

© Н. Б. Брач, И. Я. Шаров,
А. В. Павлов, Е. А. Пороховинова

Государственный научный
центр Российской Федерации
Всероссийский научно-
исследовательский институт
растениеводства имени
Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург

✿ В работе обобщены результаты многолетнего изучения линий генетической коллекции льна, созданной в ВИР. Выявлено широкое разнообразие по признакам урожайности и качества волокна, а также стабильности их формирования в меняющихся условиях выращивания. Выделены генотипы, обладающие контрастными показателями продуктивности, качества и постоянства проявления своих признаков в разные годы. Установлена зависимость корреляций между изученными признаками от параметров среды. Описанные линии могут служить материалом как для углубленного изучения физиологических процессов формирования волокна, так и для анализа наследования его признаков и успешного ведения селекции.

✿ **Ключевые слова:** *Linum usitatissimum* L., изменчивость; условия среды; волокно льна; содержание волокна; качество волокна.

РАЗНООБРАЗИЕ ПРИЗНАКОВ ЛЬНА, СВЯЗАННЫХ С ФОРМИРОВАНИЕМ ВОЛОКНА, И ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ИХ ПРОЯВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Конец 20 века ознаменовался всплеском интереса к культурному льну (*Linum usitatissimum* L.) во всем мире. С одной стороны, его начали возродить как сельскохозяйственную культуру с новыми перспективными направлениями использования в промышленности, а с другой стороны, растение стали широко использовать как модельный объект научных исследований. И селекционеров и ученых в основном интересуют вопросы формирования лубяных волокон. Залогом успеха теоретических изысканий и выведения новых высокопродуктивных сортов является эффективный научно обоснованный подход к подбору материала для исследований и селекции. Он, в свою очередь, должен опираться на возможно более полное знание внутривидового разнообразия признаков и влияния условий окружающей среды на их проявление.

В настоящее время масштабное изучение внутривидового разнообразия культурного льна по различным признакам с использованием больших (несколько тысяч образцов) коллекций генетических ресурсов проводится в основном в России в отделе генетических ресурсов масличных и прядильных культур ВИР (Brutch, et al., 2001) и в генбанке Канады (Diederichsen, et al., 2003, 2008). Эти работы позволили значительно расширить имевшееся ранее представление об изменчивости хозяйственно ценных признаков вида. Однако из-за больших объемов коллекций различные наборы образцов высеивали в разные годы, а влияние условий выращивания практически не изучали в связи с отсутствием математических методов обработки подобных данных.

Имеющиеся в литературе данные о влиянии условий выращивания на проявление хозяйственно ценных признаков льна не многочисленны. Основная их часть относится к отдельным факторам, влияющим на физиологические процессы роста и развития растений. Однако проявление большинства признаков зависит не от одного фактора, а от их системы. При посеве льна в разных географических условиях было выявлено, что короткий фотопериод, повышенная температура и недостаток влаги уменьшают высоту растения, выход и качество волокна, размер семян, но увеличивают длину соцветия и число коробочек. Менее всех в различных условиях варьируют признаки у стародавних сортов с широким ареалом возделывания (Сизов, 1955). А современные сорта слабо устойчивы к различным экологическим стрессам, что приводит к снижению качества льнопродукции (Павлова и др., 2000).

Лишь в нескольких работах приведен математический анализ взаимодействия генотип — среда. Дисперсионный анализ, осуществленный по многим признакам, включая характеристики урожайности, в Индии (Rao, et al., 1984) и в России (Кутузова и др., 1991) показал высокую значимость взаимодействия генотипа и места выращивания, а также существенное влияние условий года. Однако доля участия сорта в формировании урожай-

Поступила в редакцию 18.12.2009
Принята к публикации 05.02.2010

ности значительно возрастает при благоприятных погодных условиях, а при неблагоприятных гидротермических параметрах увеличивается влияние содержания калия в почве и ее кислотности (Сорокина, 2005). На показатели качества волокна решающее влияние оказывали погодные условия года (Norton et al., 2006).

Для разработки теоретических основ формирования волокна и успешного решения селекционных задач необходимо знать пределы возможностей объединения в одном генотипе высокой продуктивности с хорошим качеством волокна. Установлению этого должно способствовать изучение взаимосвязей между признаками, определяющими продуктивность и качество. Научные данные по этим вопросам немногочисленны и противоречивы.

Изучая один из важных хозяйственных признаков — продолжительность вегетационного периода, одни ученые установили тесную связь скороспелости с урожайностью соломы и волокна ($r = 0,74-0,91$) (Афонин, и др., 1980). Однако по другим данным невысокие корреляции между этими признаками открывают возможность для выведения раннеспелых высокопродуктивных сортов (Брач, 1987, 1989; Степин, и др., 2001).

В предыдущих опытах было установлено, что урожайность длинного волокна связана с урожайностью соломы ($r = 0,81-0,93$) (Степин, и др., 2001). Последняя, в свою очередь, коррелирует с содержанием водорастворимых пектинов в стебле ($r = 0,62$) (Brutch, et al., 2008). Повышение содержания волокна сопряжено с ухудшением его гибкости, прочности и ОРНр (относительной разрывной нагрузки расчетной). Однако эти связи не всегда достаточно сильные: $r = -0,40... -0,60$, $r = -0,27... -0,63$ (Артемьева, 1983) и $r = -0,34... -0,74$ (Богук и др., 1985) соответственно.

К числу наиболее тесно положительно связанных между собой качественных характеристик волокна можно отнести только гибкость и тонины (Каргопольцев и др., 1965; Кутузова и др., 1997). По данным Л. Н. Каргопольцева (1967) гибкость волокна слабо отрицательно связана с разрывной нагрузкой. Но другие авторы указывают на более сильную отрицательную корреляцию (Марченков и др., 1985). Между значениями гибкости и ОРНр наблюдается тесная положительная связь ($r = 0,60-0,80$) (Артемьева, 1983). Изменение направления коэффициентов корреляций между разрывной нагрузкой и тониной ($r = -0,88... +0,71$) говорит об отсутствии общей тенденции во взаимосвязи между этими признаками (Каргопольцев и др., 1965).

