

БОТАНИКА, ГЕОБОТАНИКА

УДК 581.45:633.511

*Л. П. Подольная, Н. М. Иванова, А. Н. Абалдов,
Н. А. Ходжаева, Т. А. Кушнарева*

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ХЛОПЧАТНИКА (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.) С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ ЛИСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ

30 австралийских образцов хлопчатника с различной формой листа были изучены на Буденновском опорном пункте ВИР в Ставропольском крае в условиях естественного увлажнения. Австралийские образцы в течение первых трех лет испытаний созревали значительно позже местного стандарта ПОСС-2, в последние два засушливых года большей позднеспелостью отличались только образцы с рассеченным листом.

По хозяйственно ценным признакам большинство изученных австралийских образцов превосходит стандарт ПОСС-2 (по длине волокна — 30–32 против 25–27 мм, выходу волокна — 38–40 против 34–36%, а также по массе хлопка-сырца одной коробочки — 5,6–5,8 против 4,6–5,1 г). Данные образцы могут служить источниками указанных признаков.

Анализ изменчивости признаков у групп с разной формой листа показывает, что образцы с раздельным листом по характеру изменчивости близки к группе образцов с типичным для вида лопастным листом, а вот образцы с сильно рассеченным листом резко отличаются от других по продуктивности и продолжительности вегетационного периода.

Изучение показало, что в засушливые годы образцы с сильно рассеченным листом превышали образцы с нормальным листом, в том числе и местный стандарт, по продуктивности, что связано с меньшей потребностью во влаге образцов с меньшей площадью листа. Такие образцы, адаптированные к засухе, важно использовать в селекции хлопчатника в Ставропольском крае, так как в настоящее время наблюдается постепенная аридизация климата в данной зоне. Библиогр. 24 назв. Ил. 7. Табл. 4.

Ключевые слова: хлопчатник, Австралия, форма листа, изменчивость, Буденновск, погодные условия.

Л. П. Подольная (l.podolnaya@mail.ru; l.podolnaya@vir.nw.ru): Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), Российская Федерация, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42–44; Н. М. Иванова: Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9; А. Н. Абалдов: Ставропольский информационно-консультационный центр, Российская Федерация, 355017, Ставрополь, ул. Мира, 337, оф. 902; Н. А. Ходжаева: Прикумская опытно-селекционная станция Ставропольского НИИ сельского хозяйства (ПОСС СНИИСХ), Российская Федерация, 356803, Ставропольский край, Буденновский р-н, Буденновск, ул. Вавилова, 5; Т. А. Кушнарева: муниципальное бюджетное дошкольное образовательное учреждение детский сад № 21, Российская Федерация, 355040, Ставрополь, ул. 45 Параллель, 18.

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2016

THE VARIABILITY OF COTTON ACCESSIONS (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.) WITH DIFFERENT LEAF FORMS UNDER NON-IRRIGATED CONDITIONS

¹ N. I. Vavilov All Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42–44, ul. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, 190000, Russian Federation; l.podolnaya@mail.ru; l.podolnaya@vir.nw.ru

² St. Petersburg State University, 7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

³ Stavropol information advice center, of. 902, 337, ul. Mira, Stavropol, 355017, Russian Federation

⁴ Prikumsk experimental-breeding station of Stavropol Agricultural Scientific Institute (POSS SNIISH), 5, Vavilova, Budyonnovsk, Budennyovskiy district, Stavropol region, 356803, Russian Federation

⁵ Municipal budgetary preschool educational institution kindergarten No. 21 of the city of Stavropol, 18, ul. 45 Parallel, Stavropol, 355040, Russian Federation

30 specimens of cotton with different leaf forms from Australia were evaluated under non-irrigated conditions at the VIR Budyonnovsk experiment station in Stavropol region Australian samples during the first three years of trials were significantly later-ripening than the local standard POSS-2, but in the last 2 years only the Super Okra leaf genotypes were a little later-ripening.

On agronomical traits most studied Australian accessions exceed the POSS-2 standard (by length of fibres — 30–32 vs. 25–27 mm, by turnout — 38–40 vs. 34–36%, by boll weight 5.6–5.8 vs 5.1–4.6 g), and may be used as sources of these features in breeding.

Analysis of variability of traits in groups with different leaves form shows that the samples with Okra leaf are close to group varieties with typical leaf form in terms of variability character, but Super Okra leaf varieties vary greatly in terms of productivity and duration of the germination-maturity period.

Research has shown that in dry years Super Okra leaf genotypes exceeded the normal leaf accessions, including standard ones, on productivity which is associated with a lower need for moisture plants with smaller leaves area. It is important to use such varieties, adapted to drought, in breeding of cotton in the Stavropol region, as there is currently a progressive climate aridization in this zone. Refs 24. Figs 7. Tables 4.

Keywords: cotton, Australia, leaf form, variability, Budyonnovsk, weather conditions.

Введение

Структурные и физиологические особенности листа — один из ведущих элементов адаптивной стратегии растений [1, 2]. Это положение верно как для дикорастущих, так и для культурных растений. В своей работе мы рассматриваем реакцию образцов хлопчатника с различной формой листа на изменение погодных условий в юго-восточной зоне Ставропольского края.

Хлопчатник — важнейшая мировая культура комплексного использования. Он возделывается в той или иной степени в 91 стране тропической и субтропической зон. Основное значение хлопчатник имеет как прядильная культура, тем не менее по объему производства хлопкового масла пищевого и технического назначения в мире уступает только соевому и пальмовому [3].

Хлопчатник (*Gossypium* L.) принадлежит к семейству Malvaceae. Культивируется 5 видов рода, но наибольшие площади заняты сортами видов *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L., дающими наиболее длинное волокно с лучшими прядильными характеристиками. Волокно хлопчатника (выросты наружного слоя семенной кожуры — трихомы) состоит только из целлюлозы, и поэтому менее прочное, чем более грубые и в той или иной степени одревесневшие лубяные волокна других прядильных культур [4], но простота получения чистого волокна (механическое отделение волосков от семян) и, как следствие, дешевизна производства вывела хлопчатник на первое место в мире среди других прядильных культур. Несмотря на тропическое происхождение (родиной различных культивируемых видов хлоп-

чатника являются Мексика, Перу, Юго-Восточная Азия и Восточная Африка), культурный хлопчатник оказался достаточно пластичным, особенно вид *G. hirsutum*, чтобы продвинуться далеко на север от центра происхождения — вплоть до юга России, где находится самая северная зона выращивания этой культуры.

Пластичность этого вида в значительной степени связана с морфологическим разнообразием его представителей [5]. Родина *G. hirsutum* находится на западном побережье Мексики и полуострове Юкатан, где до сих пор встречаются дикорастущие древесные формы. Климат там сезонный с чередованием влажного и засушливого периодов. Развитие растений приходится на период дождей, во время засухи наблюдается относительный покой, рост прекращается, опадает большая часть листьев, созревают семена [6]. Естественно, при благоприятных внешних условиях у вида сформировались крупные листья пальчато-лопастной формы с небольшими широкими долями. Такая форма листа сохранилась у большинства коммерческих сортов, однако есть популяции с пальчато-раздельными (*okra leaf*) и пальчато-рассеченными листьями (*super okra leaf*), площадь которых меньше, чем площадь типичных. Помимо большей рассеченности, такие листья характеризуются и большей вертикальной ориентацией на растении.

Распространение культуры хлопчатника в зоны с засушливым климатом потребовало большого количества воды для орошения, и в настоящее время проблема ее нехватки стоит очень остро. Решать эту проблему пытаются, с одной стороны, путем разработки новых технологий орошения [7], а с другой — за счет расширения неорошаемых площадей под хлопчатником [8]. В Австралии 15 лет назад они составляли уже 20% общей площади [9]. В связи с этим особое значение приобретает выявление наиболее засухоустойчивых форм и создание на их базе промышленных сортов. И в Австралии наилучшие результаты были получены при использовании форм с раздельным и рассеченным листом [10]. Созданы коммерческие сорта группы *Siokra*, *Sicala*, *Sicot* [10, 11]. Показано, что у таких форм выше интенсивность фотосинтеза и эффективность использования воды (*Water-use efficiency, WUE*) [12, 13]. Если в условиях орошения урожайность сортов *okra-leaf* ниже на 5% [14], то в аридных — достоверно выше [10].

