

Т. В. Никитинская, аспирант ИГиЦ НАН Беларуси; А. П. Яцевич, науч. сотрудник ИГиЦ НАН Беларуси; В. З. Богдан, зав. лабораторией Института льна; В. Г. Лугин, зав. лабораторией НИЛ ФХМИ; В. В. Титок, зав. лабораторией ИГиЦ НАН Беларуси

## ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА КУЛЬТУРНОГО (*LINUM USITATISSIMUM* L.)

The purpose of research was the comparative analysis of two subspecies of flax cultural (*Linum usitatissimum* L.) – flax olive and long-fibred flax at use of an anatomic method, as enough the reliable contents for definition and quality of a fibre. Anatomic structure of stalk cross section was studied in 29 linseed and 50 flax cultivars, with comparative analysis of displaying these traits in fiber flax and linseed being made. High-fiber linseed cultivars which, besides oil production, can also be used for producing fiber suitable in manufacturing soft goods, were selected. As a result of the lead researches it has been shown, that grades of flax olive possessed the greater diameter of a stalk, than a grade of long-fibred flax in conditions of the same years of cultivation.

**Введение.** Лен относится к числу немногих технических культур, которые дают одновременно два вида ценнейшей для народного хозяйства продукции – волокно и семена, а также продукты, имеющие широкое применение в народном хозяйстве. Льняное волокно идет на изготовление различных тканей, начиная от самых грубых мешочных и упаковочных до самых тонких – батистовых. В семенах льна содержится более 40% высококачественного жира и 23% белковых веществ. По сравнению с белком злаковых культур белок льна имеет более высокую биологическую ценность, а льняное масло является хорошо усвояемым пищевым продуктом и широко применяется в медицине. Для повышения рентабельности льноводства перспективно использовать масличные сорта, которые обеспечивают получение как семян, так и пригодного волокна. Эти сорта сильно различаются по содержанию и качеству волокна. Содержание волокна имеет прямую положительную взаимосвязь с площадью, занимаемой лубяными пучками на поперечном срезе стебля, и обратную – с площадью древесины. Качество волокна связано с формой и строением элементарных волокон и лубяных пучков [1, 2].

Целью исследования был сравнительный анализ двух подвидов льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) – льна масличного и льна-долгунца при использовании анатомического метода, как достаточно надежного для определения содержания и качества волокна. Нами исследовано анатомическое строение 29 сортов льна масличного и 50 сортов льна-долгунца из коллекции ИГиЦ НАН Беларуси. Анализировали такие признаки: диаметр стебля, число лубяных пучков на срезе, число волокон в лубяном пучке, число волокон на срезе, число пучков и волокон на единицу длины окружности среза и диаметр элементарных волокон в одном типичном для среза пучке.

Анатомическое строение стебля изучали на поперечных срезах, взятых из середины техни-

ческой длины у 10 одинаковых по длине и толщине зрелых растений. Отрезки стеблей (2–3 см) фиксировали в размягчительной смеси спирт : вода : глицерин (1 : 1 : 1). Подсчет числа пучков, элементарных волокон и измерение диаметра среза и элементарных волокон производили с помощью светового микроскопа Amplival и винтового окуляр-микрометра. Диаметр среза выражали в делениях окуляр-микрометра при увеличении 15×3,2, а подсчет числа пучков и элементарных волокон в пучке и на срезе и измерения диаметра элементарных волокон в пучке – при увеличении 15×16. Данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием программного пакета, разработанного в ИГиЦ НАН Беларуси.

**Диаметр стебля.** В результате исследования установлено, что сорта льна масличного обладают большим диаметром стебля, чем сорта льна-долгунца в условиях одного и того же года (рис. 1). Значение его колебалось в пределах от 5,4 до 8,5 делений окуляр-микрометра.

