подработки льновороха ФГБНУ ФНЦ ЛК разработаны высокопроизводительные машины — впусшиватель лент льна и самоходный оборачиватель, энергосберегающая сушилка с сепарацией льновороха, поточная линия для очистки семян льна.

Для повышения эффективности уборки льна-долгунца разработана новая технология рациональной уборки льна и создана машина для очеса и обмолота льнокоробочек непосредственно в технологических линиях льнозаводов, которая в 2019 году была успешно внедрена в производство в ООО «Тверская АПК» Бежецкого района Тверской области.

В комбайновой технологии одним из основных недостатков является высокая затратность процесса сушки и переработки семенного вороха на пункте КСПЛ-0,9. Учитывая, что оборудование для семеноводства льна в настоящее время в России не производится, а существующее — металлоемкое, низкопроизводительное и требует достаточно большого расхода топлива, электроэнергии, предлагается более совершенная ресурсосберегающая блочно-модульная линия и эффективный способ сушки и переработки льновороха, разработанные ФГБНУ ФНЦ ЛК (рис. 2) [7].

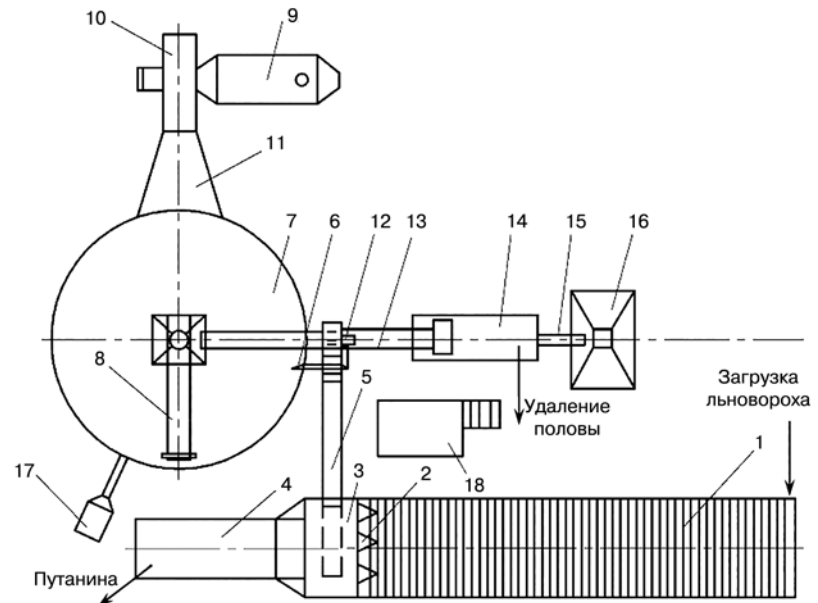
Для осуществления процесса сушки льновороха используется новая карусельная сушилка СКУ-10/лен/, конструктивно и технологически отличающаяся от известной противоточной сушилки СКМ-1.

Для сушки стеблей льна перед мяльно-трепальными агрегатами разработана инновационная энергосберегающая конвективная сушильная машина для слоя льнотресты, формируемого после размотки рулона, которая также может использоваться при сушке отходов трепания. Для выработки короткого и моноволокна из тресты разработана универсальная линия с дезинтегратором, заменяющая существующие типы линий короткого волокна.

По данным ФГБУ «Агентство «Лен» и региональных органов управления АПК средний размер затрат на возделывание, уборку льна и подработку семян составляет 33,0 тыс. руб. [8]. В таблице 1 представлена структура затрат в технологии возделывания льна-долгунца на планируемую урожайность волокна и семян.