Приведенные библиографические данные свидетельствуют о недостатке систематизированных сведений о пределах внутривидового варьирования культурного льна по признакам, сопряженным с продуктивностью и качеством волокна, взаимосвязях между ними и влиянии условий выращивания. В связи с этим, перед настоящей работой были поставлены задачи изучения проявления

выбранной категории признаков в меняющихся условиях среды, а также анализа корреляций между ними.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данного исследования послужили 36 самоопыленных линий разного эколого-географического происхождения из генетической коллекции культурного льна (*Linum usitatissimum* L.), созданной в ВИРе (табл. 1). Их изучали группами с 1988 по 2005 гг. по 2–8 лет каждую на полях Пушкинского филиала ВИР. В течение вегетационного периода средняя температура воздуха составляет 14°C, средний уровень атмосферных осадков — 350 мм. Почвы дерново-подзолистые, легкосуглинистые, средней окультуренности с пахотным горизонтом 20–25 см, содержание гумуса 3–4 %. Реакция по всему почвенному профилю слабокислая, рН 5,5–6,0 (Пестряков, 1973; Димо, 1976).

Массовую оценку по хозяйственно ценным признакам проводили на делянках площадью 1 м², высевая по 2000 семян с междурядьями 8 см (что соответствует густоте производственных посевов) по методике ВИР (Изучение..., 1988). Из анализируемых в данной работе признаков в этих опытах оценивали общую высоту растений в фазе ранней желтой спелости, урожайность соломы с 1 м², выход всего и длинного волокна, крепость, тонины, линейную плотность, гибкость, номер чесаного волокна и ОРНр (относительную разрывную нагрузку расчетную). Стандартами служили сорта Призыв 81 (для показателей продуктивности) и Оршанский 2 (для признаков качества волокна). Выделение волокна производили методом тепловой водяной мочки в технологической лаборатории ВИР. Анализ содержания и качества волокна осуществляли по стандартной методике (Методы..., 1981).

Для определения содержания волокна снопы вымачивали при температуре 36–37°C в течение 55–63 часов (Шаров и др., 2005б). Трепанный лен прочесывали на ручных гребнях. После чески органолептически по 5 прядкам определяли средний номер длинного волокна, сравнивая образцы со стандартами. Прочесанное волокно и очес взвешивали и рассчитывали процентное содержание всего и длинного волокна в соломе.

Гибкость волокна определяли по прогибу прядки длиной 27 см на гибкомере Г-2, выраженному в миллиметрах. Разрывную нагрузку определяли (на тех же прядках) на динамометре ДВК-60 в даН (по международной системе единиц (Си)). Для определения тонины прядки прочесывали гребнем (10 игл на 1 см²) и отбирали вырезки по 10 мм и весом 10 мг. Затем подсчитывали среднее количество волоконца в навеске. В отчетных таблицах вместо метрического номера (тонины) принято указывать линейную плотность (толщину) в тексах (текс — сокращение слова «текстильный») Линейная плотность (толщина) $T = m/L = 1000m/L_1$, где: m — масса, г; L — длина, км; L_1 — длина, м.; 1 текс = 1 г/1000 м.

Таблица 1

Линии льна генетической коллекции ВИР, участвовавшие в эксперименте

№ ген-коллекции	Тип льна	Происхождение и название исходного образца	№ генколлекции	Тип льна	Происхождение и название исходного образца
гк-2	д	сел. Альтгаузена, Россия	гк-103	д	Lin 225, Нидерланды
гк-6	д	Псковская губ., Россия	гк-109	д	Makovi M. A. G., Аргентина
гк-13	д	Архангельская губ., Россия	гк-113	д	Makovi M. A. G., Аргентина
гк-15	д	Северо-Двинск, Россия	гк-121	д	L. Dominion, Сев. Ирландия
гк-19	д	Вологодская губ., Россия	гк-124	д	Stormont Motley, Сев. Ирландия
гк-21	д	Вологодская губ., Россия	гк-130	д	Medra, Чехословакия
гк-22	д	Псковский кряж, Россия	гк-136	д	Mermiloid, Чехословакия
гк-28	д	Вологодская губ., Россия	гк-141	д	К-6, Россия
гк-42	д	Вотская авт. обл., Россия	гк-143	д	Versailles, Франция
гк-44	д	Вотская авт. обл., Россия	гк-159	м	Bionda, Германия
гк-49	д	Порховский кряж, Россия	гк-160	м	Bionda, Германия
гк-54	д	Вятская губ., Россия	гк-173	м	Ottawa 2152, Германия
гк-65	д	Тверская губ., Россия	гк-176	д	гк-141 х гк-103, Россия
гк-70	д	Псковская губ., Россия	гк-257	м	Vitagold, Германия
гк-76	д	Велижский кряж, Россия	гк-258	д	ВИР101, Россия
гк-78	д	Велижский кряж, Россия	гк-259	д	ВИР-102, Россия
гк-79	д	Печерский кряж, Россия	гк-260	д	ВИР-103, Россия
гк-91	д	Палкинский кряж, Россия	Стандарт	д	Призыв 81, Беларусь
гк-100	д	Капобат 5, Венгрия	Стандарт	д	Оршанский 2, Беларусь

д — долгунец, м — межеумок

Обобщающим показателем качества волокна является ОРнр (относительная разрывная нагрузка расчетная), которую вычисляют по формуле:

$$\text{ОРнр} = 0,2P + 0,10G + 0,013T + 2,1,$$

где: ОРнр — относительная разрывная нагрузка расчетная, сН/текс; P — разрывная нагрузка (прочность), даН; G — гибкость, мм; T — тонина (№ метрический), см; 0,2; 0,10; 0,013 — постоянные коэффициенты; 2,1 — постоянное слагаемое (Шаров и др., 2005а, б).

Математическую обработку результатов исследований проводили с использованием двухфакторного дисперсионного и корреляционного анализов по принятым методикам (Лакин, 1990; Ростова, 1980) в компьютерной программе Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данной работе мы рассматриваем разнообразие только некоторых хозяйственно ценных признаков, характеризующих урожайность и качество волокна льна, и показателей, непосредственно связанных с ними. В таблицах и рисунках для облегчения восприятия результатов представлены только контрастные по описываемым характеристикам генотипы.

Подобранные для изучения 36 самоопыленных линий культурного льна (*Linum usitatissimum* L.) позволили выявить значительный размах внутривидовой изменчивости по проанализированным хозяйственно ценным признакам. Кроме того, было обнаружено варьирование степени устойчивости проявления (пластичности) этих признаков в меняющихся погодных условиях.

Одним из основных признаков, формирующих урожай соломы и волокна, является высота растений. В нашей генетической коллекции есть линии, принадлежащие к разным типам льна, включая очень низкие кудряши. Но даже среди долгунов есть генотипы, сильно различающиеся по высоте. Различия между изученными линиями в разные годы составляли 40–44 см (рис. 1А). Генотипы отличались и по устойчивости проявления признака в различных погодных условиях. Наиболее стабильными оказались линии гк-15, 121, 159 и 258. Только достаточно стабильная линия гк-143 из Франции во все 5 лет ее изучения была выше стандарта. Несколько линий российского происхождения лишь в очень жарком и сухом сезоне 2002 г. оказались ниже сорта Призыв 81. Однако французская линия даже в таких условиях превзошла стандарт на 2 см.

