

УДК 57.063.7: 633.112.1

О. А. Ляпунова

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42,44
e-mail: o.liapounova@vir.nw.ru

Ключевые слова:

пшеница твердая, коллекция ВИР, местный сорт, полевое изучение, источники ценных признаков

Поступление:

13.07.2018

Принято:

19.09.2018

СРЕДИЗЕМНОМОРСКИЕ СТАРОМЕСТНЫЕ СОРТА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ, СОХРАНЯЕМЫЕ В КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Актуальность. Местные сорта составляют ценный пул для использования в селекции. В коллекции ВИР и сегодня сохраняется этот уникальный материал, который уже давно не выращивается в местах своего происхождения и в большей части не встречается ни в одной коллекции мира. Более 50% староместных сортов коллекции твердой пшеницы ВИР – сорта из стран Средиземноморского бассейна, где твердая пшеница является одной из ведущих зерновых культур. Комплексное сравнительное изучение этого материала по морфологическим и агробиологическим признакам позволяет выделить ценные сорта и рекомендовать их для использования в различных исследованиях. **Объект.** Объектом изучения служили 313 местных сортов твердой пшеницы из 17 стран Средиземноморья, сохраняемых в коллекции ВИР. Эксперимент проводили на полях исследовательской станции Тель Хадия Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ICARDA, Сирия). **Результаты и выводы.** В результате оценки хозяйственно полезных признаков у староместных сортов твердой пшеницы были выделены источники скороспелости, короткостебельности, компонентов продуктивности и дана сравнительная характеристика сортов различного происхождения по этим признакам. Полевая оценка устойчивости к септориозу колоса (*Septoria nodorum* Belk.), желтой (*Puccinia striiformis* West.) и бурой (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Erikss.) листовым ржавчинам показала различие местных сортов разных стран по устойчивости к этим заболеваниям. Были выделены иммунные к желтой ржавчине сорта из Алжира, Испании, Италии и Сирии. Иммунными к бурой ржавчине были сорта из Северной Африки и Португалии, а к септориозу колоса – из Италии и Португалии. Исследованные сорта обладают ценными морфологическими признаками. Идентификация образцов *Triticum durum* Desf. выявила новые разновидности и формы. Анализ результатов сравнительного изучения староместных сортов твердой пшеницы Средиземноморья показывает их большое разнообразие по морфологическим признакам и несомненную ценность отдельных сортов, обладающих теми или иными важными хозяйственными признаками.

O. A. Lyapunova

N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR),
42, 44, Bolshaya Morskaya St.,
St. Petersburg, 190000, Russia;
e-mail: o.liapunova@vir.nw.ru

Key words:

durum wheat, the VIR collection,
landraces, field study, sources of
valuable traits

Received:

13.07.2018

Accepted:

19.09.2018

**MEDITERRANEAN LANDRACES OF DURUM WHEAT
PRESERVED IN THE VAVILOV COLLECTION (VIR)**

Background. Landraces constitute a valuable pool for use in breeding. Even today, the collection of VIR contains this unique material, which has not been reproduced in the places of its origin for a long time, and for the most part does not occur in any collection of the world. About 60% of the landraces of the VIR durum wheat collection were collected in the countries of the Mediterranean basin where durum wheat is one of the leading cereals. Complex comparative study of this material according to its morphological and agrobiological traits makes it possible to identify valuable landraces and recommend them for the use in various studies.

Objective. The research covered 313 landraces of durum wheat from 20 countries and regions of the Mediterranean basin preserved in the collection of VIR. The experiment was conducted in the fields of the Tel Hadiya Research Station of the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA, Syria). **Results and conclusion.** As a result of the evaluation of economically useful traits, sources of earliness, short-stem characteristics, and productivity components were identified. The field assessment of resistance to the blotch of wheat (*Septoria nodorum* Belk.), wheat yellow rust (*Puccinia striiformis* West.) and wheat leaf rust (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss.) showed differences in the resistance to these diseases among landraces of different origin. Immunity to yellow rust was observed in the varieties from Algeria, Spain, Italy and Syria, to brown rust in the varieties from North Africa and Portugal, and to blotch in the varieties from Italy and Portugal. The studied durum wheat landraces possess valuable morphological characteristics. Identification of the *Triticum durum* Desf. accessions revealed new varieties and forms. An analysis of the results of the comparative study of the Mediterranean landraces manifested great diversity of their morphological characteristics and undoubted value of individual varieties possessing various important economic traits.

