

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2024-3-49-57

УДК 633.521:667.1.021

Элементы цифровых технологий при оценке качества длинного льноволокна

Т. А. Виноградова✉, старший научный сотрудник,
Т. А. Кудряшова, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Н. Н. Козьякова, научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»
170041, г. Тверь, Комсомольский проспект, д.17/56
✉info.trk@fnclk.ru.

Резюме. Исследования выполняли с целью изучения результатов оценки качества длинного льноволокна по различным существующим методам с последующей разработкой с использованием элементов цифровых технологий, связанных с моделированием и прогнозированием, алгоритма приведения значений качества к единому уровню для повышения достоверности и сопоставимости полученной информации. Длинное волокно, выработанное из льнотресты различного качества в производственных и лабораторных условиях Вологодской, Смоленской, Тверской, Псковской, Костромской областей и на базе ФГБНУ ФНЦ ЛК, подвергали оценке по 6 методам. Средние уровни значений в зависимости от применяемого метода различались на 0,08...1,64 номера. Значимость различий в большинстве случаев подтверждена параметрическим критерием – коэффициентом Стьюдента. Проведен регрессионный анализ экспериментальных данных с выведением 16-и уравнений регрессии с определением достоверности выборочных средних, позволяющих находить номер длинного волокна по любому из приведенных методов в зависимости от данных оценки, полученных по известному методу. Алгоритм приведения к единому уровню результатов оценки качества длинного волокна по различным методам состоит из 4-х последовательных операций: получение экспериментальных данных, проведение регрессионного анализа с выведением соответствующих уравнений регрессии, построение линий регрессии, разработка переводных таблиц. По результатам исследований разработано методическое пособие по приведению к единому уровню значений признаков качества волокнистой льнопродукции, в том числе и значений номера длинного волокна, при оценке их различными методами. Пособие предназначено для специалистов льносеющих, льноперерабатывающих, научно-исследовательских учреждений, органов государственной статистики, пользуясь которым они могут сопоставлять результаты оценки по различным методам, выбирая более точную и актуальную информацию, приходиться к взвешенным и обоснованным решениям при создании сортов, управлении технологическими процессами при производстве льна-долгунца и переработке на волокно.

Ключевые слова: длинное льноволокно, метод оценки, льнотреста, номер, цифровые технологии, качество, уравнения регрессии, единый уровень, достоверность и сопоставимость информации.

Для цитирования: Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Элементы цифровых технологий при оценке качества длинного льноволокна // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (67). С. 49-57. doi 10.18286/1816-4501-2024-3-49-57

Elements of digital technologies in assessing the quality of long flax fiber

T. A. Vinogradova✉, T. A. Kudryashova, N. N. Kozyakova,
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Bast Crops"
170041, Tver, Komsomolsky Ave., 17/56;
✉info.trk@fnclk.ru.

Abstract. The work was carried out in order to study the results of assessing the quality of long flax fiber using various existing methods with subsequent application of elements of digital technologies related to modeling and forecasting, development of an algorithm for bringing quality values to a single level to increase the reliability and comparability of the information obtained. Long fiber produced from flax straw of various quality in production and laboratory conditions of Vologda, Smolensk, Tver, Pskov, Kostroma regions and on the basis of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of Bast Crops was assessed using six methods. The average levels of values, depending on the method used, differed by 0.08 ... 1.64 numbers. The significance of the differences in most cases was confirmed by parametric criterion - Student's coefficient. A regression analysis of the experimental data was carried out with derivation of 16 regression equations with specification of reliability of sample means that allow to find the long fiber number using any of the above methods depending on the assessment data obtained using a known method. The algorithm for

bringing the results of long fiber quality assessment using different methods to a single level consists of 4 successive operations: - obtaining experimental data, conducting regression analysis with derivation of the corresponding regression equations, plotting regression lines, developing conversion tables. Based on the research results, a methodological manual was developed for bringing the values of quality parameters of fibrous flax products, including the values of the long fiber number, to a single level when assessing them using various methods. The manual is intended for specialists of flax-growing, flax-processing, research institutions, and state statistics agencies, they can compare the results of assessment using various methods, choosing more accurate and relevant information, and come to balanced and justified decisions when creating varieties, managing technological processes in production of fiber flax and processing it into fiber.

Keywords: long flax fiber, assessment method, flax straw, number, digital technologies, quality, regression equations, single level, reliability and comparability of information.