В нашей стране хлопчатником может быть занята около 300 тыс. га неорошаемых земель Ставропольского края [15], поэтому выявление форм, адаптированных к засухе, весьма актуально.

Материал и методика

Работа проводилась в течение 5 лет (2002–2006) на базе Прикумской опытно-селекционной станции (ПОСС) Ставропольского НИИ сельского хозяйства (г. Буденновск), расположенной в степной зоне Ставропольского края. Среднегодовое количество осадков составляет 300 мм, однако отклонения параметров климата от среднегодовых значений в отдельные годы очень велики, что приводит к значительным колебаниям урожайности [15].

Материалом для исследований послужили 30 образцов (табл. 1) средневолокнистого хлопчатника (*G. hirsutum* L.), составляющих три группы по форме листа: 15 образцов имели типичный для хлопчатника пальчато-лопастный лист, 9 — пальчато-раздельный, и 6 — пальчато-рассеченный с очень узкими долями. Образцы

Таблица 1. Список изученных образцов из Австралии

№ п/п	Каталог ВИР	Название образца	Форма листа
1	530340	90 – (j – 5)	1
2	530330	10 – (j – 5)	1
3	530328	8 – (j – 5)	1
4	530348	28 – (j – 8)	1
5	530325	5 – (j – 5)	2
6	530343	23 – (j – 5)	1
7	530338	18 – (j – 5)	1
8	530331	11 – (j – 5)	2
9	530350	30 – (j – 5)	2
10	530346	26 – (j – 5)	1
11	530323	9 – (j – 5)	2
12	530327	7 – (j – 5)	2
13	530373	84023-171	1
14	530347	27 – (j – 5)	1
15	530344	24 – (j – 5)	2
16	530360	40 – (j – 5)	1
17	530364	Sicala S-2	2
18	530342	22 – (j – 5)	1
19	530337	17 – (j – 5)	1
20	530334	14 – (j – 5)	1
21	530365	Chuhese – 691	2
22	530359	39 – (j – 5)	2
23	530321	1 – (j – 5)	3
24	530356	36 – (j – 5)	3
25	530324	4 – (j – 5)	3
26	530361	41 – (j – 5)	1
27	530368	Siokra 324	3
28	530372	84023-74	3
29	530358	38 – (j – 5)	1
30	530332	12 – (j – 5)	3
31 (стандарт, Россия)	8028	ПОСС-2	1

Примечание. Формы листа: 1 — пальчато-лопастная, 2 — пальчато-раздельная, 3 — пальчато-рассеченная.

были привезены из Австралии Н.К. Лемешевым. Мы выбрали австралийские образцы, так как для понимания влияния формы листа на формирование урожая и другие хозяйственно ценные признаки необходимо исследовать достаточное количество образцов, близких по продолжительности вегетационного периода и происхождению. В качестве стандарта был взят сорт местной селекции ПОСС-2 с типичным листом.

Изучение проводили по методике ВИР [16]. Оценивались следующие признаки: продолжительность периода всходы—созревание, масса хлопка-сырца одной коро-

бочки, продуктивность одного растения, модальная длина волокна, выход волокна (доля общей массы хлопка-сырца, %), масса 1000 семян. Достоверность результатов подтверждается статистической обработкой (двухфакторный и однофакторный дисперсионный анализы). Двухфакторный анализ применялся при сравнении образцов внутри групп за несколько лет, однофакторный — для сравнения групп за один год и выявления преимущества той или иной группы в конкретных условиях. Разное число образцов в группах не позволило привлекать двухфакторный анализ при сравнении групп. Данные по стандарту при статистической обработке не учитывались. Использовались программы Microsoft Excel 2003 и STATISTICA 6.

Результаты и обсуждение

Погодные условия, в которых проводились опыты значительно различались по годам. В 2002 г. и особенно 2003 г. количество осадков значительно превышало норму, что привело к увеличению сроков созревания и падению продуктивности, 2005 и 2006 гг., напротив, отличались крайней засухой, что также вызвало снижение продуктивности, хотя и не настолько, как во влажные годы. Особенно неблагоприятными были условия 2006 г., так как наиболее засушливыми оказались последняя декада июля и первые декады августа — именно тот период, когда происходит формирование коробочек. Осадки, выпавшие в конце августа, не оказали заметного влияния на урожайность и качество волокна, так как массовое созревание у большинства образцов отмечалось с середины августа. Наиболее оптимальные условия были в 2004 г. (рис. 1).

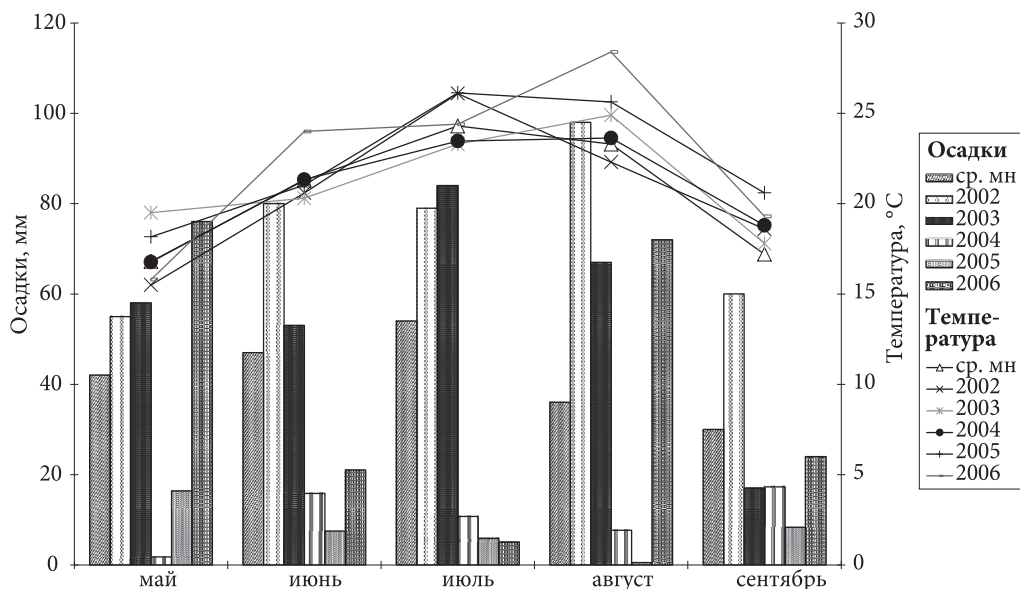


Рис. 1. Климатические особенности вегетационного периода 2002–2006 гг. Буденновск

Ранее нами были опубликованы результаты исследований генотипических корреляций между изученными признаками за все годы эксперимента по всей выборке, выявлены сходство и различия между матрицами корреляций за разные

годы [17]. В данной статье мы анализируем изменчивость признаков по группам и оцениваем достоверность различий между группами с разной формой листа по результатам дисперсионного анализа.

Картина изменчивости изученных признаков представлена на рисунках 2–7.

Продолжительность вегетационного периода. По этому признаку изменчивость по годам однотипна у двух первых групп (рис. 2). Первые четыре года исследований образцы достаточно позднеспелы — у первых двух групп средние показатели колеблются в пределах 135–140 дней. Однако происходит постепенное уменьшение продолжительности вегетационного периода, на пятый же год наблюдается резкое сокращение. Образцы последней группы еще более позднеспелой — средние значения превышают 140 дней. У этой группы линия, проведенная через средние значения параметра на графике, имеет вид синусоиды — сначала происходит постепенное уменьшение продолжительности периода всходы—созревание, но в 2005 г. она опять увеличивается. Это может быть связано с потерей завязей первого (нижнего) яруса из-за повышенных температур и засухи, так как цветение у этих образцов началось позже, чем у более скороспелых образцов первых двух групп, которые успели пройти этот этап при более благоприятных условиях и не потеряли первых коробочек.