Большим диаметром стебля характеризовались сорта Raluca, Sandra, ЛМ-2, Небесный, Шафир, Лирина, Blue Chip (7,0–8,5). Наименьший диаметр выявлен у сортов SU-1-10, Glenelg, Циан и Antares (5,4–5,9). У остальных сортов данный показатель распределялся в диапазоне 6,1–6,9 делений окуляр-микрометра. Вероятно, в толстых стеблях лубяные пучки и элементарные клетки волокна – крупные и грубые, что сказывается на качестве волокна, его крепости и тонине.

**Число пучков на срезе.** Многие исследователи отмечают, что в стеблях высоковолокнистого льна лубяные пучки хорошо развиты на всем протяжении стебля и на поперечном срезе занимают большую поверхность [2]. По данным анатомического анализа для сортов льна-межеумка характерна полиморфная форма лубяных пучков, независимо от их расположения в стебле [3, 4].

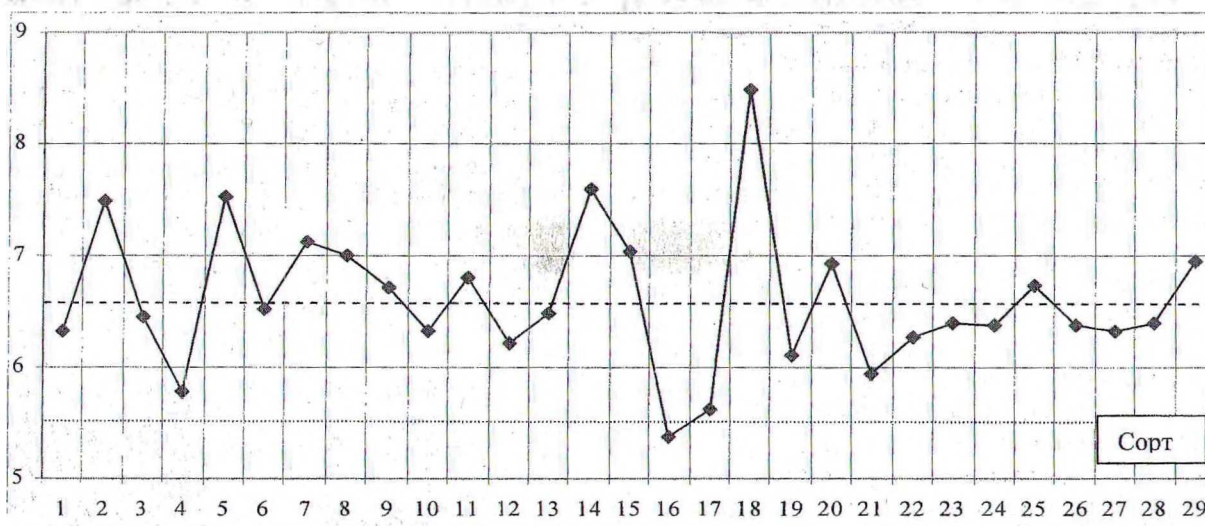


Рис. 1. Диаметр стебля льна масличного: ---- - 6,6 - средний показатель диаметра стебля для льна масличного; ..... - 5,6 - средний показатель диаметра стебля для льна-долгунца; 1 - ЛМ-1; 2 - ЛМ-2; 3 - Воронежский; 4 - Циан; 5 - Небесный; 6 - Ручеек; 7 - Шафир; 8 - Лирина; 9 - Omega; 10 - Flanders; 11 - Mivast; 12 - Linota; 13 - Gold Flax; 14 - Sandra; 15 - Blue Chip; 16 - SU-1-10; 17 - Glenelg; 18 - Raluca; 19 - Deep Pink; 20 - Somme; 21 - Antares; 22 - Mc Gregor; 23 - Atalante; 24 - K-5627; 25 - K-5621; 26 - K-5827; 27 - K-2398; 28 - K-6570; 29 - Л-6582

В наших исследованиях самым большим числом лубяных пучков на срезе обладают сорта льна масличного Небесный, Л-6582 и Linota (35,8; 33,8 и 33,4 соответственно). Меньшим числом пучков характеризуются Ручеек, К-5627 (25 пучков) и К-5621 (25,6).