Введение

Пшеница твердая (*Triticum durum* Desf.) выращивается в основном для питания человека. Она употребляется в виде изделий из зерен или теста (паста), таких как спагетти и макароны, плоский хлеб, крупы, кускус, булгур, квасной хлеб, лапша и др. В некоторых регионах мира низкокачественная твердая пшеница используется как корм. Вид характеризуется жаростойкостью и устойчивостью к осыпанию зерна. Растения хорошо используют поливную воду, что делает твердую пшеницу перспективной культурой для регионов с орошаемым земледелием. Отличается высокими требованиями к плодородию почвы и чистоте полей.

Основное производство твердой пшеницы сосредоточено в странах Северной Америки и Средиземноморского бассейна, в том числе в южной Европе, Северной Африке и Юго-Западной Азии. В большинстве средиземноморских стран твердая пшеница занимает ведущее место в производстве и потреблении зерна. Так, Италия производит *T. durum* в значительной степени самостоятельно. Возделывание сконцентрировано в большей степени в самых южных областях Италии – Sicilia и Puglia. Твердая пшеница является основной зерновой культурой, производимой в Испании, Португалии, Греции, Алжире, Тунисе и Марокко. На Кипре твердая пшеница долгие годы была главным выращиваемым хлебным злаком, мука которого использовалась для производства макарон и традиционного кипрского хлеба. Сирия на протяжении долгих лет являлась крупнейшим региональным экспортером твердой пшеницы.

От древней истории и до настоящего времени твердая пшеница имеет главенствующее положение во всем Средиземноморье, где обнаружено исключительное разнообразие ее разновидностей и сортов. Пшеницы твердые Западного Средиземноморья, особенно Северной Африки, отличаются крупными длинноостыми колосьями, крупным удлинённым зерном, позднеспелостью; сорта Восточного Средиземноморья – засухоустойчивые, с укороченными колосьями и укороченным зерном, скороспелые. Острова Средиземноморья также имеют большое разнообразие форм твердых пшениц, которые выделяются по ряду ценных хозяйственных признаков: величине и форме зерна, урожайности, положительными хлебопекарным свойствам, засухоустойчивости, скороспелости, стойкости соломы, слабой поражаемости грибными паразитами (Schreiber, 1934). Вавилов пишет о разнообразии пшениц Кипра, как совершенно исключительном: «...это только твердая пшеница, но в развернутом богатстве форм как по физиологическим, так и по морфологическим признакам – от мелкоколосных, безлигульных форм до гигантских, похожих на формы Северной Африки» (Vavilov, 1987, p. 125).

В последнее время возрос интерес современных исследователей к староместным сортам народной селекции. Причина такого интереса – интенсивный процесс эрозии генетического разнообразия в результате воздействий человека и влияние критериев современной селекции (Агога, 1988; Belaid, 2000; Srivastava et al., 1988). Местные сорта, чей генетический потенциал еще не полностью исследован и использован, обладают такими важными адаптивными свойствами, как засухоустойчивость, жаро- и холодостойкость, солеустойчивость и особенно устойчивость к различным патогенам. Тем самым они составляют ценный пул для использования в селекции.

В своей работе о пшеницах Сицилии (Cillis, 1942) профессор Уго де Чилис, руководитель одной из крупных сельскохозяйственных станций Италии

(1928 – 48 гг.), отмечал, что местные сорта отличаются от всех других генетических ресурсов, так как они «привязаны» к месту, к фермеру, который сохранял их из поколения в поколение. Таким образом, местные сорта, это не только генетическая, но и историческая, культурная и социальная ценность. Они должны быть идентифицированы, оценены, сохранены и использованы путем надлежащего планирования и координации действий.