**Рис. 2.** Схема пункта сушки и переработки льновороха: 1 — загрузочный транспортер; 2 — измельчитель (фрезерное устройство); 3 — гребенчатый транспортер; 4 — сепаратор льновороха; 5 — транспортер, передающий из сепаратора; 6 — транспортер загрузочный в сушилку; 7 — сушилка СКУ-10/лен; 8 — транспортер-раздатчик; 9 — теплогенератор; 10 — главный вентилятор; 11 — диффузор; 12 — шнек выгрузки из сушилки; 13 — транспортер загрузки молотилки; 14 — молотилка МВУ-1,5; 15 — нория; 16 — бункер семян; 17 — привод сушильной камеры; 18 — пульт управления

**Fig. 1.** Scheme of the point of drying and processing of flax



**Таблица 1. Структура затрат в технологии возделывания льна-долгунца на планируемую урожайность волокна 10 ц/га и семян 5 ц/га**

**Table 1. Cost structure in the cultivation technology of fiber flax for the planned yield of fiber 10 centner/ha and seeds 5 centner/ha**

Вид работ	Затраты энергии		Производственные затраты, %
	Мдж/га	%	
Обработка почвы	1185,6	6,9	3,4
Предпосевная обработка семян и посев	5595,4	32,4	28,1
Применение минеральных удобрений	2714,4	15,7	15,3
Уход за посевами	1069,4	6,2	11,8
Уборка урожая	6701,8	38,8	41,4
ИТОГО	17 266,6	100,0	100,0
Источник: собственные исследования авторов.			

Источник: собственные исследования авторов.

Применение современной системы машин с использованием энергонасыщенных тракторов, широкозахватных комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, сеялок, а также многофункциональных уборочных машин, высокопроизводительных энергосберегающих сушилок и сепараторов позволяет снизить данные затраты на 30–35%. Экономическое преимущество при уборке и первичной переработке льна-долгунца с применением новых технических средств представлено в таблице 2.

Экспериментальные данные показателей качества работы новых технических средств указывают, что увеличивается производительность по отдельным машинам до 50% и более, снижаются затраты на выполнение технологических операций на 30–40%, также снижается содержание пугуны в ворохе на 60% и потери семян в 3 раза по сравнению с классической комбайновой уборкой.

Таблица 2. Система машин для уборки и первичной переработки льна по классической технологии и с применением новых технических средств по интенсивной технологии

Table 2. System of machines for harvesting and primary processing of flax according to classical technology and with the use of new technical means according to intensive technology

Операция	Классическая комбайновая уборка льна (урожайность льноволокна 6 ц/га; льносемян 3 ц/га)			Уборка с применением новых технических средств по интенсивной технологии (урожайность льноволокна до 10 ц/га; льносемян 5 ц/га)			Отклонение, +/-
	Состав агрегата/оборудование	Производительность	Затраты	Состав агрегата/оборудование	Производительность	Затраты	
Уборка льна	Трактор МТЗ-82+Льнокомбайн ЛК-4+прицеп 2-ПТС-4	до 1,0 га/ч	1900 руб./га	Самоходный агрегат для теребления и очеса льна на базе зерноуборочного комбайна ACROS	3,0–5,0 га/ч	1570 руб./га	- 330 руб./ч
Транспортировка льновороха на пункт сушки	Трактор МТЗ-82+ Прицеп 2-ПТС-4	0,9 тонн/ч	720 руб./т	Трактор МТЗ-82+ Прицеп 2-ПТС-6	1,0 т/ч	600 руб./т	- 120 руб./т
Сушка и переработка льновороха	Пункт сушки и переработки льновороха КСПЛ-0,9	0,9 тонн/ч	2500 руб./т	Сушилка карусельная с сепаратором вороха СКУ-10 (лен)	1,35 т/ч	1500 руб./т	- 1000 руб./т
Семеочистка	Семяочистительная машина СОМ-300+МВУ-2,5	300 кг/ч	1350 руб./т	Поточная линия очистки семян льна ПЛ-500	500 кг/ч	750 руб./т	- 850 руб./т
Ворошение и вспушивание лент льна	Ворошилка ВЛ-3	3 га/ч	350 руб./га	Вспушиватель лент льна ВЛЛ-3	8–10 га/ч	270 руб./га	- 80 руб./га
Оборачивание лент льна	Оборачиватель навесной ОЛБ-1М	1,5 га/час	420 руб./га	Самоходный оборачиватель ОЛС-01	4,5 га/час	310 руб./га	- 110 руб./га
Подбор тресты	Пресс-подборщик ПРЛ-1,5	0,9 га/час	2100 руб./га	Пресс-подборщик ПРУ-200, ПРЛ-150А	1,5 га/час	1800 руб./га	- 300 руб./га
Сушка льнотресты и отходов трепания	Сушильная машина СКП-10КУ	800 кг/час	310 руб./т	Машина сушильная МС-1	1000 кг/час	215 руб./т	- 95 руб./т
Выработка короткого и моноволокна	Куделеприготовительный агрегат АКЛВ-1–01	600 кг/час	1560 руб./т	Линия выработки моноволокна с дезинтергатором	1000 кг/час	1370 руб./т	- 190 руб./т