В 2006 г. — наиболее жарком и засушливом — происходило резкое уменьшение продолжительности периода всходы—созревание в среднем до 120 дней у первых двух групп, и до 125 — у группы образцов с рассеченным листом. Наибольший размах изменчивости по выборке по годам наблюдается для образцов с отдельным листом, что показывает гетерогенность данной группы. Интересно, что в 2003 г., наиболее неблагоприятном для хлопчатника, у первых двух групп средние значения по выборке остаются на их уровне 2002 г., но размах изменчивости резко снижается. У группы с рассеченным листом среднее значение по выборке несколько снижается, при этом увеличивается размах изменчивости по группе. Это может быть связано с тем, что при повышенной влажности рассеченный лист улучшает аэрацию куста, препятствуя распространению различных болезней, в отличие от крупных цельных листьев со слабо выраженными долями.

Масса хлопка-сырца. По этому признаку изменчивость одной коробочки по годам сходна у всех трех групп. Самое высокое среднее значение по выборке было в 2004 г., самое низкое — в самом засушливом, 2006 г. Однако кривая изменчивости, проходящая через средние значения у первых двух групп, представляет собой параболу, а у последней — синусоиду (рис. 3). Среднее значение по выборке в 2003 г. у образцов с рассеченным листом ниже, чем в 2002 г. в отличие от показателей этого признака у групп с другой формой листа. Различия по годам наиболее выражены между образцами с лопастным листом. Наибольший размах изменчивости по выборке у первой и третьей групп наблюдался в неблагоприятном 2003 г., у группы с отдельным листом, наоборот, в благоприятном 2004 г.

Продуктивность одного растения. Кривая изменчивости продуктивности у первых двух групп имеет вид синусоиды. В 2003 г. показатели снижались, в 2004 г. достигали максимума, а потом наблюдалось их постепенное снижение. У группы же с рассеченным листом эта кривая имеет линейный характер — от самого низкого значения в 2002 г. к самому высокому в 2006 г., когда продуктивность этой группы превышала таковую у двух других групп (рис. 4).

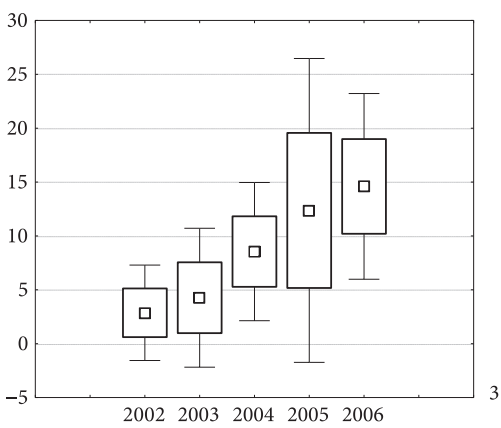
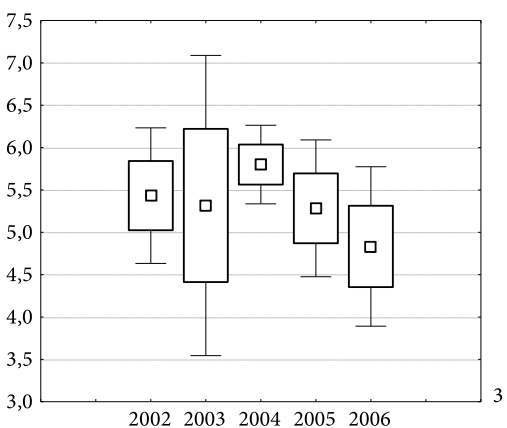
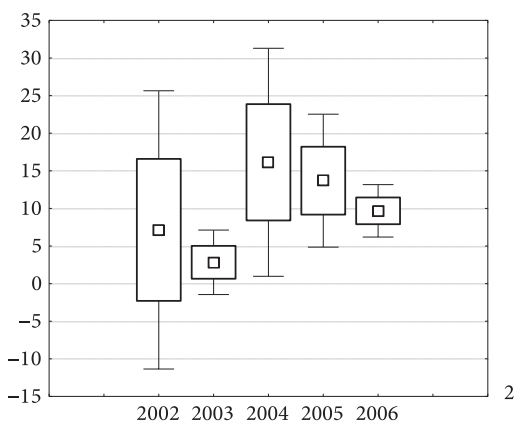
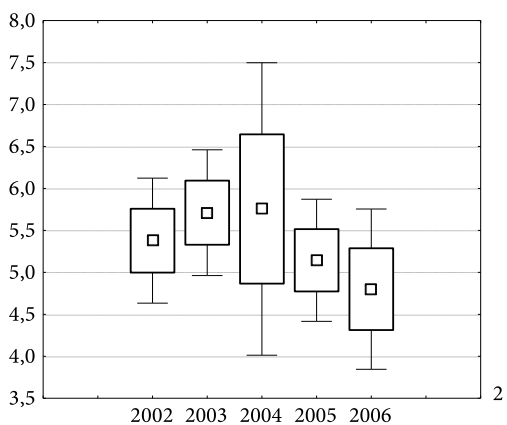
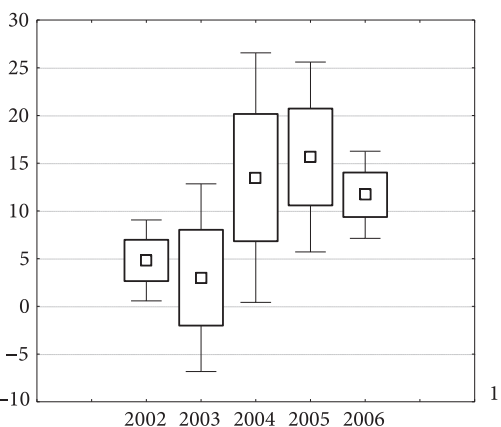
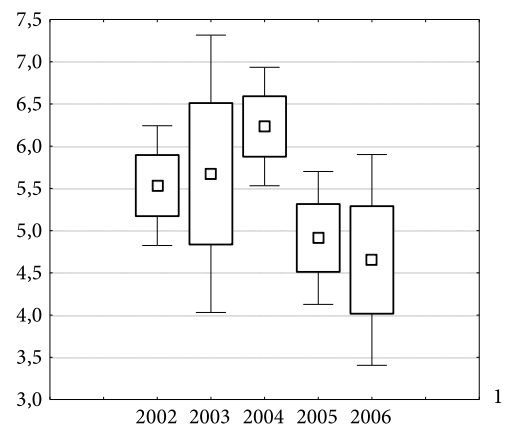


Рис. 2. Изменчивость выборок (по оси ординат) по продолжительности вегетационного периода (gm-mt) в 2002–2006 гг.

Рис. 3. Изменчивость выборок (по оси ординат) по массе хлопка-сырца одной коробочки (mc) в 2002–2006 гг.