У остальных сортов значение данного показателя находилось в промежутке между 27,0 и 32,6. Сорта льна-долгунца в условиях этого же года проявили аналогичный размах изменчивости по числу лубяных пучков на уровне 10-11 единиц, как и сорта льна масличного. Обнаружено, что в отличие от сортов льна-долгунца, у которых пучки плотные, хорошо разделенные между собой, у большинства форм льна масличного лубяные пучки полиморфной формы и образуют сплошное кольцо по окружности среза. Исключение составляют сорта Шафир, Raluca, Blue Chip, Mc Gregor, Atalante, у которых пучки плотно сформированы, овальной и тангентальной формы.

**Число волокон в пучке.** Известно, что из образцов, имеющих меньшее количество волокон в пучке, получают более тонкое волокно [2]. Среди изученных сортов льна масличного число волокон в пучке колебалось по отдельным сортам от 16,9 до 27,0. Несколько выше размах изменчивости по данным признакам отмечен у льна-долгунца - от 15,7 до 33,1. Наименьшее значение этого признака выявлено у масличных сортов Ручеек (16,9), Л-6582 (17,6), Blue Chip (19,4) и ЛМ-2 (19,5). Более крупные пучки характерны для сортов Воронежский, Raluca, К-5621, К-5827. Строение элементарных волокон также свидетельствует о качестве

волокна (рис. 2). Волокно хорошего качества дают некрупные равные по диаметру элементарные волокна граненой формы с толстыми стенками и небольшим просветом внутри. Расположение таких волокон в пучке должно быть плотное. Наличие всех этих признаков отмечено у сортообразца ЛМ-2 и сортов Blue Chip, Raluca, Somme.

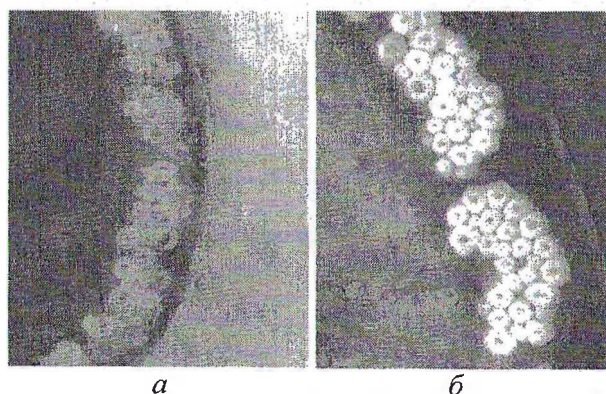


Рис. 2. Строение лубяных пучков и элементарных волокон: а - лен масличный (сорт Ручеек); б - лен-долгунец (сорт Hera)

**Число волокон на срезе.** Для прогнозирования содержания волокнистых веществ необходимо учитывать и общее число волокон на срезе. У сортов льна-долгунца число волокон на срезе в условиях этого же года значительно выше и находится в пределах от 602 до 1124.

Однако не всегда при повышении урожая волокна наблюдается увеличение числа элементарных волокон. По данным [2] внесение азотного удобрения повышало урожай волокна

на 35%. Количество элементарных волокон на срезах в вариантах с азотом и в контроле примерно одинаковое. Увеличение урожая волокна в этом случае происходило за счет заметного укрупнения элементарных волокон и увеличения толщины их стенок. Наибольшее число волокон выявлено у сортов льна масличного: Воронежский (868), Raluca (838), Mc Gregor (819), Deep Pink (793), Шафир (759), Antares (756), Небесный (755). Сорта Воронежский, Raluca, Mc Gregor, Deep Pink, Antares имели также и относительно большое число довольно крупных пучков. Число волокон в пучке у них достигало 25–27 шт. Сорта Raluca, Mc Gregor и Шафир характеризовались также плотными, хорошо сформированными лубяными пучками овальной и тангентальной формы, а сорта Raluca и Antares еще и относительно выровненными элементарными волокнами граненой формы с толстыми стенками и точечным просветом внутри. Сорта Raluca и Mc Gregor обладали высокой массой семян с растения и высоким содержанием масла. Высокое содержание масла отмечено и у сорта Небесный, а сорт Deep Pink характеризовался стабильным уровнем масла в семенах независимо от условий выращивания [5].