Другой важный признак продуктивности — урожай соломы. Максимальный размах изменчивости по это-

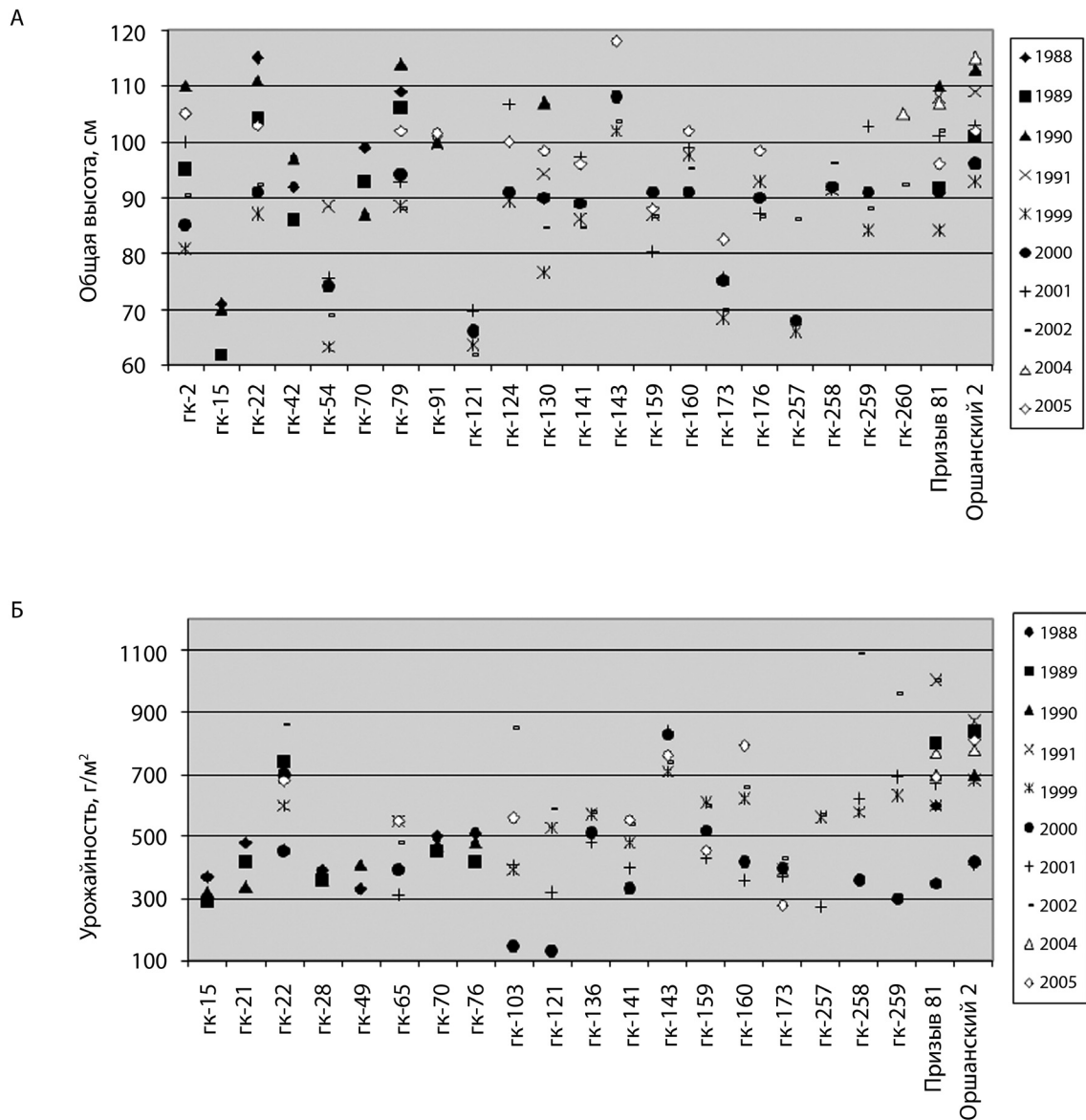


Рис. 1 (А, Б). Общая высота (А), урожай соломы (Б)

му признаку, составивший 850 г, наблюдали в 2005 г. (рис. 1Б). В некоторых случаях низкий урожай соломы был следствием недостаточной высоты растений. Но среди остальных низкоурожайных форм не было очень высоких. Напротив, высокоурожайные генотипы всегда были высокостебельными. Наиболее стабильными по этому признаку оказались линии гк-15, 70, 136, 143 и 173. Примечательно, что у чрезвычайно стабильной по высоте растений линии гк-258 урожай соломы очень сильно зависел от погодных условий. Также данный признак сильно варьировал у гк-103. Ни одна из изученных линий стабильно не превышала стандарт. Но линии гк-22 и 143 в очень неблагоприятном 2000 г. (с чрезмерным количеством осадков) имели относительно высокий урожай соломы. Линия гк-159 тоже дала вы-

сокий урожай соломы в 2000 г., хотя в другие годы не была очень продуктивной.

Прямым показателем продуктивности льна-долгунца является процентный выход волокна из соломы. Наибольший размах изменчивости по этому признаку — 15% наблюдали в 1991 г. (рис. 1В). Наибольшую стабильность признака продемонстрировала линия гк-159. Самую большую изменчивость имела форма гк-79. Только гк-113 и 259 всегда превышали стандарт по выходу всего волокна. Однако следует отметить ряд линий в отдельные годы дававших более 30% волокна: гк-20, 32, 55, 79 и 259.