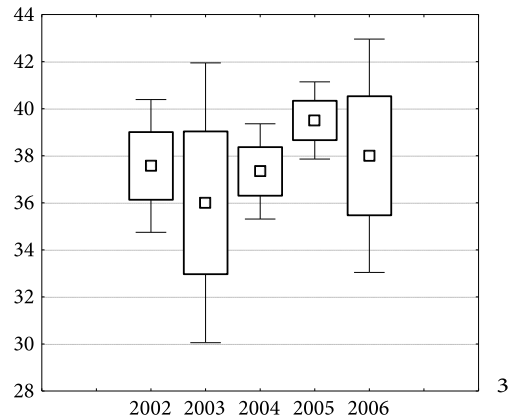
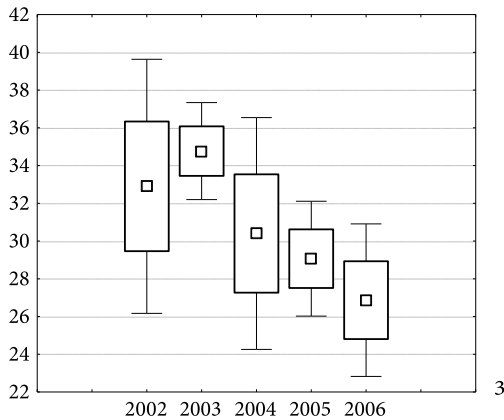
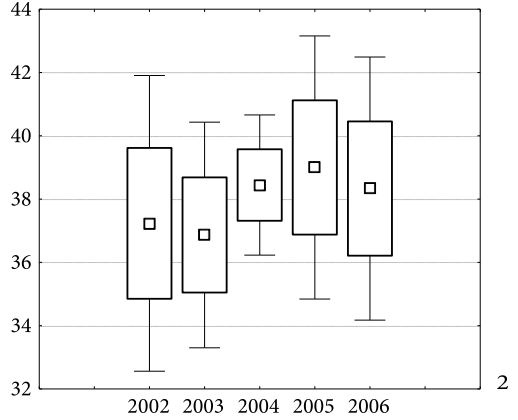
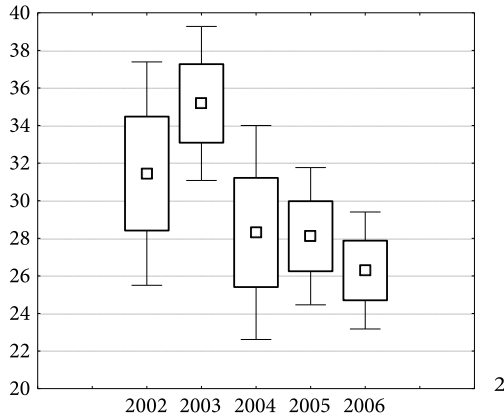
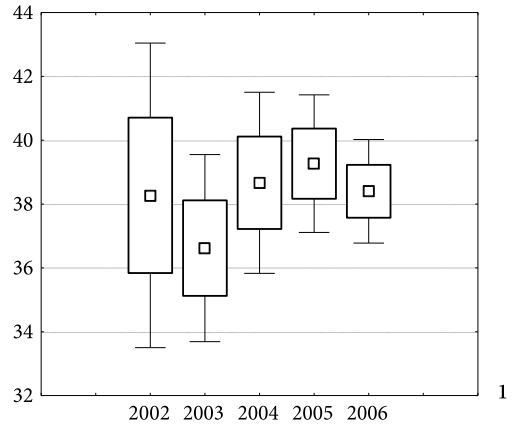
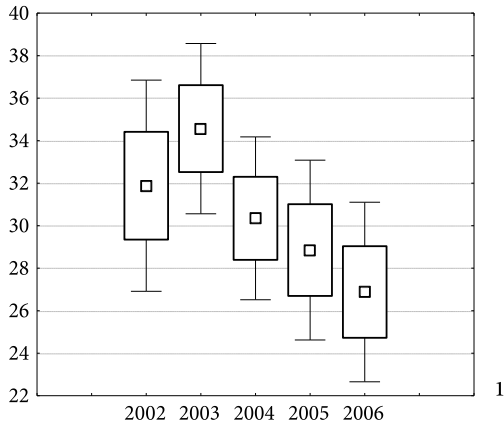


Рис. 4. Изменчивость выборок (по оси ординат) по продуктивности одного растения (pp) в 2002–2006 гг.

Рис. 5. Изменчивость выборок (по оси ординат) по длине волокна (lf) в 2002–2006 гг.

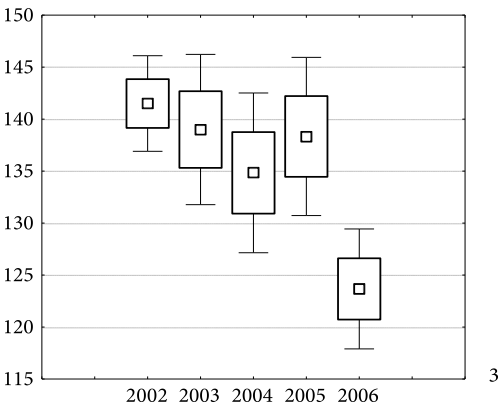
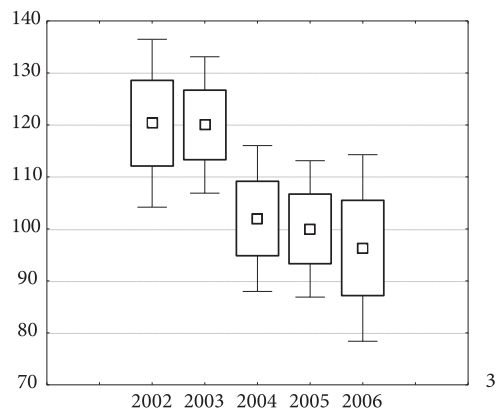
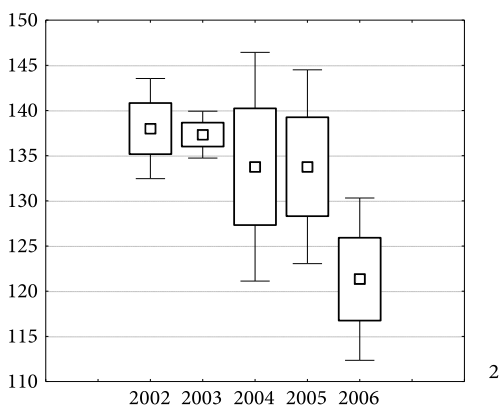
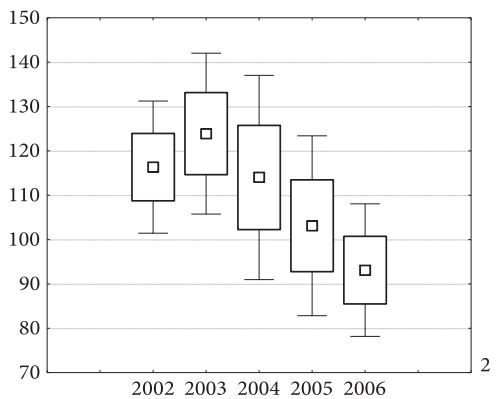
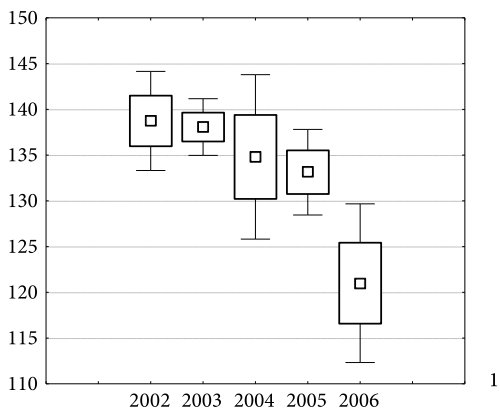
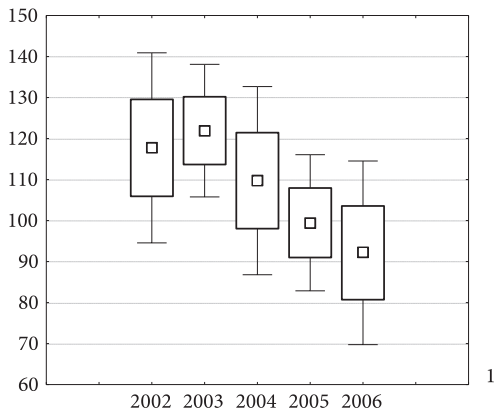


Рис. 6. Изменчивость выборок (по оси ординат) по выходу волокна (%f) в 2002–2006 гг.

Рис. 7. Изменчивость выборок (по оси ординат) по массе 1000 семян (1000 ms) в 2002–2006 гг.