For citation: Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Elements of digital technologies in assessing the quality of long flax fiber // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 49-57 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-49-57

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования ФГБНУ ФНЦ ЛК по теме № FGSS – 2024 – 0005

Введение

Лен-долгунец в Российской Федерации в настоящее время является незаменимым и практически единственным источником натурального сырья для текстильной промышленности [1, 2, 3]. Несмотря на то, что сферы использования культуры постоянно расширяются, первостепенной и очень важной задачей для селекционеров неизменно остается создание сортов, содержащих волокно высокого качества, из которого при дальнейшей переработке можно получить тонковолокнистую пряжу, пригодную для выработки конкурентоспособных тканей и других льняных изделий [4, 5, 6]. На последующих этапах на льноперерабатывающих предприятиях при первичной переработке льнотресты по традиционной технологии особую значимость приобретает достижение оптимальных результатов по выработке достаточного объема длинного льноволокна как основного продукта производства, обладающего надлежащим качеством [7, 8, 9]. Известно, что современная текстильная промышленность особенно остро нуждается в поставках длинного волокна высоких номеров [10, 11]. Необходимо отметить, что управление качеством продукции и его улучшение взаимосвязано с оценкой уровня ее качества и отдельных свойств, сочетание которых может обеспечить наилучший результат переработки и использование сырья по назначению. Актуальность и точность предоставляемой информации, обусловленной внедрением элементов цифровых технологий [12], будет способствовать принятию взвешенных и своевременных решений специалистами льносеющих и льноперерабатывающих предприятий, цель которых наиболее рациональное использование имеющихся ресурсов при возделывании и первичной обработке льнотресты льна-долгунца. Для того, чтобы информация, полученная в ходе проведения оценки, относящаяся к определению того или иного показателя качества, обладала необходимой ценностью, она должна быть своевременной, достоверной и сопоставимой [13]. В то же время для

определения качественных характеристик льносырья при оценке до сегодняшнего дня применяют различные методы, реализация которых приводит к получению различного уровня значений одного и того же показателя [14, 15, 16]. Такая ситуация может привести к дезориентации как производителя, так и потребителя, а также к некорректным выводам в селекционной работе при идентификации ценных хозяйственных признаков созданных новых сортов. Кроме того, в достоверной и сопоставимой информации о количестве и качестве выработанного в Российской Федерации волокна как длинного, так и короткого, нуждаются органы государственной статистики [17, 18, 19]. Поэтому для того, чтобы информация, в том числе и о качестве волокнистой продукции, была достоверной и сопоставимой, целесообразно приведение значений показателей характеристик к единому уровню. Решению поставленной задачи поможет использование элементов современных цифровых технологий, связанных с мониторингом существующих методов оценки, в частности, качества длинного льноволокна, и применение моделирования и прогнозирования в соответствии с принятыми методами математической статистики, предназначенными для обработки экспериментальных данных. В конечном итоге это позволит получить более точную аналитику, улучшить количество и качество производимого длинного льноволокна, отслеживать и контролировать использование льносырья при определенных режимах переработки.

Цель работы заключается в исследовании достоверности и сопоставимости результатов оценки одного из основных признаков технологического качества льносырья – номера длинного льноволокна по существующим методам для разработки алгоритма приведения его значений к единому уровню с использованием элементов цифровых технологий.

Материалы и методы

Материалом в исследованиях являлась льнотреста различного качества и селекционных сортов и полученное из нее при первичной переработке на

производственном и оценочном оборудовании длинное волокно. Заготовка льнотресты с формированием ее в рулоны производилась в льносеющих хозяйствах Вологодской, Смоленской, Тверской, Псковской, Костромской областей в 2001–2022 гг. На базе ВНИИЛ (теперь ОП НИИЛ Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального центра лубяных культур) по действующей нормативной документации оценивали качество волокнистой продукции льна-долгунца. В ходе проведения контрольных разработок партий льнотресты, масса каждой из которых составляла не менее двух тонн, в соответствии с Правилами технической эксплуатации льнозаводов (ПТЭЛ) подбирали оптимальный режим переработки, ориентированный на получение максимального выхода длинного волокна с низкой закоротностью, влияющей, в свою очередь, на его качество. При этом использовали специальную методическую программу [19], предусматривающую оценку качества льнотресты по ГОСТ 24383-89 «Треста льняная. Требования при заготовках». Для определения качества длинного волокна применялись следующие методы:

метод Изменения №4 ГОСТ 10330-76 «Лен трепаный. Технические условия» (с 2022 года по п. 8.2. ГОСТ Р 53484);

органолептическая оценка;

метод контрольного прочеса ГОСТ 10330-76 «Лен трепаный. Технические условия»;

прочес на чесальной установке;

оценка по результатам прядения;

методика технологической оценки качества льносырья (ручной прочес на гребнях).

Регламентированные в ГОСТ 10330 – 76 «Лен трепаный. Технические условия» и Изменении № 4 этого стандарта, а также в п. 8.2. ГОСТ Р 53484 – 2022 «Лен трепаный. Технические условия», согласно которому номер длинного волокна рассчитывался с учетом физико- механических свойств и его группы цвета. Кроме того, оценку качества длинного волокна осуществляли по методике технологической

оценки качества льносырья и по результатам контрольного прочеса и прядения.