К сожалению, не все высоковолокнистые линии давали много наиболее ценного длинного волокна (рис. 1Г). И все же выделились 4 генотипа, формировавших в ряде случаев более 25% длинного волокна:

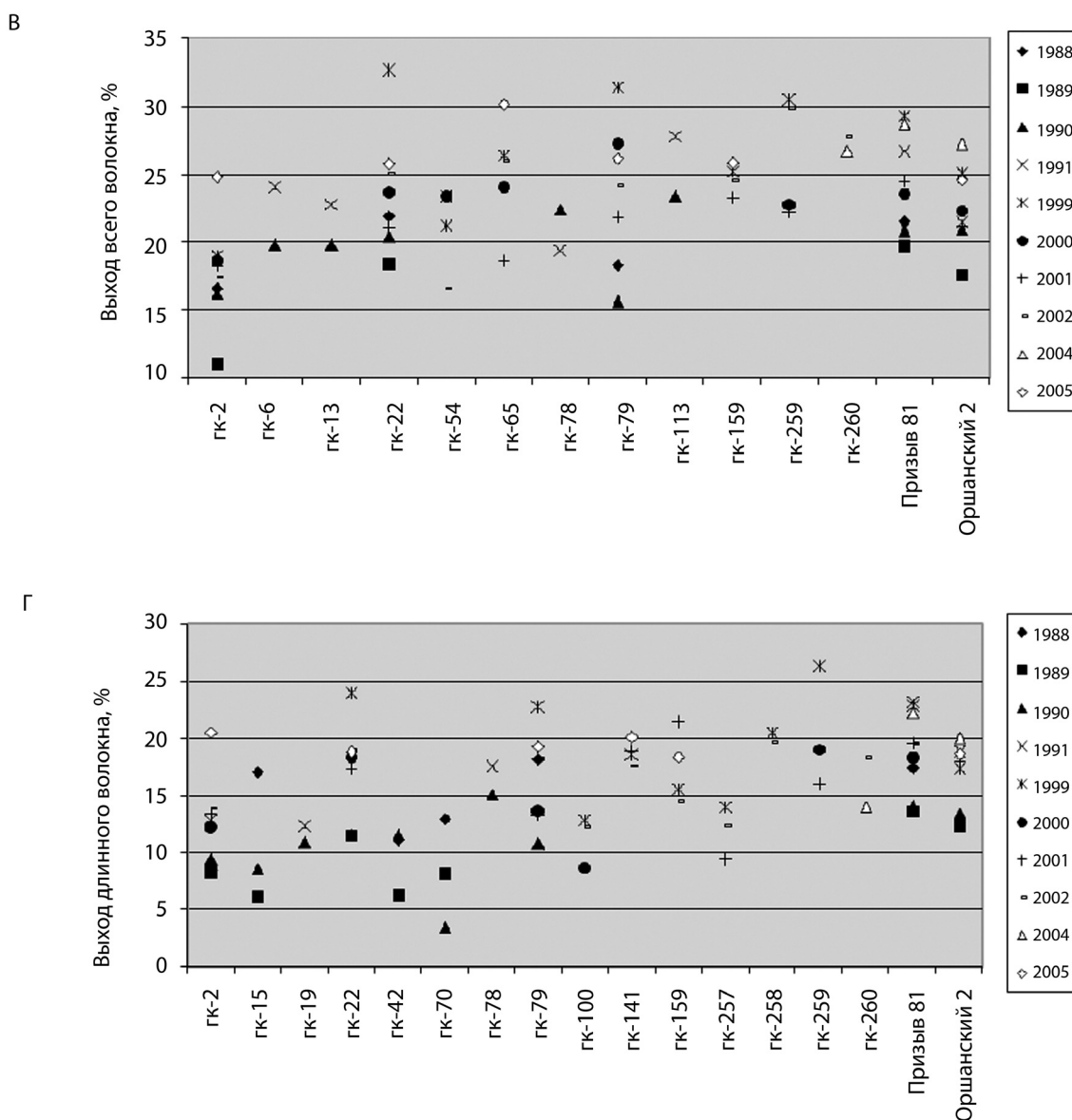


Рис. 1 (В, Г). Выход всего (В) и длинного (Г) волокна у линий генетической коллекции льна ВИР

гк-20, 36, 55 и 259. Следует отметить, что проявление этого признака у линии гк-159 не было таким устойчивым как по содержанию всего волокна, и размах его изменчивости по годам составил 7 %.

Одним из основных показателей прядильных качеств волокна является его гибкость. Наибольший размах изменчивости по этому признаку наблюдали в 1999 г. — 39 мм (рис. 2А). Все линии, контрастные по гибкости волокна оказались российского происхождения. Во все годы изучения превышали стандарт гк-91 и 260. Лишь один раз из 6 лет изучения уступила Оршанскому 2 гк-79. Четыре линии хотя бы однажды за годы изучения достигали гибкости 80 мм и более: гк-22, 42, 76 и 79. Наибольшую стабильность по данному признаку в разных условиях продемонстрировала не отличающаяся

высокой гибкостью линия гк-100. Остальные генотипы, включая стандарты, сильно зависели от погоды.

Льняное волокно славится своей прочностью, показателем которой служит разрывная нагрузка. Наибольший размах изменчивости по этому признаку между линиями коллекции наблюдали в 1991 и 1999 гг., когда он достигал 18,5 даН (рис. 2Б).

Среди линий с высокопрочным волокном подавляющее большинство имели российское происхождение. Всегда оказывались более прочными, чем стандарт гк-6, 19, 78, 124 и 258. Следует отметить, что 12 линий хотя бы однажды превзошли прочность в 25 даН — уровень, которого стандарты не достигали ни разу. Абсолютным рекордсменом стала гк-124, продемонстрировавшая в 1999 г. разрывную нагрузку волокна 33,2 даН. Ряд изученных линий обладал