Размах изменчивости по выборке у первых двух групп резко снижается, что свидетельствует о неблагоприятности засушливых условий для растений с достаточно крупной пластинкой листа. Более высокая продуктивность образцов третьей группы объясняется большим количеством сформированных и созревших коробочек. У образцов из первых двух групп наблюдалось значительное опадение завязей из-за недостатка влаги. Образцы с рассеченным листом оказались более засухо- и жаростойкими, так как в августе 2006 г. была самая высокая температура за весь период эксперимента, а именно в августе происходило формирование коробочек. В 2006 г. продуктивность всех образцов третьей группы превышала таковую у скороспелого стандарта, имевшего наилучшие показатели во все предыдущие годы. У последней группы наибольший размах изменчивости наблюдался в 2005 г., тоже засушливом, но не настолько жарком, как 2006 г. И не все образцы смогли сформировать достаточное количество коробочек по причине, упомянутой выше.

Длина волокна. Кривая изменчивости у всех трех групп имеет вид параболы (рис. 5). Самые высокие показатели наблюдались во влажном и прохладном 2003 г. при небольшом размахе изменчивости по выборке, потом шло постепенное снижение показателей. Наименьшая длина волокна отмечалась в 2006 г. Эти данные подтверждают мнение многих авторов о том, что этот признак наиболее зависим от погодных условий, особенно от количества влаги [18].

Выход волокна. Кривые изменчивости выхода волокна у всех групп также сходны, но имеют вид синусоиды. Достаточно высокие средние значения в 2002 г., наиболее низкие в 2003 г., далее подъем к пику в 2005 г. и некоторое снижение показателей в 2006 г. Размах изменчивости в 2002 г. — значительный у первых двух групп и средний у последней группы. В 2003 г. наблюдается большой размах изменчивости во всех группах. Интересно, что в 2005 г. у третьей группы резко снижался размах изменчивости при высоких показателях. Также следует отметить, что в 2006 г. снижались показатели как длины, так и выхода волокна, хотя считается, что между этими признаками имеется отрицательная корреляция [18, 19].

Масса 1000 семян. Кривые изменчивости массы тысячи семян у первых двух групп абсолютно одинаковы и имеют вид параболы, причем размах изменчивости по выборке в разные годы колеблется незначительно. Наиболее крупные семена были в 2003 г., самые мелкие — в 2006 г. У третьей группы картина иная. Первые два года исследований семена были одинаково крупными, затем шло резкое снижение показателей, и следующие три года они держались примерно на одном уровне. Почему происходит такое резкое снижение массы семени в благоприятный по влажности год у образцов с рассеченным листом — неясно.

Двухфакторный дисперсионный анализ изменчивости признаков для образцов одной группы показал интересную закономерность. Образцы с типичным лопастным листом достоверно различались лишь по массе 1000 семян, в то время как различия между годами исследований при $p \leq 0,5$ были очень сильны. Образцы с раздельным типом листа, наоборот, достоверно различались по всем изученным признакам, причем по выходу волокна достоверных различий между годами исследований не выявлено. Группа образцов с рассеченным листом оказалась такой же однородной, как и группа образцов с лопастным листом. Достоверные различия между образцами обнаружены лишь по длине волокна, а по выходу волокна не отмечено достоверных различий ни между образцами, ни по годам исследований.

Таблица 2. Продолжительность вегетационного периода и продуктивность образцов хлопчатника в 2002–2006 гг. (г. Буденновск)

№ образца/ группы	Продолжительность периода всходы— созревание, дни					Масса хлопка сырца с одного растения, г				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
1										
1	138	134	138	131	115	4,1	0,1	14,0	10,8	10,0
2	134	138	140	132	116	4,3	0,1	5,8	26,4	13,5
3	137	138	146	131	116	8,4	1,0	6,3	15,4	8,8
4	137	138	134	132	116	8,0	2,5	12,0	11,4	9,4
6	137	139	140	134	124	4,3	0,6	6,1	10,8	14,8
7	137	139	128	132	122	4,2	1,8	22,9	16,0	10,7
10	137	139	132	134	122	2,6	3,9	19,3	12,2	15,6
13	140	139	130	131	124	7,6	0,7	23,4	17,0	10,7
14	137	138	132	130	124	1,6	1,7	12,0	22,0	11,5
16	140	136	133	136	124	2,7	2,2	9,1	9,6	14,3
18	140	139	135	136	120	3,5	1,9	8,0	20,4	9,6
19	140	139	135	136	126	7,3	0,8	8,6	9,4	10,7
20	140	139	131	132	126	6,3	1,6	23,6	15,2	9,1
26	141	140	134	138	114	4,3	5,9	10,8	20,4	11,8
29	146	136	134	132	126	3,0	20,3	20,5	17,8	14,9
X	139	138	135	133	121	4,8	3,0	13,5	15,7	11,7
Дисперсия	7,6	2,5	21,0	5,7	19,6	4,7	25,3	44,5	25,8	5,4
2										
5	131	139	122	122	110	30,5	5,6	31,3	15,2	10,0
8	137	136	136	135	124	4,0	0,2	10,5	9,8	11,7
9	138	138	135	137	122	4,3	1,9	13,8	16,0	10,8
11	138	136	136	132	124	2,7	1,0	15,4	11,8	7,5
12	140	139	145	138	124	3,2	1,4	10,0	13,0	7,9
15	140	136	137	131	124	0,1	2,2	9,3	16,8	9,0
17	140	136	133	136	120	5,9	4,9	24,6	10,2	9,3
21	139	138	127	132	120	12,4	6,3	20,3	22,6	8,2
22	139	138	133	141	124	1,2	2,0	10,0	7,8	12,7
X	138	137	134	134	121	7,1	2,8	16,1	13,7	9,7
Дисперсия	8,0	1,8	41,7	29,9	21,0	89,1	4,8	59,8	20,3	3,2
3										
23	139	136	130	141	120	4,8	2,6	10,7	5,0	11,7
24	141	139	132	141	120	6,1	4,9	7,0	11,2	11,5
25	141	136	139	138	126	0,9	0,1	11,0	17,4	22,6
27	141	143	134	131	126	2,9	9,8	12,1	18,2	12,7
28	141	136	134	138	126	0,2	2,9	3,5	2,8	16,9
30	146	144	140	141	124	2,3	5,3	7,0	19,6	12,2
X	142	139	135	138	124	2,9	4,3	8,6	12,4	14,6
Дисперсия	5,5	13,6	15,4	15,1	8,7	5,1	11,0	10,7	51,8	19,3
31	107	125	117	116	104	32,7	11,4	32,9	17,4	9,9

Примечание. Здесь и в табл. 3 и 4: X — среднее по выборке.

Таблица 3. Длина и выход волокна образцов хлопчатника в 2002–2006 гг. (г. Буденновск)