Низкое содержание волокна отмечено у сортов льна масличного Ручеек (426), Лирина (538), ЛМ-2 (589) и Л-6582 (593). У этих же образцов выявлено меньшее число волокон в пучке, что свидетельствует о лучшем качестве волокна, но только образец ЛМ-2 характеризовался хорошо сформированными лубяными пучками овальной формы с выровненными гранеными элементарными волокнами, имеющими толстые стенки и точечный просвет.

**Диаметр элементарных волокон в пучке.** Качество волокна находится в тесной зависимости со строением элементарных клеток. Если элементарные волокна не выровнены по диаметру на поперечном срезе стебля, то это явля-

ется свидетельством их недостаточной длины и пониженного качества (рис. 3). Рядом авторов предложена оценка качества волокна на первых этапах селекции по коэффициенту изменчивости поперечного диаметра элементарных волокон в одном типичном лубяном пучке на поперечном срезе [6, 7]. Считается, что все длинные волокна будут иметь одинаковый диаметр, если же волокна короткие, то в плоскость среза попадают их узкие концы, создавая большую изменчивость по диаметру. Таким образом, установлена обратная зависимость между коэффициентом изменчивости и качеством волокна.

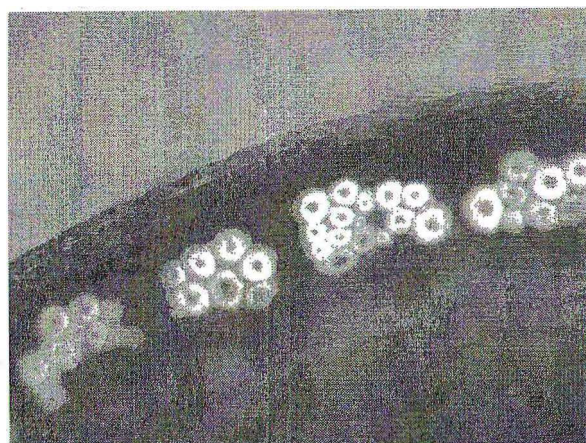


Рис. 3. Вариабельность диаметра элементарных клеток волокна льна масличного

Диаметр элементарных волокон между сортами колебался от 17,5 до 34,0 мкм, а по отдельным растениям – от 5,0 до 67,0 мкм, в то время как у долгунца он находится в пределах от 13,0 до 23,0 мкм. Большим диаметром элементарных волокон характеризуются сорта льна масличного Ручеек (34,0), Sandra (30,0), Шафир (28,0), K-5627 (27,6), Mivast (26,8), ЛМ-2 и Небесный (26,4). Небольшой диаметр выявлен у сортов SU-1-10 (17,5), Deep Pink (18,4), ЛМ-1 (18,8), Воронежский (19,2) и Atalante (19,7).