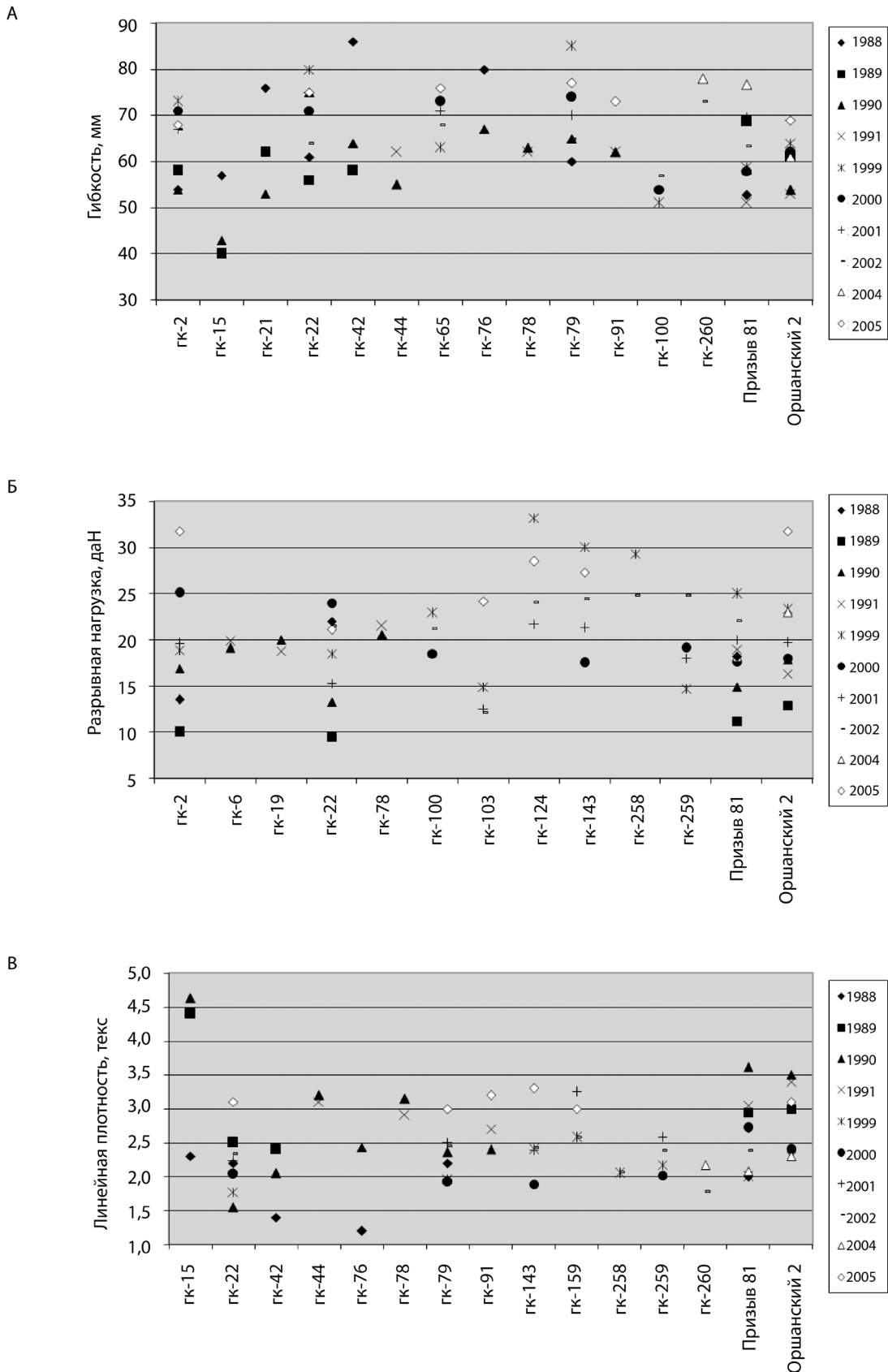


Рис. 2. Параметры качества волокна: гибкость (А), разрывная нагрузка (Б) и линейная плотность (В) у линий генетической коллекции льна ВИР

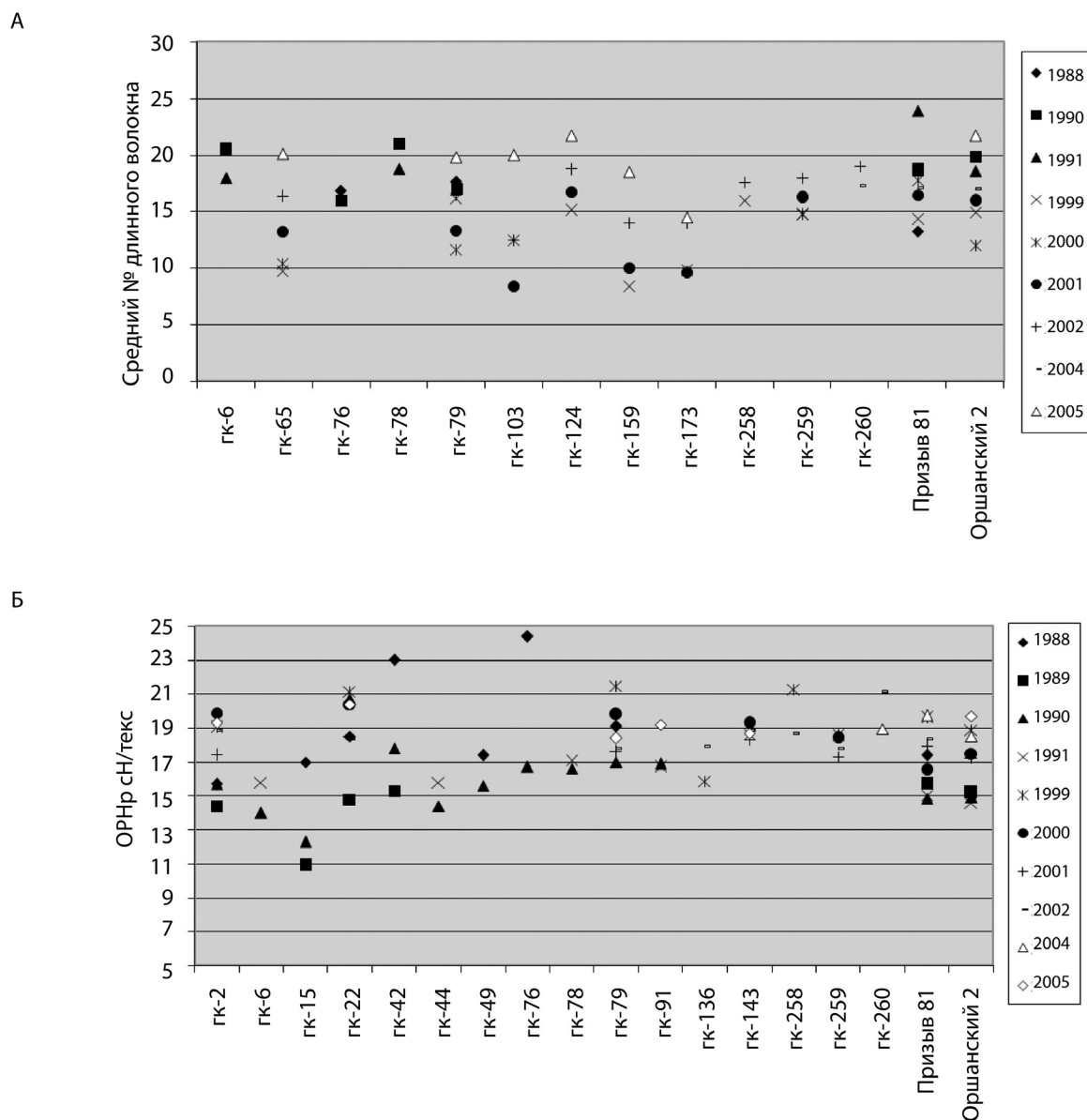


Рис. 3. Средний номер длинного волокна (А) и ОРНр (Б) у линий генетической коллекции льна ВИР

относительной независимостью крепости волокна от условий выращивания. Среди них следует, вероятно, выделить гк-100, имевшую довольно высокую разрывную нагрузку.