№ образца/группы	Длина волокна, мм					Выход волокна, %				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
1										
1	28,8	35,2	29,0	26,4	29,2	41,0	36,0	40,0	40,0	38,0
2	35,4	35,4	30,8	28,0	28,2	36,3	36,3	37,0	39,0	38,0
3	32,8	35,0	32,6	27,6	28,6	39,5	38,0	38,0	38,0	38,0
4	28,6	34,2	31,4	31,2	27,8	40,1	36,0	41,0	39,0	39,0
6	30,8	40,8	34,0	29,6	26,6	38,6	37,0	39,0	40,0	38,0
7	34,8	33,8	30,8	31,8	26,6	36,0	38,0	40,0	40,0	37,0
10	29,0	34,0	29,0	26,8	28,8	36,0	38,0	39,0	40,0	38,0
13	31,2	35,4	31,2	29,4	23,4	35,9	32,0	40,0	38,0	38,0
14	30,0	34,5	30,2	29,8	27,0	39,0	37,0	38,0	40,0	38,0
16	33,0	33,0	30,0	31,6	29,8	40,5	37,0	39,0	40,0	39,0
18	32,8	34,4	28,0	29,6	25,0	41,3	36,0	37,0	41,0	39,0
19	31,0	34,0	30,4	26,0	27,2	42,4	37,0	39,0	40,0	40,0
20	30,2	33,0	30,0	29,4	21,8	36,5	36,0	37,0	37,0	40,0
26	37,2	31,2	25,8	24,8	26,6	36,0	37,0	40,0	38,0	38,0
29	32,6	34,6	32,0	30,8	26,6	35,0	38,0	36,0	39,0	38,0
X	31,9	34,6	30,3	28,9	26,9	38,27	36,6	38,7	39,3	38,4
Дисперсия	6,4	4,2	3,8	4,7	4,6	5,92	2,2	2,1	1,2	0,7
2										
5	27,0	35,8	23,8	24,4	23,8	33,7	36,0	39,0	38,0	38,0
8	32,8	37,0	28,0	28,0	26,6	35,1	32,8	37,0	40,0	40,0
9	31,0	35,2	29,2	31,0	28,6	38,0	38,0	40,0	41,0	38,0
11	29,0	38,8	31,4	28,4	28,0	38,0	38,0	38,0	41,0	40,0
12	35,4	34,8	29,4	28,4	25,2	41,0	36,0	38,0	39,0	40,0
15	28,6	36,0	29,4	29,8	26,6	40,0	37,0	40,0	39,0	40,0
17	30,8	32,0	28,2	26,6	24,6	36,7	37,0	38,0	39,0	36,0
21	32,4	34,4	23,6	27,8	25,8	35,0	39,0	37,0	34,0	34,0
22	36,0	32,6	31,8	28,6	27,4	37,6	38,0	39,0	40,0	39,0
X	31,4	35,2	28,3	28,1	26,3	37,23	36,9	38,4	39,0	38,3
Дисперсия	9,2	4,4	8,4	3,5	2,5	5,68	3,3	1,3	4,5	4,5
3										
23	31,6	34,0	31,0	31,6	29,0	37,0	38,0	37,0	38,0	35,0
24	38,6	35,0	34,0	29,8	28,4	38,8	37,0	36,0	39,0	39,0
25	29,2	36,4	30,2	27,8	28,6	39,8	36,0	37,0	40,0	40,0
27	30,0	33,4	29,0	27,2	24,2	36,0	38,0	38,0	40,0	41,0
28	33,6	33,6	25,2	29,0	25,0	37,2	37,0	39,0	40,0	35,0
30	34,4	36,2	33,0	29,0	26,0	36,6	30,0	37,0	40,0	38,0
X	32,9	34,8	30,4	29,1	26,9	37,57	36,0	37,3	39,5	38,0
Дисперсия	11,8	1,7	9,8	2,4	4,3	2,07	9,2	1,1	0,7	6,4
31	31,2	30,0	25,2	27,2	26,0	34,0	37,0	34,0	35,0	36,0

Таблица 4. Масса хлопка-сырца одной коробочки и масса тысячи семян образцов хлопчатника в 2002–2006 гг. (г. Буденновск)

№ образца/ группы	Масса 1000 семян, г					Масса хлопка сырца одной коробочки, г				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
1										
1	100,0	138,0	116,0	96,0	92,0	5,6	5,6	6,1	4,9	4,1
2	127,0	117,0	104,0	98,0	90,0	5,9	5,0	5,8	4,5	3,9
3	122,0	112,0	104,0	96,0	76,0	6,0	6,3	6,3	5,2	4,3
4	105,0	118,0	98,0	108,0	96,0	5,0	4,8	6,1	5,1	4,9
6	122,0	132,0	118,0	102,0	112,0	5,0	5,5	6,1	5,2	6,0
7	123,0	124,0	102,0	108,0	110,0	6,0	6,3	5,9	5,0	5,3
10	122,0	132,0	110,0	104,0	76,0	5,6	6,7	6,4	5,4	4,8
13	123,0	128,0	100,0	104,0	94,0	5,4	7,2	6,8	4,8	5,2
14	110,0	112,0	106,0	92,0	76,0	5,3	5,7	5,9	4,8	3,7
16	114,0	124,0	120,0	110,0	96,0	5,8	3,6	6,7	5,7	5,1
18	100,0	120,0	110,0	88,0	96,0	5,4	5,5	6,0	5,0	4,8
19	107,0	120,0	102,0	88,0	96,0	5,4	5,9	6,4	4,7	4,0
20	120,0	108,0	112,0	84,0	78,0	5,6	5,6	6,5	4,0	4,0
26	127,0	120,0	100,0	106,0	100,0	6,0	5,8	5,7	4,6	4,8
29	144,0	124,0	144,0	108,0	94,0	5,0	5,6	6,8	4,8	4,9
X	117,7	121,9	109,7	99,5	92,1	5,5	5,7	6,2	4,9	4,7
Дисперсия	139,8	68,1	137,1	71,7	130,6	0,1	0,7	0,1	0,2	0,4
2										
5	108,0	116,0	106,0	96,0	86,0	5,4	5,7	5,4	5,1	4,3
8	130,0	129,0	136,0	116,0	106,0	5,6	5,9	6,8	5,2	5,6
9	120,0	120,0	128,0	120,0	100,0	6,0	5,8	6,1	5,8	4,8
11	123,0	120,0	114,0	102,0	88,0	4,8	5,9	4,8	5,0	4,7
12	106,0	136,0	116,0	106,0	82,0	5,4	5,7	6,8	5,2	4,7
15	113,0	128,0	116,0	108,0	96,0	5,0	6,0	6,6	5,6	5,6
17	120,0	138,0	106,0	92,0	96,0	5,0	5,2	4,8	4,8	4,3
21	113,0	112,0	102,0	98,0	96,0	5,6	5,0	4,6	4,6	4,5
22	114,0	116,0	102,0	90,0	88,0	5,6	6,2	5,9	5,0	4,7
X	116,3	123,9	114,0	103,1	93,1	5,4	5,7	5,8	5,1	4,8
Дисперсия	57,8	85,6	138,0	107,1	58,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2
3										
23	127,0	108,0	94,0	104,0	112,0	5,4	6,6	6,0	4,7	5,5
24	112,0	120,0	106,0	104,0	100,0	5,0	5,0	5,6	5,1	5,1
25	111,0	120,0	98,0	88,0	92,0	5,4	5,1	5,5	5,0	5,0
27	116,0	120,0	98,0	104,0	88,0	5,8	4,2	5,7	5,5	4,6
28	129,0	124,0	102,0	104,0	88,0	5,0	4,8	5,9	5,7	4,7
30	127,0	128,0	114,0	96,0	98,0	6,0	6,2	6,1	5,7	4,1
X	120,3	120,0	102,0	100,0	96,3	5,4	5,3	5,8	5,3	4,8
Дисперсия	67,9	44,8	51,2	44,8	83,9	0,2	0,8	0,1	0,2	0,2
31	98,0	108,0	106,0	98,0	95,0	4,9	5,7	5,2	4,7	4,6

Следует отметить, что в изменчивости выхода волокна у всех групп очень велика доля случайных факторов — свыше 50%. Мы полагаем, что это может быть связано с несовершенством ручного способа очистки семян от волокна. Использование стандартной лабораторной машины для очистки семян резко уменьшает ошибку опыта (9%) по этому признаку, что мы наблюдали при изучении хлопчатника в Италии [20].

Таким образом, мы имеем две однородные группы образцов и одну гетерогенную, у образцов которой не только форма листа контролируется гетерозиготным состоянием генов, но, вероятно, и другие признаки. Скорее всего, именно гетерогенность второй группы ответственна за отсутствие достоверности в различиях между группами в большинстве случаев по результатам однофакторного дисперсионного анализа.