Оценку качества чесаных материалов и очесов при проведении контрольного прочеса производили по ГОСТ Р 53549 – 2009 «Лен чесаный. Технические требования» и ГОСТ Р 53486 – 2009 «Очес льняной. Технические условия». Выборку полученных экспериментальных данных анализировали с помощью методов математической статистики (Ниворожкина Л. Н., Аржаповский С. В., Рудяга А. А. *Статистические методы анализа данных: учебник. Москва: Риф, 2018. 320 с.; Ивченко Т. И., Медведев Ю. И. Математическая статистика: учебник. Москва: Либроком, 2020. 352 с.*) с применением следующих направлений цифровизации при анализе данных: моделирование и прогнозирование (регрессионный анализ). Критерий Стьюдента использовали при сравнении выборочных средних результатов оценки качества длинного льноволокна.

Результаты

Длинное льноволокно различного качества было получено из льнотресты (5370 партий) в технологическом производственном процессе при переработке на мяльно-трепальных агрегатах льнозавода и на оценочном лабораторном оборудовании (мяльно-трепальный станок СМТ-200 М).

При обосновании информационной ценности определения номера длинного волокна проведен сопоставительный анализ результатов оценки его значений по применяемым в настоящее время методам.

Для определения достоверности и сопоставимости результатов оценки среднего уровня значений номера длинного волокна по этим методам был проведен сравнительный анализ по 16 выборкам, состоящих из разного количества партий (от 17 до 261). При выявлении значимости различий между средними величинами использовали параметрический критерий Стьюдента.

Данные парного сравнения значений указанного признака приведены в таблице 1.

Таблица 1. Различия среднего уровня значений номера длинного волокна при определении по различными методами

N п/п	Метод определения номера длинного волокна	Средний номер длинного волокна, N	Различия		Коэфф. Стьюдента, t		Заключение о значимости различий
			абс., N	отн., %	t _ф	t _т	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Изменение №4 ГОСТ 10330-76 (п. 8.2. ГОСТ Р 53484)	10,91	стр. 1 – стр.2		2,43	2,07	Значимо
2	Метод контрольного прочеса	10,79	+ 0,23	2,1			
3	Прядение	10,25	стр.3– стр.4		2,75	2,07	Значимо
4	Метод контрольного прочеса	10,48	- 0,23	2,2			
5	Методика технологической оценки качества льносырья (ручной прочес на гребнях)	10,38	стр.5– стр.6		1,75	1,95	Незначимо
6	Метод контрольного прочеса	10,30	+ 0,08	0,77			
7	Изменение №4 ГОСТ 10330-76 (п. 8.2. ГОСТ Р 53484)	10,01	стр.7– стр.8		3,21	2,05	Значимо
8	Органолептическая оценка	10,56	- 0,55	5,2			

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

9	Изменение №4 ГОСТ 10330-76 (п. 8.2. ГОСТ Р 53484)	10,73	стр.9– стр.10		2,95	2,13	Значимо
10	Прочес на чесальной установке	10,99	- 0,26	2,4			
11	Метод контрольного прочеса	10,11	стр.11– стр.12		3,03	2,05	Значимо
12	Органолептическая оценка	10,56	- 0,45	4,3			
13	Изменение №4 ГОСТ 10330-76 (п. 8.2. ГОСТ Р 53484)	10,79	стр.13– стр.14		4,03	2,05	Значимо
14	Прядение	10,27	+ 0,52	4,8			
15	Метод контрольного прочеса	10,45	стр.15– стр.16		7,06	2,05	Значимо
16	Прочес на чесальной установке	12,09	- 1,64	13,6			

Примечание - абс. – абсолютные, отн. – относительные различия, коэфф. – коэффициент

Средний уровень значений номера длинного волокна, определенного по различным методам, существенно колеблется: абсолютные отклонения изменяются от 0,08 до 1,64 N, относительные – от 0,77 до 13,60 %. Отсюда следует вывод о том, что результаты определения качества длинного волокна в значительной степени обуславливаются выбранным методом оценки и могут привести к ошибочным выводам в селекционной и хозяйственной деятельности в сфере производства и переработки льна-долгунца. Сравнительный анализ выявил целесообразность приведения значений этого признака, определенных по различным методам, к единому уровню, что приведет к повышению информационной ценности оценки. Для этого были применены элементы цифровых технологий, включающие в себя

проведение регрессионного анализа (моделирование и прогнозирование) полученных опытных данных. Предварительное изучение формы и характера значений признака, оцененного по одному из методов, в зависимости от значений этого же признака, но определенного по другому методу, позволило предположить, что во всех случаях наблюдается зависимость, приближающаяся к линейной. В соответствии с правилами математической статистики проведен регрессионный анализ однофакторных комплексов, по результатам которого выведено 15 уравнений регрессии, связывающих значения номера длинного волокна, выработанного из стланцевой льнотресты, полученные при использовании этих методов. Разработанные уравнения регрессии приведены в таблице 2.