Еще одним признаком, влияющим на качество льняного волокна, является его линейная плотность, измеряемая в тексах (1 текс = 1 г/1000 м). Наиболее качественным считается волокно с низкой плотностью. Максимальные различия по данному признаку наблюдали в 1990 и 1991 гг., достигая 3,3 текс (рис. 2В). Многолетнее изучение линейной плотности показало, что она сильно зависит от погодных условий. В разные годы одни и те же генотипы попадали в группы с высоким и низким проявлением признака. И все же среди линий, выделившихся по низкой плотности, было 7 форм, превосходивших стандарт во все годы исследования. Среди них следует особо отметить гк-42 и

76, которые в 1988 г. имели линейную плотность 1.2 и 1.4 текс соответственно. Ряд линий также характеризовался относительно большим постоянством проявления признака в разные годы по сравнению со стандартами. Среди них были гк-79 и 259, стабильно поддерживавшие низкую линейную плотность волокна.

Одним из обобщающих показателей качества волокна является средний номер чесаного волокна, определяемый органолептически. Максимальный размах изменчивости по этому признаку наблюдали в 1989 и 1991 годах, когда он составил почти 10 номеров (рис. 3А). Многие линии генетической коллекции, в основном происходящие из России, выделились по среднему номеру чесаного волокна. Но ни одна линия стабильно не опережала по этому признаку стандарт качества волокна — сорт Ор-

Таблица 2

Влияние генотипа линии и условий года на признаки льна по данным двухфакторного дисперсионного анализа 22 линий в 1999–2002 гг. в деляночном посеве

Признак	Доля влияния, %		Случайная изменчивость
	Генотип	Условия года	
Общая высота	79,0	6,4*	14,6
Урожайность соломы	25,8*	40,2**	33,9
Выход длинного волокна **	60,5*	10,6*	28,9
Выход всего волокна **	50,4**	28,6**	21,1
№ чесаного волокна**	56,1**	28,4**	15,5
Разрывная нагрузка **	57,1**	26,9**	16,0
Гибкость **	35,3	2,4	62,3
Линейная плотность **	33,2	25,4**	41,3
ОРН**	57,7**	16,1**	26,2

* — Влияние фактора значимо ($P_0 < 0,01$)
 ** — Анализ проведен по трехлетним данным

шанский 2. Однако выявилось 6 линий, показатели которых хотя бы однажды превосходили 20 номеров. К ним присоединился и сорт Призыв 81, имевший в 1991 г. никем не превзойденный за все годы испытаний номер чесаного волокна — 23,9. Одним из лучших показателей стабильности этого признака в разных условиях отличалась гк-259. К числу наиболее зависимых от условий выращивания можно отнести линию гк-103.

ОРНр (относительная разрывная нагрузка расчетная) вычисляется исходя из разрывной нагрузки, гибкости и номера волокна и является комплексным показателем качества. Максимальные различия по этому признаку были зафиксированы в 1988 и 1990 гг. и составили 8,4 сН/текс (рис. 3Б). Подавляющее большинство форм, выделенных по ОРНр, имело российское происхождение. 5 линий всегда превосходили стандарт: гк-42, 76, 91, 258, 260. Многолетнее изучение выявило 8 линий, хотя бы однажды имевших ОРНр более 20 сН/текс. Из них следует отметить гк-22, которая из 7 лет посевов 5 раз превысила стандарт по описываемому признаку и 3 раза имела ОРНр > 20 сН/текс. Линии гк-42 и 76 в 1988 г. достигли выдающихся значений ОРНр — 23,0 и 24,4 сН/текс соответственно. Самым большим постоянством довольно высокого уровня ОРНр в разные годы отличалась гк-143.

Одним из этапов данной работы явилось изучение степени влияния генотипа и погодных условий на проявление признаков с помощью двухфакторного дисперсионного анализа. В опыте, проводившемся в течение четырех лет с 1999 по 2002 гг. принимали участие 21 линия льна-долгунца и стандартный сорт Призыв 81. К сожалению, изучение линий не всегда осуществлялось с повторностями из-за недостатка семян. В связи с этим, не представилось возможности проанализировать взаимодействие генотип–среда. Температура воздуха все 4 сезона чаще всего превышала норму, основные различия касались майских похолоданий, наиболее значительных

в 1999 и 2001 гг. Обильные осадки в период созревания в 2000 г. вызвали сильное полегание. Солома начала подгнивать на корню, что не позволило провести анализ волокна. Во второй декаде июля 2001 г. также прошли сильные дожди, вызвавшие полегание льна.

По результатам дисперсионного анализа (табл. 2.) общая высота растений обуславливалась в значительной мере наследственностью линий. Урожайность соломы зависела как от генотипа, так и от погодных условий. Более половины изменчивости выхода всего и длинного волокна определялось особенностью линии. А для таких признаков как гибкость и линейная плотность влияние генотипа оказалось незначимым. Уровень случайной изменчивости гибкости превысил значение обоих изучаемых факторов.

Полные данные, полученные за три года исследований этих же генотипов, были использованы в корреляционном анализе, который провели для каждого года в отдельности (рис. 4.). Сходство изученных корреляционных матриц было достаточно высоким ($r = 0,76–0,79$), но все же неполным. Только три корреляции между описываемыми признаками проявились во все три года изучения: общая высота растений оказалась связанной с разрывной нагрузкой волокна, средний номер длинного волокна — с ОРНр и линейная плотность отрицательно коррелировала с ОРНр. Некоторые другие корреляции проявились по два раза. При высоком урожае соломы улучшалась разрывная нагрузка, содержание длинного волокна было связано с содержанием всего волокна и ОРНр. Даже логически ожидаемые корреляции не были постоянными, например, для среднего номера длинного волокна положительная с разрывной нагрузкой и отрицательная с линейной плотностью, хотя оба эти параметра принимаются во внимание экспертом при определении обобщенного показателя качества. Также нестабильными являются корреляции ОРНр с