Таблица 1. Страны Средиземноморья, сорта которых сохраняются в коллекции твердой пшеницы ВИР

Table 1. The Mediterranean countries whose varieties are preserved in VIR's durum wheat collection

Страна	Число образцов в коллекции ВИР	Число образцов, включенных в коллекцию до 1940 г.	Страна	Число образцов в коллекции ВИР	Число образцов, включенных в коллекцию до 1940 г.
Португалия	94	36	Израиль	240	226**
Испания	123	67	Ливан	7	7
Италия, в т. ч.	362	108	Сирия	178	103
Сардиния	41	41	Турция	869	407
Сицилия	58	35	Египет	40	26
Мальта	3	3	Тунис	218	124
Сан-Марино	3	2	Алжир	207	181
Греция, в т. ч.	103	51	Марокко	170	80
Крит	7	7	Иордания	31	31
Родос	13	13	Сев. Африка*	13	13
Кипр	86	78			
		<i>Всего</i>	17 стран и 4 области	2747	1543

*Северная Африка – запись в экспедиционных документах без указания конкретной страны

**Палестина

В коллекции ВИР и сегодня сохраняется этот уникальный материал, который уже давно не выращивается в местах своего происхождения и в большей части не встречается ни в одной коллекции мира (Liaronova, 2000). Около 60 % староместных сортов коллекции твердой пшеницы ВИР происходят из стран Средиземноморского бассейна (табл. 1). Основную часть этой коллекции составляют образцы, собранные Н. И. Вавиловым в экспедициях 1926–1927 гг. Им были обследованы сельскохозяйственные районы почти всех стран региона, таких как Испания, Португалия, Италия, включая Сардинию и Сицилию, Греция, включая Крит, Кипр, Палестина, Ливан, Сирия, Трансиордания (ныне Иордания), Египет, Алжир, Тунис и Марокко, где в районе Рабата и Феса он обнаружил «царство средиземноморских твердых пшениц», лучшие представители которого пополнили коллекцию ВИР. Экспедиции 1925–26 гг. П. М. Жуковского в Турцию и Грецию (о. Родос) и В. В. Марковича в Палестину (1926 г.) также обогатили коллекцию твердой пшеницы новыми ценными образцами.

Цель настоящих исследований – морфологическая и агробиологическая сравнительная характеристика местных сортов твердой пшеницы Средиземноморья из коллекции ВИР в естественных для этой культуры климатических и агрономических условиях.

Материалы и методы

Объектом исследований служили 313 местных сортов твердой пшеницы из 20 стран и областей Средиземноморья, сохраняемых в коллекции ВИР (табл. 2).

Эксперимент проводили на полях исследовательской станции Тель Хадия Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ICARDA, Сирия) в полевых сезонах 1999/2000 и 2000/001 гг. Продолжительность сезона – с октября по июнь месяц. Координаты станции: 36°35'Е и 36°05'N, высота 284,37 м над у. м. Почвы – красноземы «Terra Rossa» или «Red Mediterranean Soil». Климат близок к Средиземноморскому, но более засушливый, зимы значительно холоднее. Средние многолетние максимальные температуры достигают 40°C, минимальные приближаются к 0°C. Количество осадков относительно умеренное со средним многолетним числом 348 мм. Метеорологические условия в годы проведения исследований незначительно различались по температурному режиму, но отличались по количеству осадков в весенний период (рис. 1, 2).

Таблица 2. Географическое разнообразие и число образцов твердой пшеницы, включенных в эксперимент

Table 2. Geographic diversity and the number of durum wheat accessions included in the experiment

Страна оригинатор	ISO	Число образцов		Всего	Страна- оригинатор	ISO	Число образцов		Всего
		2000	2001				2000	2001	
Кипр	CYP	10	–	10	Сан-Марино	SMR	–	3	3
Алжир	DZA	35	–	35	Иордания	JOR	10	–	10
Египет	EGY	9	–	9	Ливан	LBN	–	5	5
Испания	ESP	10	13	23	Марокко	MAR	11	–	11
Греция	GRC	5	1	6	Израиль	ISR	30	–	30
Греция, Крит	GRC	–	7	7	Португалия	PRT	–	13	13
Италия, в т. ч.:	ITA	20	26	46	Сирия	SYR	20	–	20
Сицилия	ITA	12	1	–	Тунис	TUN	21	–	21
Сардиния	ITA	2	25	–	Турция	TUR	50	–	50
Мальта	MLT	–	2	2	Северная Африка	–	–	12	12
Всего 17 стран и 3 области							231	82	