Источник: Данные экспериментальных и производственных испытаний в АО «Нерльский льнозавод» Калязинского района, колхозе «Мир» Торжокского района, ООО «Тверская АПК» Бежецкого района Тверской области и АО «Шексна» Шекснинского района Вологодской области и технические характеристики машин и оборудования заводов-изготовителей.

### Закключение

Интенсификация технологии производства льна является одним из основных направлений ее совершенствования и развития. При разработке технологий производства льна-долгунца следует ориентироваться на те их параметры, которые обеспечивают повышение экономической эффективности отрасли. К таким параметрам относятся: возможно более высокий уровень интенсивности; наличие энергосберегающих элементов; дифференциация технологий в зависимости от ориентации их на преимущественное получение одного из видов сопряженной продукции; наличие возможности осуществлять адаптацию тех-

нологий к разнообразным естественным условиям производства.

В связи с этими обстоятельствами, основным требованием к современной системе машин является достаточный уровень обеспеченности льносеющих хозяйств новыми энергонасыщенными многофункциональными техническими средствами, которые позволят выполнять весь комплекс технологических операций в оптимальные сроки. Состав парка льноуборочных машин в масштабе хозяйства должен обеспечивать возможность применения как комбайновой, так и раздельной технологии в зависимости от производственных задач и погодной ситуации.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев М.М. Модернизация технологий уборки льна. *Инновационные разработки для производства льна. Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЛ*. г. Тверь, 14-15 мая 2015 года. Тверской государственной университет. С.6-11.
2. Поздняков Б.А., Ковалев М.М. Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса. Монография. *ГУПТО Тверская областная типография*, 2006. 208 с.
3. Константинов М.М., Дроздов С.Н., Нуралин Б.Н., Олейников С.В., Галиев М.С., Мурзагалиев А.Ж. Дифференциация систем обработки почвы в Западном Казахстане путем использования перспективной системы машин. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018;5(73):141-146.
4. Пучков Е.М., Галкин А.В., Ушаповский И.В. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России. *Вестник НГИЭИ*. 2018;5(84):97-110.
5. Великанова И.В., Кулов А.Р. Некоторые экономические аспекты формирования системы машин в льноводстве. *Аграрный вестник Урала*. 2020;5(93):102.
6. Патент РФ № 2693728 Способ уборки льна и многофункциональный агрегат для его осуществления; авторы: В.Д. Игнатов, Р.А. Ростовцев, С.Р. Мкртчян, С.В. Голубев, Г.А. Перов — заявл. 13.08.2018. Опубл. 04.07.2019.
7. Пучков Е.М., Медведев Ю.А., Галкин А.В., Шишин Д.А. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для переработки и сушки льновороха, адаптированные к комбайновой, раздельной и комбинированной уборке льна. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018;1(56):155-164.
8. Попов Р.А., Великанова И.В. Региональные особенности развития льняного подкомплекса в условиях нарастающих кризисных явлений. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2020;2(50):66-71.