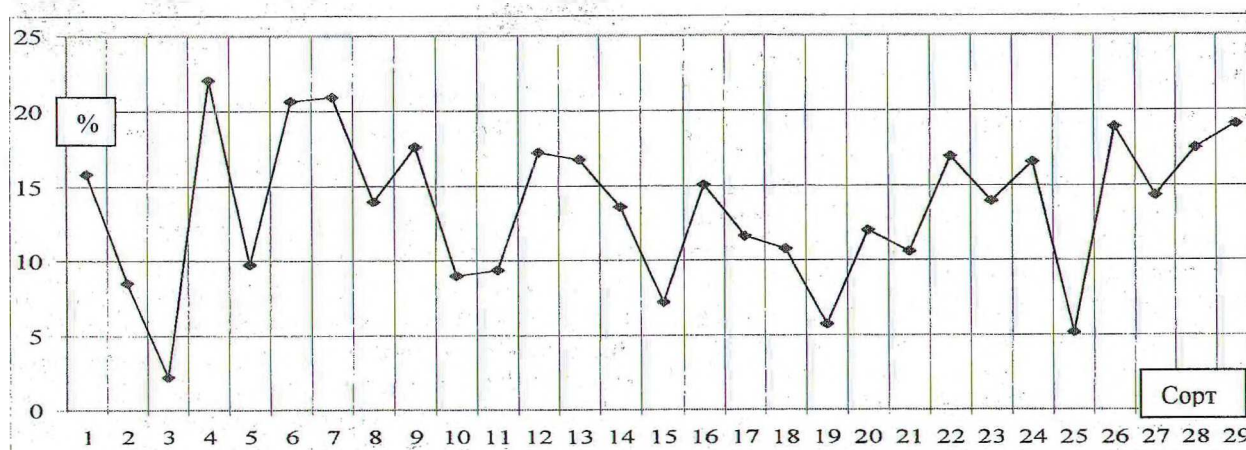


Рис. 4. Коэффициент изменчивости диаметра элементарных волокон в пучке (условные обозначения см. на рис. 1)

Анализ коэффициента изменчивости по диаметру элементарных волокон позволил выделить сорта, которые, по всей видимости, должны обладать улучшенным качеством волокна (рис. 4). К ним относятся: ЛМ-2, Воронежский, Небесный, Flanders, Mivast, Blue Chip, Deep Pink, K-5621.

Коэффициент изменчивости диаметра элементарных волокон у них не превышает 10%. Сорта Воронежский, Небесный, Deep Pink обладали и высоким уровнем содержания волокна, а сортообразец ЛМ-2 – некрупными пучками, что свидетельствует о высоком качестве волокна. У остальных сортов коэффициент изменчивости по диаметру элементарных клеток колеблется в пределах от 10,6 до 22,0 %, что может указывать на низкое качество волокна. Сорта Raluca, Mc Gregor, Deep Pink, Небесный обладали также и высокой масличностью.

**Заключение.** В результате проведенных исследований было показано, что сорта льна масличного обладали большим диаметром стебля, чем сорта льна-долгунца в условиях одного и того же года выращивания. Наиболее волокнистыми являлись сорта льна масличного Воронежский, Raluca, Mc Gregor, Deep Pink, Шафир, Antares, Небесный. Сорта Raluca, Mc Gregor, Deep Pink, Небесный обладали также и высоким содержанием масла в семенах. Из изученных нами сортов льна масличного у восьми сортов коэффициент изменчивости диаметра элементарных волокон не превышает 10%. Это свидетельствует о том, что элементарные волокна у данных сортов характеризуются большей длиной, выровненностью и, следовательно, обладают

более высоким качеством льноволокна. У остальных сортов коэффициент изменчивости по диаметру элементарных волокон находился в пределах от 10,6 до 22,0%, что может указывать на их низкое качество.

### Литература

1. Тихвинский, С. Ф. Влияние различных факторов на анатомическое строение стебля льна-долгунца в связи с содержанием и качеством волокна: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / С. Ф. Тихвинский. – Л., 1968. – 65 с.
2. Тихвинский, С. Ф. К методике анатомических исследований стебля льна-долгунца / С. Ф. Тихвинский, В. Я. Тихомирова // Тр. ВНИИЛ. – Торжок. – 1973. – Вып. XI. – С. 104–107.
3. Федосова, Н. М. Особенности анатомического строения стеблей льна-межеумка / Н. М. Федосова // Вестник ВНИИЛК. – 2003. – № 1. – С. 17–21.
4. Федосова, Н. М. Анатомическое строение масличного льна / Н. М. Федосова, А. С. Пешкова // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 10. – С. 17–18.
5. Анализ структуры продуктивности колллекции льна масличного / Н. В. Анисимова [и др.] – 2007 (в печати).
6. Тихвинский, С. Ф. Новое в анатомическом методе оценки качества волокна / С. Ф. Тихвинский, Л. Н. Дудина // Лен и конопля. – 1979. – № 2. – С. 17–18.
7. Тихвинский, С. Ф. Методы оценки качества льняного волокна на первых этапах селекции / С. Ф. Тихвинский, С. В. Доронин, А. Н. Дудина // Вестник ВНИИЛК. – 2003. – № 1. – С. 73–75.