Таблица 2. Уравнения регрессии для приведения значений номера длинного волокна из стланцевой льнотресты, определенного по различным методам к единому уровню

Метод определения		
По физико-механическим свойствам и группе цвета (п. 8.2 ГОСТ Р 53484 – 2022 «Лен трепаный. Технические условия»)	Методика контрольного прочеса	Методика технологической оценки качества льносырья (ручной прочёс на гребнях)
$N_{дв п.8.2}^{ст} = 1,05 N_{двкп}^{ст} - 0,37$	$N_{двкп}^{ст} = 0,78 N_{двпр}^{ст} + 2,30$	$N_{двпр}^{ст} = 1,21 N_{двкп}^{ст} - 2,16$
$N_{дв п.8.2}^{ст} = 0,86 N_{дворг}^{ст} + 2,82$	$N_{двкп}^{ст} = 0,75 N_{дв п.8.2}^{ст} + 2,58$	
$N_{дв п.8.2}^{ст} = 0,86 N_{двчу}^{ст} + 1,32$	$N_{двкп}^{ст} = 0,89 N_{двпр}^{ст} + 1,32$	
$N_{дв п.8.2}^{ст} = 0,89 N_{двпр}^{ст} + 1,68$	$N_{двкп}^{ст} = 0,83 N_{дворг}^{ст} + 1,22$	
	$N_{двкп}^{ст} = 0,16 N_{двчу}^{ст} + 8,55$	
Метод определения		
органолептическая оценка	прядение	прочес на чесальной установке
$N_{дворг}^{ст} = 0,90 N_{дв п.8.2}^{ст} + 1,58$	$N_{двпр}^{ст} = 0,90 N_{двкп}^{ст} + 0,82$	$N_{двчу}^{ст} = 0,22 N_{двкп}^{ст} + 9,80$
$N_{дворг}^{ст} = 0,92 N_{двкп}^{ст} + 1,22$	$N_{двпр}^{ст} = 0,73 N_{дв п.8.2}^{ст} + 2,40$	$N_{двчу}^{ст} = 0,16 N_{дв п.8.2}^{ст} - 1,50$

Примечание - N ДВ изм. № 4 - номер длинного волокна по изменению № 4 ГОСТ 10330-76 «Лен трепаный»; $N_{двкп}^{ст}$ - номер длинного волокна по методу контрольного прочёса; $N_{дворг}^{ст}$ - номер длинного волокна по органолептической оценке; $N_{двчу}^{ст}$ - номер длинного волокна при прочёсе на чесальной установке; $N_{двпр}^{ст}$ - номер длинного волокна по результатам прядения; $N_{двпр}^{ст}$ номер длинного волокна по методике технологической оценки качества льносырья (ручной прочёс на гребнях) (волокно получено из стланцевой льнотресты).

Выполнена оценка достоверности выборочных показателей регрессии для каждого из уравнений. Определены: ошибка коэффициентов регрессии ($S_{b_{yx}}, S_{b_{xy}}$), среднеквадратическое отклонение рядов

(S_x, S_y), статистические ошибки уравнений регрессии (S_{yx}, S_{xy}), доверительная зона регрессии при 95 % и 68 % вероятности соответственно данным таблицы 3.

Таблица 3. Оценка достоверности выборочных показателей регрессии при определении номера длинного волокна различными методами из сланцевой льнотресты