## ОБ АВТОРАХ:

**Пучков Евгений Михайлович**, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник отдела экономического анализа в сельском хозяйстве

**Великанова Ирина Витальевна**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела экономического анализа в сельском хозяйстве

**Попов Роман Андреевич**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроинженерных технологий

## REFERENCES

1. Kovalev M.M. Modernization of flax harvesting technologies. Innovative developments for the production of flax. Materials of the international scientific-practical conference of FGBNU VNIIML. Tver, May 14-15, 2015. *Tver State University*. P.6-11. (In Russ.)
2. Pozdnyakov B.A., Kovalev M.M. Organizational and economic aspects of the flax complex technologization. Monograph. *GUPTO Tver Regional Printing House*, 2006. 208 p. (In Russ.)
3. Konstantinov M.M., Drozdov S.N., Nuralin B.N., Oleinikov S.V., Galiev M.S., Murzagaliev A.Zh. Differentiation of tillage systems in Western Kazakhstan by using a promising system of machines. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2018;5(73):141-146. (In Russ.)
4. Puchkov E.M., Galkin A.V., Uschapovsky I.V. On the state, problems and prospects of providing the Russian flax complex with specialized equipment. *Bulletin of NGIEI*. 2018;5(84):97-110. (In Russ.)
5. Velikanova I.V., Kulov A.R. Some economic aspects of the formation of a machine system in flax growing. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;5(93):93-102. (In Russ.)
6. RF patent No. 2693728 Method of flax harvesting and multifunctional unit for its implementation; authors: V.D. Ignatov, R.A. Rostovtsev, S.R. Mkrtchyan, S.V. Golubev, G.A. Perov — declared. 13.08.2018. Publ. 04.07.2019. (In Russ.)
7. Puchkov E.M., Medvedev Yu.A., Galkin A.V., Shishin D.A. Resource-saving technologies and technical means for processing and drying of flax, adapted to combine, separate and combined harvesting of flax. *Voronezh State Agrarian University Bulletin*. 2018;1(56):155-164. (In Russ.)
8. Popov R.A., Velikanova I.V. Regional features of the development of the flax subcomplex in the conditions of growing crisis phenomena. *Bulletin of the agro-industrial complex Upper Volga*. 2020;2(50):66-71. (In Russ.)

## ABOUT THE AUTHORS:

**Evgeniy M. Puchkov**, Cand. Sci. (Economic), Leading Researcher, Department of Economic Analysis in Agriculture

**Irina V. Velikanova**, Cand. Sci. (Economic), Senior Researcher, Department of Economic Analysis in Agriculture

**Roman A. Popov**, Cand. Sci. (Techn.), Leading Researcher, Laboratory of Agroengineering Technologies

## НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

### Льняное волокно – одно из главных сырьевых ресурсов российской текстильной промышленности

В этом году Омская область стала лидером России по посевным площадям льна. Так, посевы масличного льна заняли 200 тыс. га, что в несколько раз больше прошлогодних. Масличный лен дает целую линейку продуктов (семена, масло, жмых, шрот), пользуясь спросом на внутреннем и внешнем рынках.

По данным регионального Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в этом году масличный лен дал средний урожай до 9 ц/га. Цена за 1 т составила 32–35 тыс. руб. Урожайность льна-долгунца в пересчете на волокно осталась на прошлогоднем уровне – 10 ц/га. Цена за 1 т – 25–27 тыс. руб. Переработкой культуры в регионе занимаются 15 предприятий, мощности которых позволяют осваивать 320 тыс. т сырья в год. Эксперты отмечают, что готовая продукция на внешнем рынке имеет не менее высокий спрос, чем сырье. В настоящее время в Омской области идет строительство комплекса по глубокой переработке масличных культур (предприятие должно выйти на полную мощность в декабре 2023 года). В текущем году регион стал лидером России и по посевным площадям льна-долгунца – 6 030 га. За последнее десятилетие они выросли в 10 раз, а урожайность повысилась в 1,5 раза. В области действует пять линий первичной переработки сырья, приобретено 166 ед. техники, запланировано создание регионального льноводческого селекционно-семеноводческого центра.

Специалисты отмечают перспективность данного направления, ведь льняное волокно – одно из главных сырьевых ресурсов текстильной промышленности России. Развитие льноводства в регионе стимулируется субсидиями. Например, предусмотрены бюджетные компенсации льноводам на частичное покрытие затрат на элитные семена и страхование.