Методика исследований основывалась на следующих методических указаниях: Durum Wheat Germplasm Catalog (ICARDA, 1997), Rust scoring guide (CIMMYT, 1986), Международный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. (The international COMECON list of descriptors for the genus *Triticum* L., 1984), Методические указания по пополнению, сохранению в живом виде и изучению мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале (Methodical instructions, 1999),

Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. (The Comprehensive unified list of descriptors for the genus *Triticum* L., 1989), Определитель пшеницы (Методические указания) (Dorofeev et. al., 1980).

За период изучения была проведена полевая оценка комплекса показателей в течение периода от колошения до созревания и анализ колосового материала в лаборатории. В комплекс показателей входили морфологические характеристики (растение, лист, колос, зерно), биологические свойства (продолжительность вегетационного периода и составляющих его межфазных периодов, устойчивость к полеганию), устойчивость к болезням, агрономические характеристики (продуктивная кустистость, число колосков в колосе, число зерен в колоске, масса 1000 зерен, урожай зерна с делянки). В качестве стандартов (check) были взяты три сорта твердой пшеницы местной селекции – ‘Cham 1’, ‘Omrahi 3’ и ‘Naurani’. Кроме этого, в период созревания была проведена проверка разновидности каждого из изучаемых образцов в соответствии с внутривидовой систематикой вида *T. durum*, принятой в отделе пшениц ВИР (Dorofeev et al., 1979).

На основе полученных результатов исследований была создана компьютерная база данных с информацией по 44 полям. В дальнейшем при анализе результатов мы будем использовать аббревиатуру описательных и оценочных дескрипторов (табл. 3).

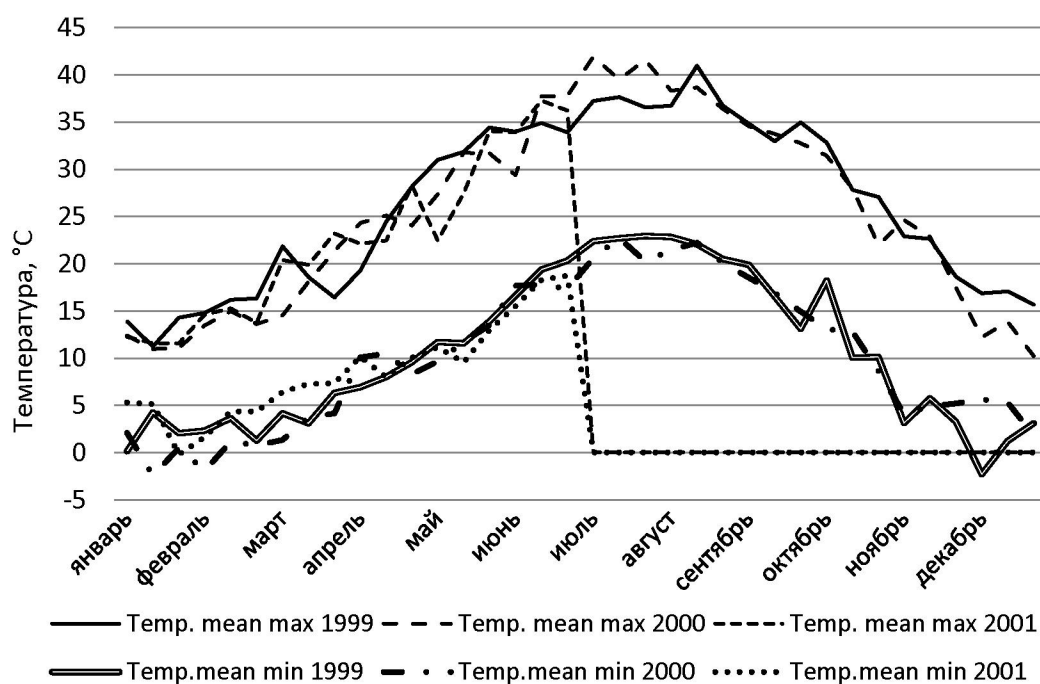


Рис. 1. График распределения среднемесячных температур в годы проведения эксперимента (Сирия, Тель Хадия, 1999–2001 гг.)