Уравнение регрессии	Ошибки коэффициентов регрессии		Средние арифметические отклонения рядов		Статистические ошибки уравнений регрессии	
	S_{byx}	S_{bxy}	S_y	S_x	S_{yx}	S_{xy}
1	2	3	4	5	6	7
$N_{ДВОРГ} = 0,90 N_{ДВизм. №4} + 1,58$	0,07		0,89		0,75	
$N_{ДВ изм. №4} = 0,68 N_{ДВОРГ} + 2,82$		0,06		0,78		0,60
$N_{ДВКП} = 0,83 N_{ДВОРГ} + 1,22$	0,05		0,66		0,51	
$N_{ДВОРГ} = 0,92 N_{ДВКП} + 1,22$		0,05		0,70		0,54
$N_{ДВЧУ} = 1,16 N_{ДВизм. №4} - 1,50$	0,03		0,14		0,37	
$N_{ДВизм. №4} = 0,86 N_{ДВЧУ} + 1,32$		0,02		0,12		0,28
$N_{ДВПР} = 0,73 N_{ДВизм. №4} + 2,40$	0,09		1,04		0,95	
$N_{ДВ изм. №4} = 0,89 N_{ДВПР} + 1,68$		0,11		1,15		1,11
$N_{ДВЧУ} = 0,22 N_{ДВКП} + 9,80$	0,30		2,09		3,17	
$N_{ДВКП} = 0,16 N_{ДВЧУ} + 8,55$		0,22		1,78		2,63
$N_{ДВКП} = 0,78 N_{ДВРП} + 2,30$	0,02		0,22		0,16	
$N_{ДВРП} = 1,21 N_{ДВКП} - 2,16$		0,02		0,28		0,25
$N_{ДВПР} = 0,9 N_{ДВКП} + 0,82$	0,07		0,78		0,77	
$N_{ДВКП} = 0,89 N_{ДВПР} + 1,32$		0,07		0,80		0,74
$N_{ДВКП} = 0,75 N_{ДВ изм. №4} + 2,58$	0,04		0,75		0,40	
$N_{ДВ изм. №4} = 1,05 N_{ДВКП} - 0,37$		0,05		0,89		0,55
Доверительная зона регрессии						
95%			68%			
$N_{ДВОРГ} = (0,90 N_{ДВизм. №4} + 1,58) \pm 1,47$			$N_{ДВОРГ} = (0,90 N_{ДВизм. №4} + 1,58) \pm 0,75$			
$N_{ДВ изм. №4} = (0,68 N_{ДВОРГ} + 2,82) \pm 1,18$			$N_{ДВ изм. №4} = (0,68 N_{ДВОРГ} + 2,82) \pm 0,60$			
$N_{ДВКП} = (0,83 N_{ДВОРГ} + 1,22) \pm 1,0$			$N_{ДВКП} = (0,83 N_{ДВОРГ} + 1,22) \pm 0,51$			
$N_{ДВОРГ} = (0,92 N_{ДВКП} + 1,22) \pm 1,06$			$N_{ДВОРГ} = (0,92 N_{ДВКП} + 1,22) \pm 0,54$			
$N_{ДВЧУ} = (1,16 N_{ДВизм. №4} - 1,50) \pm 0,72$			$N_{ДВЧУ} = (1,16 N_{ДВизм. №4} - 1,50) \pm 0,37$			
$N_{ДВизм. №4} = (0,86 N_{ДВЧУ} + 1,32) \pm 0,55$			$N_{ДВизм. №4} = (0,86 N_{ДВЧУ} + 1,32) \pm 0,28$			
$N_{ДВПР} = (0,73 N_{ДВизм. №4} + 2,40) \pm 1,86$			$N_{ДВПР} = (0,73 N_{ДВизм. №4} + 2,40) \pm 0,95$			
$N_{ДВ изм. №4} = (0,89 N_{ДВПР} + 1,68) \pm 2,18$			$N_{ДВ изм. №4} = (0,89 N_{ДВПР} + 1,68) \pm 1,11$			
$N_{ДВЧУ} = (0,22 N_{ДВКП} + 9,80) \pm 6,21$			$N_{ДВЧУ} = (0,22 N_{ДВКП} + 9,80) \pm 3,17$			
$N_{ДВКП} = (0,16 N_{ДВЧУ} + 8,55) \pm 5,15$			$N_{ДВКП} = (0,16 N_{ДВЧУ} + 8,55) \pm 2,13$			
$N_{ДВКП} = (0,78 N_{ДВРП} + 2,30) \pm 0,31$			$N_{ДВКП} = (0,78 N_{ДВРП} + 2,30) \pm 0,16$			
$N_{ДВРП} = (1,21 N_{ДВКП} - 2,16) \pm 0,49$			$N_{ДВРП} = (1,21 N_{ДВКП} - 2,16) \pm 0,25$			
$N_{ДВПР} = (0,9 N_{ДВКП} + 0,82) \pm 1,51$			$N_{ДВПР} = (0,9 N_{ДВКП} + 0,82) \pm 0,77$			
$N_{ДВКП} = (0,89 N_{ДВПР} + 1,32) \pm 1,45$			$N_{ДВКП} = (0,89 N_{ДВПР} + 1,32) \pm 0,74$			
$N_{ДВКП} = (0,75 N_{ДВ изм. №4} + 2,58) \pm 0,78$			$N_{ДВКП} = (0,75 N_{ДВ изм. №4} + 2,58) \pm 0,40$			
$N_{ДВ изм. №4} = (1,05 N_{ДВКП} - 0,37) \pm 1,08$			$N_{ДВ изм. №4} = (1,05 N_{ДВКП} - 0,37) \pm 0,55$			

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Вычислить требуемую величину номера длинного волокна можно и графическим способом по линиям регрессии, две из которых приведены на рисунках 1 и 2.

По линии регрессии ($N_{\text{ДВОРГ}}^{\text{СТ}} = 0,90 N_{\text{ДВизм. №4}}^{\text{СТ}} + 1,58$), представленной на рисунке 1, можно найти значения номера длинного волокна, выработанного из станцевой льнотресты при органолептической оценке, в зависимости от значений номера

длинного волокна, определенного по Изменению №4 ГОСТ 10330 – 76 «Лен трепаный, Технические условия. Обратная зависимость значений номера длинного волокна при определении по Изменению №4 ГОСТ 10330 – 76 «Лен трепаный. Технические условия» от значений номера длинного волокна, определенного, по органолептической оценке, проиллюстрирована на рисунке 2 ($N_{\text{ДВ}}^{\text{СТ}} = 0,68 N_{\text{ДВОРГ}}^{\text{СТ}} + 2,82$).