Достоверные отличия выявлены для продолжительности периода всходы—созревание в 2005 г., когда образцы с рассеченным типом листа оказались существенно более позднеспелыми, чем представители двух остальных групп, и для продуктивности в 2006 г., наиболее засушливом за все время наблюдений. По этому признаку образцы из третьей группы значительно превосходили образцы первых двух. Более того, все без исключения образцы третьей группы превосходили скороспелый стандарт местной селекции (табл. 2). Это подтверждает данные зарубежных исследователей, что при недостатке влаги растения с листом меньшей поверхности имеют преимущество. Наше исследование подтвердило также преимущество форм с рассеченным листом и при избытке влаги. Многочисленными исследованиями в США показано, что растения с рассеченными листьями значительно меньше поражаются гнилями коробочек [21–24], что особенно важно в районах, характеризующихся обильными осадками (штаты Луизиана, Миссисипи). В Буденновске самым влажным был 2003 г., и в этот год формы с рассеченным листом превосходили по продуктивности таковые с раздельным и лопастным типами листа. Конечно, по этому показателю они значительно уступали стандарту, но только по причине позднеспелости. Среди групп, близких по продолжительности вегетационного периода, эти образцы выделялись в лучшую сторону. Более того, если у всех остальных образцов показатели были ниже, чем в 2002 г., в том числе и у стандарта, то у большинства образцов третьей группы они несколько возросли (табл. 2).

Данные, приведенные в таблицах 2–4 свидетельствуют о том, что большинство изученных австралийских образцов превосходит стандарт ПОСС-2 по длине (30–32 против 25–27 мм) и выходу (38–40 против 34–36%) волокна и могут служить источниками указанных признаков. Более того, в засушливые 2005–2006 гг. стандарт по этим признакам превышали многие австралийские образцы не только с рассеченным листом, что свидетельствует об их большей приспособленности к засушливому климату. Таким образом, важно использовать в селекции хлопчатника в Ставропольском крае австралийские образцы, адаптированные к засухе, так как в настоящее время наблюдается постепенная аридизация климата в данной зоне [15].

Наши исследования еще раз подтверждают огромное значение формы листа в адаптации растений к тем или иным особенностям почвенно-климатических условий. Анализ изменчивости признаков у групп с разной формой листа показывает, что образцы с раздельным листом по характеру изменчивости близки к группе

образцов с типичным для вида лопастным листом, а вот образцы с сильно рассеченным листом по ряду параметров резко отличаются.

Литература

1. Василевская В. К. Анатомо-морфологические особенности растений холодных и жарких пустынь Средней Азии // Ученые записки Ленинградского университета. Сер. биол. 1940. Т. 14, № 62. С. 48–158.
2. Василевская В. К. Структурные приспособления растений жарких и холодных пустынь Средней Азии и Казахстана // Проблемы современной ботаники. М.; Л., 1965. Вып. 2. С. 5–17.
3. FAO Statistic (2010). URL: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (дата обращения: 24.10.2011).
4. McDougall G. J., Morrison I. M., Stewart D., Weyers J. D. B., Hillman J. R. Plant fibres: Botany, Chemistry and Processing for Industrial Use // J. Sci. Food Agric. 1993. Vol. 62. P. 1–203.
5. Mauney J. R. Anatomy and Morphology of Cultivated Cottons // Cotton / eds R. J. Kohel, C. F. Lewis. Madison, Wisconsin, USA, 1984. P. 59–82.
6. Лемешев Н. К. Мексиканский центр происхождения и видового разнообразия рода *Gossypium* и проблема обогащения генофонда: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1992.
7. Rain S., Foley J. Comparing systems for cotton irrigation // The Australian Cotton grower. 2008. Vol. 23, N 4. P. 30.
8. Hearn A. B. The principles of cotton water relations and their application in management / Eds G. A. Constable and N. W. Forrester // Proc. World Cotton Res. Conf., 1st, Brisbane, Australia. 14–17 Feb. 1994. CSIRO Publ., Melbourne, VIC, Australia. P. 66–92.
9. Dowling D. 1998–1999 cotton season // Cotton yearbook 1999. The Australian Cotton Grower, Toowoomba, QLD. P. 4.
10. Stiller W. N., Reid P. E., Constable G. A. Maturity and Leaf Shape as Traits Influencing Cotton Cultivar Adaptation to Dryland Conditions // Agronomy Journal. 2004. Vol. 96, N 3. P. 656–664.
11. Thomson N. J., Reid P. E., Williams E. R. Effects of the okra leaf, nectariless, frego bract and glabrous conditions on yield and quality of cotton lines // Euphytica 1987. Vol. 36, N 2. P. 545–553.
12. Baker D. N., Myhre D. L. Leaf shape and photosynthetic potential in cotton // Proc. Beltwide Cotton Conf., Hot Springs, AR. 9–10 Jan. 1968. Natl. Cotton Council of Am., Memphis, TN. P. 102–109.
13. Pettigrew W. T. Gas exchange differences and comparative anatomy among cotton leaf-type isolines // Crop Sci. 1993. Vol. 33. P. 1295–1299.
14. Meredith W. R. Normal vs. okra leaf yield interactions in cotton: I. Performance of near isogenic lines from bulk populations // Crop Sci. 1986. Vol. 26. P. 219–222.
15. Абалдов А. Н. Агроклиматическое обоснование культуры хлопчатника на Ставрополье // Проблемы возрождения современного российского хлопководства. Буденновск: ПОСС СНИ-ИСХ, 2000. С. 51–57.
16. Давидян Г. Г., Рыкова Р. П., Кутузова С. Н., Вахрушева Т. Е., Другова И. Ф., Румянцева Л. Т. Изучение коллекций прядильных растений (хлопчатник, лен, конопля). Методические указания. Л., 1978. С. 3–6.
17. Подольная Л. П., Кушнарева Т. А., Абалдов А. Н., Ходжаева Н. А., Симонова Н. Г. Оценка образцов хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) из Австралии в условиях Ставропольского края // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы: тез. докл. II Вавиловской международной конференции Санкт-Петербург, 26–30 ноября 2007 г. СПб.: ВИР, 2007. С. 571–572.
18. Симонгулян Н. Г. Генетика количественных признаков хлопчатника. Ташкент: Изд-во «ФАН», 1991. С. 124.
19. Шахмедова Г. С., Асфандиярова М. Ш., Иваненко Е. Н. Отбор сортообразцов хлопчатника и опыт его возделывания (в условиях Российского Прикаспия) // Производство экологически безопасной продукции растениеводства. Пушино: Наука, 1996. С. 163–167.
20. Подольная Л. П., Зволинский В. П., Асфандиярова М. Ш., Туз Р. К., Sonnino A., Piscioneri I. Эколого-географическое изучение образцов хлопчатника коллекции ВИР в контрастных условиях юга Италии и севера Астраханской области // Сборник трудов Прикаспийского НИИ аридного земледелия. М., 2006. Т. 5.
21. Andries J. A., Jones J. E., Sloane L. W., Marshall J. G. Effects of super okra leaf shape on boll rot, yield, and other characters of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. // Crop Sci. 1970. Vol. 10. P. 403–407.
22. Jones J. E., Williams B. R., Brand J. W., Clower D. F., Bowman D. T. Interacting effects of the okra leaf, frego bract, and glabrous traits on pest resistance and agronomic characters. Proceedings of the Beltwide

Cotton Production // Research Conferences, Dallas, TX. 9–11 Jan. 1978. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN. P. 84–85.

23. Jones J. E. The status of okra-leaf cotton // Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conferences, Houston, TX. 6–7 Jan. 1970. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN. P. 55.

24. Kuraparthy V., Bowman D. T., Jones D. C. Registration of NC05AZ21 Okra-Leaf and NC05–11 Normal-Leaf Upland Cotton Germplasm // Journal of Plant Registrations. 2013. Vol. 7, N 3. P. 334–338.