Fig. 1. The graph of mean monthly temperatures during the study (Tel Hadya, Syria, 1999–2001)

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных исследований позволили дать сравнительную характеристику местных сортов твердой пшеницы из различных стран Средиземноморья по морфологическим и хозяйственно полезным признакам

и выделить лучшие и рекомендовать их в дальнейшем для генотипирования с использованием методов, основанных на применении молекулярных маркеров.

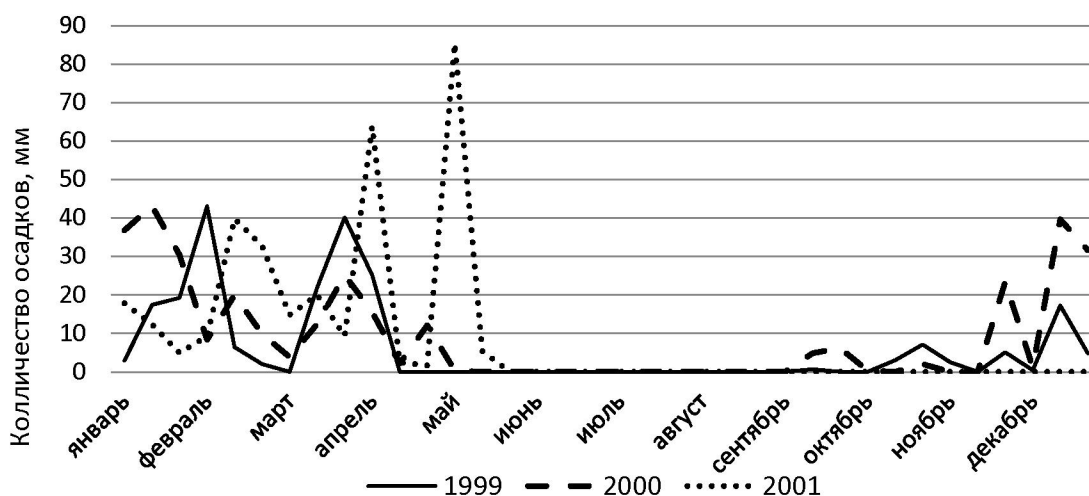


Рис. 2. График распределения осадков в годы проведения эксперимента (Сирия, Тель Хадия, 1999–2001)

Fig. 2. The graphs of precipitation distribution during the study (Tel Hadya, Syria, 1999–2001)

Морфологические признаки

Была проведена оценка морфологических признаков растения – форма куста, восковой налет на растении, число листьев на главном стебле, положение флагового листа, длина листовой пластинки флагового и 2-го сверху листа.

Форма куста большинства сортов прямостоячая, что является нечастым показателем для местных сортов. Слегка развалистую форму имели 5 сортов Греции, 8 – Италии, 2 – Португалии и по одному сорту Алжира и Израиля.

Восковой налет усиливает защитные свойства эпидермы, снижает транспирацию, частично отражает солнечные лучи, что важно при избыточной инсоляции, и тем самым способствует повышению засухоустойчивости. В той или иной степени, восковой налет выражен у большинства изученных местных сортов. Слабый восковой налет отмечен у всех местных сортов из Египта и Иордании, большей части сортов Израиля, единично у сортов Сирии, Туниса и Греции. Отсутствие воскового налета обнаружено у 13 сортов из Египта (к-8624, к-8629, к-8633, к-21196), Израиля (к-к-13321, к-15809, к-15811, к-17348), Иордании (к-17422, к-17424), Сирии (к-17108, к-17201) и Туниса (к-16480).