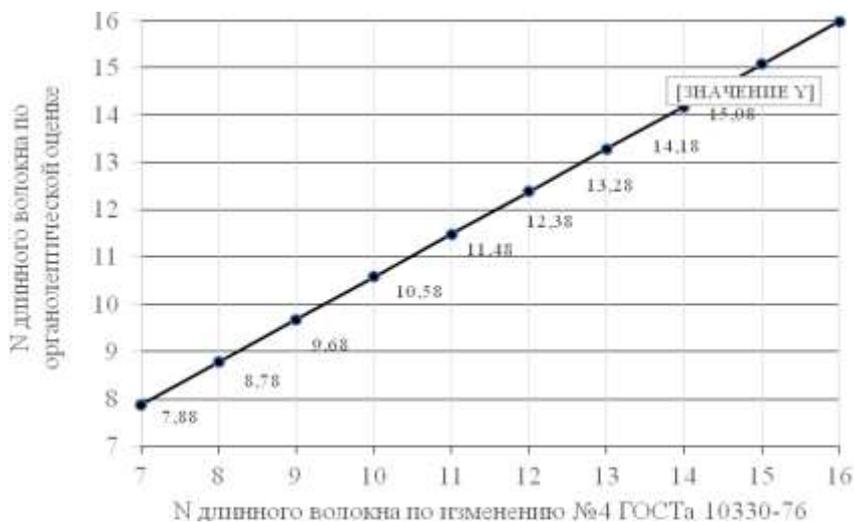


Рис. 1. График для определения номера длинного волокна (станцевая льнотреста)

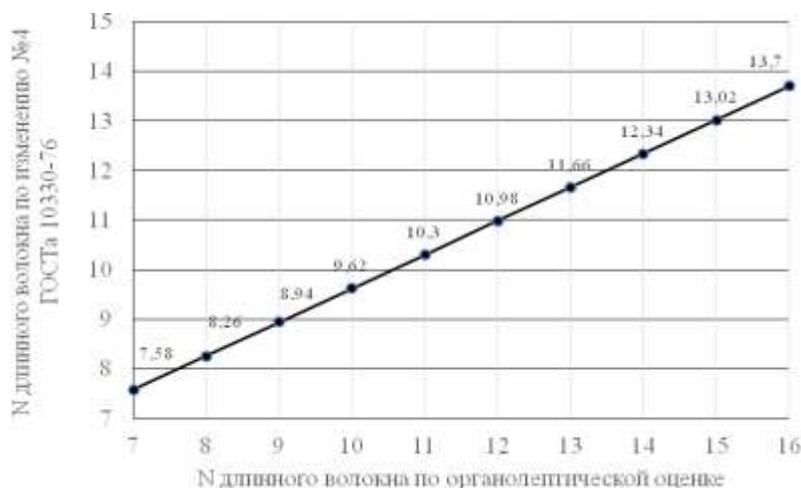


Рис. 2. График для определения номера длинного волокна (станцевая льнотреста)

По результатам проведенных исследований разработан алгоритм приведения значений номера длинного волокна, определенного различными методами, к единому уровню. Алгоритм заключается в осуществлении 4-х последовательных операций:

- получение экспериментальных данных,
- проведение регрессионного анализа с выведением соответствующих уравнений регрессии,
- построение линий регрессии,
- разработка переводных таблиц.

Для осуществления действий в соответствии с алгоритмом и использования в практической

деятельности льносеющих и льноперерабатывающих предприятий, а также научно-исследовательских учреждений и органов статистики разработано методическое пособие по приведению к единому уровню значений признаков качества волокнистой льнопродукции, в том числе и качества длинного волокна, при оценке их различными методами (Кудряшова Т. А., Виноградова Т. А., Козьякова Н. Н. Методическое пособие по приведению к единому уровню значений признаков качества волокнистой льнопродукции при оценке их различными методами. Смоленск: Свиток. 2023. 60 с.)

Обсуждение

Известно, что информационная ценность оценки технологического качества волокнистой продукции обеспечивается ее своевременностью, достоверностью и сопоставимостью. Это утверждение относится и к одному из основных признаков – качеству длинного волокна, которое в настоящее время может быть определено различными методами, что в итоге приводит к недостоверным сведениям, если неизвестно, какой из существующих методов применялся при оценке. Доказано, что средние значения номера длинного волокна, оцененного различными методами, могут различаться от 0,77 до 13,6 %. Поэтому, чтобы обеспечить достоверность и сопоставимость информации при оценке качества длинного волокна и при последующей обработке обеспечить использование волокнистой продукции по назначению, необходимо приведение значений номера длинного волокна, определенного различными методами к единому уровню. Одним из актуальных путей решения поставленной задачи является использование элементов цифровых технологий, связанных с моделированием и прогнозированием, реализованных в соответствии с методами, принятыми в математической статистике при обработке большого числа экспериментальных данных. По результатам исследований составлены уравнения регрессии, позволяющие оценить значения номера длинного волокна, найденного по одному методу, в зависимости от его значения, определенного по другому методу. Значения номера можно рассчитать по приведенным уравнениям, переводным таблицам или графическим способом. Выведенные уравнения

регрессии положены в основу методического пособия по приведению к единому уровню значений признаков качества волокнистой льнопродукции при оценке их различными методами. В ряде работ других исследователей, опубликованных в печатных изданиях, отмечаются аналогичные результаты, например, при прогнозировании выхода и номера трепаного льна в производственных условиях по данным, полученным в лабораторных условиях [15, 16, 17].