Для цитирования: Подольная Л. П., Иванова Н. М., Абалдов А. Н., Ходжаева Н. А., Кушнарева Т. А. Изменчивость образцов хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) с различной формой листа при выращивании в условиях естественного увлажнения // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. Биология. 2016. Вып. 2. С. 70–86. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.205

References

1. Vasilevskaya V. K. Anatomical and morphological features of plants of cold and hot deserts of Central Asia. *Uchenye zapiski Leningradskogo universiteta [Scientific notes of Leningrad University. Ser. biol.]*, 1940, vol. 14, no. 62, pp. 48–158. (In Russian)

2. Vasilevskaya V. K. Structural adaptation of plants of hot and cold deserts of Central Asia and Kazakhstan. *Problemy sovremennoi botaniki [Problems of modern botany]*. Moscow, Leningrad, 1965, issue 2, pp. 5–17. (In Russian)

3. FAO Statistic (2010). Available at: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (accessed: 24.10.2011).

4. McDougall G. J., Morrison I. M., Stewart D., Weyers J. D. B., Hillman J. R. Plant fibres: Botany, Chemistry and Processing for Industrial Use. *J. Sci. Food Agric.*, 1993, vol. 62, pp. 1–203.

5. Mauney J. R. Anatomy and Morphology of Cultivated Cottons. *Cotton*. Eds R. J. Kohel, C. F. Lewis. Madison, Wisconsin, USA, 1984, pp. 59–82.

6. Lemeshev N. K. *Meksikanskii tsentr proiskhozhdeniia i vidovogo raznoobraziia roda Gossypium i problema obogashcheniia genofonda*. Dis. d-ra biol. nauk [Mexican center of origin and diversity of species and genus *Gossypium* and the problem of enrichment of the gene pool]. Diss. Doctor of Biology]. St. Petersburg, 1992. (In Russian)

7. Rain S., Foley J. Comparing systems for cotton irrigation. *The Australian Cotton grower*, 2008, vol. 23, no. 4, p. 30.

8. Hearn A. B. The principles of cotton water relations and their application in management. Eds G. A. Constable, N. W. Forrester. *Proc. World Cotton Res. Conf., 1st, Brisbane, Australia. 14–17 Feb. 1994*. CSIRO Publ., Melbourne, VIC, Australia, 1994, pp. 66–92.

9. Dowling D. 1998–1999 cotton season. *Cotton yearbook 1999*. The Australian Cotton Grower, Toowoomba, QLD, 1999, p. 4.

10. Stiller W. N., Reid P. E., Constable G. A. Maturity and Leaf Shape as Traits Influencing Cotton Cultivar Adaptation to Dryland Conditions. *Agronomy Journal*, 2004, vol. 96, no. 3, pp. 656–664.

11. Thomson N. J., Reid P. E., Williams E. R. Effects of the okra leaf, nectariless, frego bract and glabrous conditions on yield and quality of cotton lines. *Euphytica*, 1987, vol. 36, no. 2, pp. 545–553.

12. Baker D. N., Myhre D. L. Leaf shape and photosynthetic potential in cotton. *Proc. Beltwide Cotton Conf., Hot Springs, AR. 9–10 Jan. 1968*. Natl. Cotton Counc. of Am., Memphis, TN, pp. 102–109.

13. Pettigrew W. T. Gas exchange differences and comparative anatomy among cotton leaf-type isolines. *Crop Sci.*, 1993, vol. 33, pp. 1295–1299.

14. Meredith W. R. Normal vs. okra leaf yield interactions in cotton: I. Performance of near isogenic lines from bulk populations. *Crop Sci.*, 1986, vol. 26, pp. 219–222.

15. Abaldov A. N. [Agroclimatic justification of cotton culture in the Stavropol region]. *Problemy vozrozhdeniia sovremennogo rossiiskogo khlopkovodstva [Problems of revival of the modern Russian cotton industry]*. Budennovsk, POSS SNIISH Pybl., 2000, pp. 51–57. (In Russian)

16. Davidyan G. G., Rykova R. P., Kutuzova S. N., Vahrusheva T. E., Drugova I. F., Rumyancheva L. T. *Izuchenie kollektzii priadi'nykh rastenii (khlopchatnik, len, konoplia). Metodicheskie ukazaniia [Study of collections of spinning plants (cotton, flax, hemp). Guidelines]*. Leningrad, 1978, pp. 3–6. (In Russian)

17. Podolnaya L. P., Kushnareva T. A., Abaldov A. N., Hodzhaeva N. A., Simonova N. G. [Evaluation of cotton samples (*Gossypium hirsutum* L.) from Australia in terms of the Stavropol Territory]. *Geneticheskie resursy kul'turnykh rastenii v XXI veke. Sostoyanie, problemy, perspektivy. Tez. dokl. II Vavilovskoi mezhd-*

dunarodnoi konferentsii Sankt-Peterburg, 26-30 noiabria 2007 g. [The genetic resources of cultivated plants in the twenty-first century: the state, problems and prospects. Abstracts of II Vavilov St. Petersburg International Conference, 26–30 November 2007]. St. Petersburg, VIR, 2007, pp. 571–572. (In Russian)

18. Simongulyan N. G. *Genetika kolichestvennykh priznakov khlopchatnika* [The genetics of quantitative traits of cotton]. Tashkent, Publishing house “FAN”, 1991. 124 p. (In Russian)

19. Shahmedova G. S., Asfandiyarova M. Sh., Ivanenko E. N. [Tackling cotton accessions and experience of its cultivation (in the conditions of the Russian Caspian)]. *Proizvodstvo ekologicheski bezopasnoi produkt-sii rastenievodstva* [Production of environmentally friendly crop production]. Pushchino, Nauka Publ., 1996, pp. 163–167. (In Russian)

20. Podolnaya L. P., Zvolinskii V. P., Asfandiyarova M. Sh., Tuz R. K., Sonnino A., Piscioneri I. [Ecological and geographical study of cotton samples from VIR collection in contrasting conditions of the south of Italy and north of the Astrakhan region]. *Sbornik trudov Prikaspiiskogo NII aridnogo zemledeliia* [Proceedings of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture]. Moscow, 2006, vol. 5. (In Russian)

21. Andries J. A., Jones J. E., Sloane L. W., Marshall J. G. Effects of super okra leaf shape on boll rot, yield, and other characters of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 1970, vol. 10, pp. 403–407.

22. Jones J. E., Williams B. R., Brand J. W., Clower D. F., Bowman D. T. Interacting effects of the okra leaf, frego bract, and glabrous traits on pest resistance and agronomic characters. Proceedings of the Beltwide Cotton Production. *Research Conferences, Dallas, TX. 9–11 Jan. Natl. Cotton Counc. Am.*, Memphis, TN, 1978, pp. 84–85.

23. Jones J. E. The status of okra-leaf cotton. *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conferences, Houston, TX. 6–7 Jan. 1970. Natl. Cotton Counc. Am.*, Memphis, TN, 1970, p. 55.

24. Kuraparthi V., Bowmana D. T., Jonesb D. C. Registration of NC05AZ21 Okra-Leaf and NC05–11 Normal-Leaf Upland CottoGermplasm. *Journal of Plant Registrations*, 2013, vol. 7, no. 3, pp. 334–338.

For citation: Podolnaya L. P., Ivanova N. M., Abaldov A. N., Hodjaeva N. A., Kushnareva T. A. The variability of cotton accessions (*Gossypium hirsutum* L.) with different leaf forms under non-irrigated conditions. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Series 3. Biology*, 2016, issue 2, pp. 70–86. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.205

Статья поступила в редакцию 26 мая 2014 г., принята 18 января 2016 г.

Сведения об авторах:

Подольная Лариса Петровна — кандидат биологических наук
Иванова Наталья Михайловна — старший преподаватель
Абалдов Алексей Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук
Кушнарева Татьяна Александровна — ведущий бухгалтер
Ходжаева Нина Артемовна — зав. отделом агроэкологии

Podolnaya Larisa P. — PhD
Ivanova Natalia M. — Senior lecturer
Abaldov Alexey N. — PhD
Kushnareva Tatyana A. — leading accountant
Hodjaeva Nina A. — Head of Agroecology department