Листья сидячие, различные по своей длине, ширине и отношению между ними. Листовая пластинка линейно-ланцетной формы. Величина ассимилирующей поверхности растения и продолжительность периода ее функционирования влияют на интенсивность фотосинтеза, а флаговый лист обладает самой высокой фотосинтетической активностью (Kumakov, 1985; Kornilov, 1969). Это, в свою очередь, оказывает влияние на продукционный процесс. Средиземноморские твердые пшеницы отличаются крупными, т.е. длинными и широкими листьями. Все сорта имели широкую листовую пластинку (2,5–3,0 см, балл 7,9). Среднее число листьев на главном стебле у образцов разного происхождения колебалось от 3,2 до 5,2 шт. При этом наибольшее число листьев на главном стебле было у сортов Турции. Средняя длина листовой пластинки флагового листа была в пределах от 12 до 25 см. Длинный флаговый лист имели сорта из Алжира,

Египта и Марокко. Можно выделить сорта с наиболее крупными листьями и высокой облиственностью из Алжира – ‘Adjini velu’ (к-16285), ‘Adjini lisse’ (к-16286), ‘Azizi 28’ (к-16302), ‘Намра’ (к-16289), ‘Rieti’ (к-16311); Египта – ‘Beladi Massari’ (к-17285), Италии – к-18569, ‘Calbigia’ (к-19935), к-19959, ‘Saragolla’ (к-18540), ‘Trigu Canu’ (к-20100); Марокко – ‘BDM 018’ (к-16399), ‘Maizza’ (к-16413); Туниса – ‘Mekki 13’ (к-16508) и Турции – к-14405, к-14406, к-14409, к-14413, к-14414, к-14419, к-14426, ‘Секиль-бугдай’ (к-16606), ‘Шам - бугдай’ (к-20882), ‘Торчи’ (к-21072), ‘Ходжа-бугдай’ (к-21112), ‘Киприс- бугдай’ (к-21119). Есть сорта с короткой, но также широкой листовой пластинкой из Греции (к-21716), Иордании (к-17386), Израиля (к-15793, 17355), Сирии (к-17128, 17146) и Турции (к-14429).

Таблица 3. Описательные и оценочные дескрипторы для базы данных
Table 3. The list of characterization and evaluation descriptors used in databases

Название поля	Дескриптор / Descriptor	Описание / Description
Морфологические признаки / Morphological characters		
GHA	Growth habit	Форма куста
PHT	Plant height	Высота растения
WAX	Waxiness of plant	Восковой налет на растении
SLE	Spike length	Длина колоса
SDE	Spike density	Плотность колоса
GCO	Glume color	Окраска колосковой чешуи
GPB	Glume pubescence	Опушение колосковой чешуи
AWN	Awedness	Остистость
KSH	Kernel shape	Форма зерновки
KCO	Kernel color	Окраска зерновки
NLMS	Number of leaves-main stem	Число листьев на главном стебле
STS	Stem solidness	Выполненность соломины
LFA	Leaf-flag attitude	Флаговый лист – положение
LFL	Leaf-flag length	Листовая пластинка флагового листа – длина
L2L	Leaf-2 length	Листовая пластинка (2-я сверху) – длина
Биологические свойства / Biological properties		
THE	Days to heading	Количество дней до колошения
TMY	Days to maturity	Количество дней до созревания
GFP	Grain-filling period	Продолжительность вегетационного периода
LOR	Lodging resistance	Устойчивость к полеганию
Полевая устойчивость к болезням / Resistance to diseases		
YRR	Resistance to Yellow Rust	Устойчивость к желтой ржавчине
LRR	Resistance to Leaf Rust	Устойчивость к бурой ржавчине
SNR	Resistance to Septoria Nodorum	Устойчивость к септориозу колоса
Хозяйственная характеристика / Agronomic characters		
TLC	Productive tillering capacity	Кустистость продуктивная
SGS	Spikelets per spike	Число колосков в колосе
KPS	Kernels per spike	Число зерен в колосе
KMPS	Kernels mass per spike	Масса зерна с колоса
TKM	1000-kernel mass	Масса 1000 зерен
GRY	Grain yield per plot	Масса зерна с делянки
AS	Agronomic score	Агрономическая оценка