Заключение

1. Мониторинг результатов оценки качества длинного льноволокна по различным существующим методам выявил несовпадение уровня полученных значений. Отклонения в зависимости от сравниваемых методов составили 0,08...1,64 номера или 0,77...13,6 %.

2. Для повышения достоверности и сопоставимости информации о качестве длинного волокна, идентифицированного различными методами, необходимо приведение его значений к единому уровню. Эта задача решена с использованием моделирования и прогнозирования – элементов цифровых технологий путем выведения регрессионных уравнений, позволяющих рассчитать значения номера длинного волокна, определенного по требуемому методу, в зависимости от результата, полученного при оценке по известному методу. Для осуществления действий в соответствии с созданным алгоритмом разработано методическое пособие по приведению к единому уровню значений признаков качества волокнистой льнопродукции при оценке их различными методами.

Литература

1. Белопухов С. Л. Новые требования к качеству и безопасности продукции льняного комплекса // В сборнике: Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Москва. 2020. С. 37-40.
2. Пучков Е. М., Галкин А. В. Пути возрождения льняного комплекса России // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 49-5.
3. Басова Н. В., Новиков Э. В. Анализ производства лубяных культур в России за период импортозамещения // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2023. Т. 3. № 2 (8). С. 54-63.
4. Фудина Е. Направления реализации государственной политики поддержки сельского хозяйства // Penza state. Agrarian University the implementation of Agricultural Policies. 2019. Т. 62. №4. С. 68-75
5. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Изучение состава сортов льна-долгунца по признакам, определяющим выбор эффективной технологии переработки льнотресты // Вестник Новосибирского государственного университета. 2023. № 3. С. 5-17. doi: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-5-17.
6. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Зависимость качества трепаного волокна от сорта льна-долгунца и номера льнотресты // Аграрный вестник Урала. 2022. № 7. (222). С. 2-15. doi: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-2-15.
7. Совершенствование системы оценки качества волокна на этапах внедрения новых сортов льна-долгунца / Л. В. Пашина, Г. А. Мичкина, Т. А. Попова и др. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 6. (384). С. 115-120.
8. Совершенствование системы оценки технологического качества сортов льна-долгунца при их госсортоиспытании / Н. В. Тихомиров, Е. Л. Пашин, С. В. Болнева и др. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 2 (35). С. 29-34.
9. Пашин Е. Л., Бараев А. В. Перспективы развития технологической уборки и переработки льна // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 4 (41). С. 66-70.

10. Пучков Е. М., Великанова И. В., Галкин А. В. Научно-технологическое и экономическое обоснование формирования системы машин для переработки льна // *Аграрная наука*. 2021. № 3. С. 101-104.
11. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. – URL: <https://www.grs.ru> (дата обращения 15.01.2024).
12. Цифровое сельское хозяйство [Электронный ресурс] – режим доступа <http://mcxas.ru/cligital-cx/uarnal-zemlepolzovanie/> свободный. – Загл. с экрана: - яз. Рус., англ. (дата обращения 16.01.2024).
13. Кудряшова Т. А., Виноградова Т. А., Козьякова Н. Н. Достоверность и сопоставимость результатов определения выхода длинного волокна при технологической оценке качества волокнистого льносырья // *Льноводство реалии и перспективы. Материалы международной научно – практической конференции, посвященной 20-летию со дня основания РУП Институт льна, Минск «Беларуская навука», 2020*. С. 31-36.
14. Кудряшова Т. А., Виноградова Т. А., Козьякова Н. Н. Сравнение методов оценки технологического качества льноволокнистой продукции // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2022. Т. 52. № 1. С. 25-38. doi: 10.26898/0370-8799-2022-1-3.
15. Романов В. А., Новиков Э. В., Безбабченко А. В. Инструментальная погрешность определения выхода волокна из льнотресты // *Техника и оборудование для села*. 2020. № 3. (273). С. 17-21.
16. Исследование способа прогнозирования выхода и номера длинного льноволокна для мяльно-трепальных агрегатов / Е. Н. Королева, Э. В. Новиков, Н. Х. Хаитов и др. // *Наука в Центральной России*. 2020. № 3 (45). С. 20-25.
17. Влияние способов переработки льнотресты на выход и качество трепаного льна / Е. Н. Королева, Э. В. Новиков, Н. Х. Хаитов и др. // *Масличные культуры*. 2019. № 3 (179). С. 68-73.
18. Королева Е. Н., Новиков Э. В., Безбабченко А. В. Прогнозирование производственных значений выхода и номера трепаного льна по результатам лабораторных исследований // *Техника и оборудование для села*. 2022. № 6 (300). С. 22-25.
19. Распоряжение Министерства сельского хозяйства Российской Федерации №23 – р от 10 марта 2016г. «Порядок определения нормативов перевода тресты льна и конопли в волокно» (В редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 12.06.2008г. №450). 7 с.