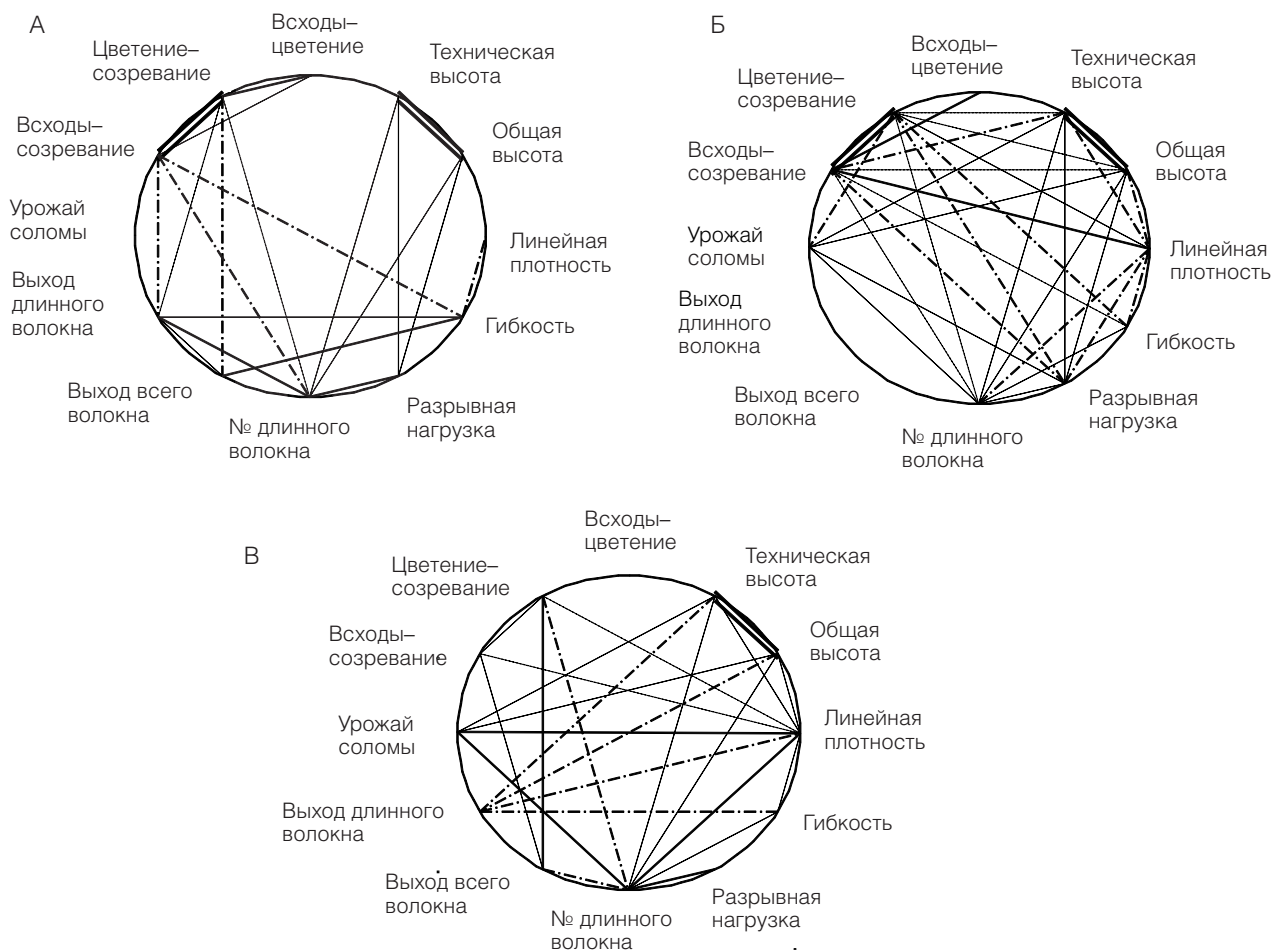


Рис. 4. Корреляционные плеяды признаков линий генетической коллекции ВИР, 1999 (А), 2001 (Б) и 2002 гг. (В).
 (Уровень значимости корреляций – 0,53, при $p = 0,01$)
 ————— $0,53 < r < 0,70$, ———— $0,70 < r < 1,00$, $r < -0,53$.

гибкостью (положительная) и линейной плотностью (отрицательная) волокна, входящими в формулу по ее вычислению. Проявление хорошо известной по литературным данным отрицательной корреляции между гибкостью и линейной плотностью волокна тоже зависит от условий выращивания.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основным результатом многолетнего изучения линий генетической коллекции льна явилось выявление значительного внутривидового разнообразия по признакам, сопряженным с урожайностью и качеством волокна. Также в ходе исследования был выделен ряд линий, которые могут служить материалом для теоретических исследований и селекции на повышение урожайности и качества продукции. В связи со значительным влиянием условий выращивания на проявление хозяйственно ценных признаков, подтвержденное данными дисперсионного анализа, особенно важным представляется опи-

сание разнообразия по пластичности изученных генотипов, то есть стабильности их характеристик в разные годы. Полученные результаты показали, что у разных линий постоянно проявления каждого признака нужно рассматривать отдельно, так как пластичность одной из характеристик не гарантирует постоянства проявления других, даже физиологически или морфологически связанных с ней параметров. Необходимость такого подхода подтверждается и непостоянством взаимосвязей между признаками. Варьирование корреляций в зависимости от условий выращивания, в свою очередь, объясняет противоречивость данных, полученных разными авторами.

В целом, выявление максимального внутривидового разнообразия по хозяйственно ценным признакам и степени их изменения под влиянием условий выращивания дает материал как для углубленного изучения физиологических процессов формирования волокна, так и для анализа наследования его признаков и успешного ведения селекции.