References.

1. Belopukhov S. L. New requirements to quality and safety of flax complex products // In the collection: Safety and quality of agricultural raw materials and food. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference. 2020. P. 37-40.
2. Puchkov E. M., Galkin A. V. Ways to revive the flax complex of Russia // *Vestnik of Velikiye Luki State Agricultural Academy*. 2019. No. 1. P. 49-5.
3. Basova N. V., Novikov E. V. Analysis of production of bast crops in Russia during the period of import substitution // *Technical crops. Scientific agricultural journal*. 2023. Vol. 3. No. 2 (8). P. 54-63.
4. Fudina E. Directions for implementation of state policy to support agriculture // *Penza state Agrarian University the implementation of Agricultural Policies*. 2019. Vol. 62. No. 4. P. 68-75
5. Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Study of the composition of flax varieties based on the characteristics that determine the choice of effective flax straw processing technology // *Vestnik of Novosibirsk State University*. 2023. No. 3. P. 5-17. doi: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-5-17
6. Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Dependence of the quality of scutched fiber on the variety of flax and the flax straw number // *Agrarian Vestnik of the Urals*. 2022. No. 7. (222). P. 2-15. doi: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-2-15
7. Improvement of the fiber quality assessment system at the stages of introduction of new varieties of fiber flax / L. V. Pashina, G. A. Michkina, T. A. Popova, et al. // *Izvestiya of higher educational institutions. Textile industry technology*. 2019. No. 6. (384). P. 115-120.
8. Improvement of the system for assessing the technological quality of fiber flax varieties during their state variety testing / N. V. Tikhomirov, E. L. Pashin, S. V. Bolneva, et al. // *Agrarian Vestnik of the Upper Volga Region*. 2021. No. 2 (35). P. 29-34.
9. Pashin E. L., Baraev A. V. Prospects for development of technological harvesting and processing of flax // *Agrarian Science of the Euro-North-East*. 2018. No. 4 (41). P. 66-70.
10. Puchkov E. M., Velikanova I. V., Galkin A. V. Scientific, technological and economic justification for formation of a system of machines for flax processing // *Agrarian Science*. 2021. No. 3. P. 101-104.
11. Federal State Statistics Service. Official website. - URL: <https://www.grs.ru> (access date: 15.01.2024).
12. Digital Agriculture [Electronic resource] - access mode <http://mcxas.ru/cligital-cx/uarnal-zemlepolzovanie/> free. – Title from the screen: - lang. Rus., Eng. (access date: 16.01.2024).
13. Kudryashova T. A., Vinogradova T. A., Kozyakova N. N. Reliability and comparability of the results of determining the yield of long fiber in the technological assessment of the quality of fibrous flax raw materials // *Flax growing realities*

and prospects. Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 20th anniversary of the founding of the RUE Flax Institute, Minsk "Belarusian Science", 2020. P. 31-36.

14. Kudryashova T. A., Vinogradova T. A. Kozyakova N. N. Comparison of methods for assessing the technological quality of flax fiber products // Siberian Vestnik of Agricultural Science. 2022. Vol. 52. No. 1. P. 25-38. doi: 10.26898/0370-8799-2022-1-3.

15. Romanov V. A., Novikov E. V., Bezbabchenko A. V. Instrumental error in determining fiber yield from flax straw // Machinery and equipment for the village. 2020. No. 3. (273). P. 17-21.

16. Study of the method for predicting the yield and number of long flax fiber for crushing and scutching units / E. N. Koroleva, E. V. Novikov, N. Kh. Khaitov et al. // Science in Central Russia. 2020. No. 3 (45). P. 20 -25.

17. The influence of flax straw processing methods on yield and quality of scutched flax / E. N. Koroleva, E. V. Novikov, N. Kh. Khaitov et al. // Oilseed crops. 2019. No. 3 (179). P. 68-73.

18. Koroleva E. N., Novikov E. V., Bezbabchenko A. V. Forecasting production values of the yield and number of scutched flax based on the results of laboratory studies // Machinery and equipment for the village. 2022. No. 6 (300). P. 22-25.

19. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 23 - r dated March 10, 2016. "The procedure for determining the standards for converting flax and hemp trust into fiber" (As amended by the Decree of the Government of the Russian Federation of 12.06.2008 No. 450). 7 p.