Литература

1. *Артемяева А. Е.*, 1983. Химический состав и технологические свойства волокна льна-долгунца // Вести Академии наук БССР. № 3. С. 52–57.
2. *Афонин М. И., Прыгун В. С.*, 1980. Биологическая характеристика коллекции льна-долгунца в условиях БССР // Сб. науч. тр. БелНИИ земледелия. В. 23. С. 77–84.
3. *Богук А. М., Сосновская М. В.*, 1985. Селекция льна-долгунца на повышение содержания волокна // Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур. М. С. 45–48.
4. *Брач Н. Б.*, 1987. Корреляционный анализ признаков, характеризующих длину вегетационного периода у льна-долгунца // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 113. С. 46–53.
5. *Брач Н. Б.* 1989. Корреляционный и факторный анализ некоторых признаков льна-долгунца // Науч.-технич. бюлл. ВИР. В. 188. С. 45–46.
6. *Димо В. Н.*, 1976. Природные условия и особенности сельскохозяйственного использования территорий // Агрофизическая характеристика почв Нечерноземной зоны европейской части СССР. М. 100 С.
7. Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.): Метод. указания, 1988. / Сост. С.Н. Кутузова, Г. Г. Питько. Л.: ВИР. 30 с.
8. *Каргопольцев Л. Н.*, 1967. Оценка качества волокна льна-долгунца на начальных этапах селекции // Селекция и семеноводство. № 4. С. 34–37.
9. *Каргопольцев Л. Н., Каргопольцева Н. М.*, 1965. Селекция льна-долгунца на Могилевской сельскохозяйственной опытной станции // Селекция и семеноводство полевых культур. Минск: Урожай. С. 197–203.
10. *Кутузова С.Н., Брач Н. Б.*, 1997. Исходный материал для селекции на качество волокна в коллекции льна ВИР // Сб. науч. тр. Томской с-х. оп. ст. Томск. С. 24–27.
11. *Кутузова С.Н., Брач Н. Б., Тихвинский С. Ф. и др.*, 1991. Географическая изменчивость хозяйственно ценных признаков льна // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 144. С. 40–48
12. *Лакин Г. Ф.*, 1990. Биометрия. М.: В. Ш. 351 С.
13. *Марченков А. Н., Купянская Н. А., Ремизова Т. В., Филоретова Г. А.*, 1985. Создание исходного материала для селекции льна-долгунца // Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур. М: Агропромиздат. С. 8–13.
14. *Павлова Л. Н., Александрова Т. А., Марченков А. Н.*, 2000. Результаты и приоритеты селекции льна-долгунца // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца / Материалы Междунар. науч.-практич. конф., г. Торжок. С. 8–11.
15. *Пестряков В. К.*, 1973. Почвы Ленинградской области. Л. С. 6–16.
16. Методы технологической оценки льна и конопли, 1981. М. С. 5–67.
17. *Ростова Н. С.*, 1980. Корреляционный анализ (корреляционные плеяды, метод главных компонент) и проблема системности биологических объектов // Доклады Московского общества естествоиспытателей природы за II полугодие 1978 года. М. С. 79–82.
18. *Сорокина О. Ю.*, 2005. Погодные условия и продуктивность сортов льна-долгунца на разных агрохимических фонах // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца / Материалы междунар. науч.-практич. конф. 2–3 ноября 2004 г., Торжок. С. 137–146.
19. *Степин А. Д., Понамарева М. И.*, 2001. Корреляционная связь урожайности соломы и волокна льна-долгунца с его морфологическими признаками // Науке нового века — знания молодых. Киров. С. 37–39.
20. *Шаров И. Я., Павлов А. В., Ливанская Г. А.*, 2005. Методы и результаты технологической оценки льна-долгунца // Селекция льна-долгунца — важнейший фактор повышения конкурентоспособности продукции льноводства / Сб. материалов науч.-практич. конф., посвященной 95-летию селекции льна-долгунца на Северо-Западе России. Псков. С. 32–36.
21. *Шаров И. Я., Логинова Л. А., Ливанская Г. А.*, 2005. Сорта льна-долгунца с хорошей продуктивностью и качеством волокна // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца: Материалы Междунар. науч.-технич. конф. 2–3 ноября 2004 г., Торжок. С. 85–95.
22. *Brutch N., Kutuzova S. N., Porokhovinova E. A.*, 2001. The exposure of intra-specific diversity of *Linum usitatissimum* as a basis of the development of particular flax genetics and breeding // Bast plants in the new millennium / Proceedings of the second global workshop. Bulgaria. P. 94–104.
23. *Brutch N., Soret-Morvan O., Porokhovinova E. A., et al.*, 2008. Characters of fibre quality in lines of flax genetic collection // Journal of natural fibers. Vol. 5. N 2. P. 95–126.
24. *Diederichsen A., Richards K.*, 2003. Cultivated flax and genus *Linum* L. // Flax. Routledge, London and New York, P. 22–54.
25. *Diederichsen A., Fu Y.*, 2008. Flax genetic diversity as a raw material for future success // Fiber foundations — transportation, clothing and shelter in the bioeconomy / Proceedings of the 2008 international conference on flax and other bast plants. Canada. P. 270–280.
26. *Norton A. J., Bennett S. J., Hughes M., et al.*, 2006. Determining the physical properties of flax fibre for industrial applications: the influence of agronomic practice // Annuals of applied biology. Vol. 149. P. 15–25.

27. Rao S. K., Singh S. P., 1984. Genotype x location interactions for yield and its components in linseed crosses // Indian journal of agricultural science. Vol. 54. N 4. P. 269–272.

Variability of flax characters, associated with fibre formation, and environmental influence on their expression

Brutch N. B., Sharov I. Ya., Pavlov A. V., Porokhovinova E. A.

✿ **SUMMARY:** In this work the results of long-term evaluation of lines of flax genetic collection created in VIR are generalized. A wide variability of fibre productivity and quality characters, and also stability of their manifestation in varying environment is revealed. The genotypes possessing contrast traits of productivity, quality and stability of their display in different years are distinguished. Dependence of correlations between the evaluated characters on the environment parameters is detected. The described lines can serve as a material for profound studying of physiological processes of fibre formation, for the analysis of traits inheritance and successful breeding.

✿ **KEY WORDS:** *Linum usitatissimum* L.; variability; environmental conditions; flax fibre; fibre content; fibre quality.

✿ **Информация об авторах**

Брutch Нина Борисовна — ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, старший научный сотрудник. Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур. 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая морская, д. 42. E-mail: n.brutch@vir.nw.ru

Brutch Nina Borisovna — leading researcher, doctor of biology N. I. Vavilov Research Institute of Plant Industry. 42–44, B. Morskaya Street, 190000, St. Petersburg, Russia. E-mail: n.brutch@vir.nw.ru

Шаров Иван Яковлевич — кандидат сельскохозяйственных наук, ранее зав. лабораторией технологической оценки волокна, пенсионер. Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур. 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая морская, д. 42. E-mail: n.brutch@vir.nw.ru

Sharov Ivan Yakovlevich — retiree, candidate of agronomy. N. I. Vavilov Research Institute of Plant Industry. 42–44, B. Morskaya Street, 190000, St. Petersburg, Russia. E-mail: n.brutch@vir.nw.ru

Павлов Андрей Валерьевич — зав. группой технологической оценки волокна, кандидат сельскохозяйственных наук. Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, г. Санкт-Петербург, отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур. 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая морская, д. 42. E-mail: avpavlov77@yandex.ru

Pavlov Andrey Valerievich — head of fibre technological group, candidate of agronomy. N. I. Vavilov Research Institute of Plant Industry. 42–44, B. Morskaya Street, 190000, St. Petersburg, Russia. E-mail: avpavlov77@yandex.ru

Пороховинова Елизавета Александровна — старший научный сотрудник, кандидат биологических наук. Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, г. Санкт-Петербург, отдел генетических ресурсов масличных и прядильных культур. 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая морская, д. 42. E-mail: e.porohovinova@vir.nw.ru

Porokhovinova Elizaveta Aleksandrovna — senior researcher, candidate of biology. N. I. Vavilov Research Institute of Plant Industry. 42–44, B. Morskaya Street, 190000, St. Petersburg, Russia. E-mail: e.porohovinova@vir.nw.ru