Оценка морфологических признаков колоса, остей, колосковой чешуи и зерновки была проведена для идентификации разновидности сорта. В соответствии с системой рода *Triticum*, разработанной в отделе пшениц ВИР (Dorofeev at al., 1979), твердая пшеница считается самостоятельным видом – *T. durum* Desf. Внутри вида рассматривают 2 подвида: subsp. *durum* и subsp.

horanicum Vav. Подвид собственно твердых пшениц (subsp. *durum*) имеет 6 групп разновидностей (convar.): *durum*, *durocompactum* Flaksb., *aglossicon* Dorof. et A. Filat., *villosum* (Jakubz.) Dorof. et A. Filat., *falcatum* (Jakubz.) Dorof. et A. Filat., *caucasicum* (Dorof.) Dorof. В свою очередь, в составе convar. *durum* выделено 3 подгруппы разновидностей – subconvar. *durum*, *muticum* (Orlov) Dorof. et A. Filat. и *duroramosum* Dorof. Всего описаны 121 разновидность и 29 форм.

Среди средиземноморских местных твердых пшениц встречаются разновидности обоих подвидов и 3-х групп: convar. *durum*, *durocompactum* и *falcatum*. Наибольшее разнообразие наблюдалось среди образцов из Туниса, Марокко, Иордании и Испании. Так, местные пшеницы Туниса большей частью безостые и плотноколосые. Среди пшениц из Марокко чаще встречаются опушенные плотноколосые либо длинноколосые с фалькатным (серповидным) зерном и черными остями. Испанские местные пшеницы в основном имеют неопушенный колос с черными остями и белым зерном. Пшеницы из Иордании, Сирии и Палестины представлены разнообразием хоранского подвида – низкорослые, с коротким и очень плотным колосом и расходящимися укороченными остями, округлым зерном. В большинстве местные средиземноморские пшеницы имеют опушенный колос с черными остями и красным зерном. Проведение идентификации выявило новые разновидности и формы. С их описанием можно ознакомиться в нашей статье (Lyapunova, 2017).

Агробиологические характеристики

Вегетационный период. Проблема скороспелости сортов является одной из важных, поскольку в большинстве регионов возделывание позднеспелых, потенциально более урожайных сортов ограничивается климатическими и агрономическими факторами. Определяя скороспелость по сроку колошения, исследователи считают, что он лучше, чем срок созревания, характеризует сорта по склонности к той или иной продолжительности вегетационного периода. При выделении источников для селекции на скороспелость мы также ориентировались на количественную характеристику продолжительности межфазного периода всходы-колошение. Коэффициент корреляции между числом дней до колошения и числом дней до созревания имел высокое положительное значение ($r = +0,915$). Результаты оценки данного периода у включенных в эксперимент местных сортов твердой пшеницы позволяют дать сравнительную характеристику фенотипической изменчивости признака и выделить источники для использования в селекции на скороспелость. Дополнительной информацией являются данные оценки продолжительности периодов колошение-созревание и всходы-созревание.

Для характеристики изучаемых образцов по этим признакам нами был использовано ранжирование, когда абсолютные величины (число дней) переводятся в относительные (ранги), что позволяет сравнивать образцы, выращенные в различающихся условиях, отражая как реакцию каждого образца, так и общую изменчивость выраженности признака. Использование ранжирования связано с разными сроками посева образцов твердой пшеницы в 2000 г. и несколькими годами исследования. Так образцы, включенные в первый посев (блок I), были посеяны на 15 дней раньше, чем образцы, включенные во второй (блок II). При таких условиях сравнение абсолютных величин приводит к ошибочным выводам. Ранжирование проводили следующим образом: определяли размах варьирования анализируемого показателя у изучаемых образцов в каждом из блоков и делили его на ранги из расчета – один ранг равняется 5 дням. Минимальное значение признака имело ранг 1 (табл. 4).

Таблица 4. Ранжирование продолжительности периода всходы-колошение
Table 4. Ranking by the number of days from shoots to heading

Годы изучения	Объект	Число образцов	Ранг/дни							Размах варьирования
			1	2	3	4	5	6	7	
2000-I	T. durum	45	123–127	128–132	133–137	138–142	143–147	148–149	–	30
	Стандарты	3	124,4							
2000-II	T. durum	186	107–111	112–116	117–121	122–126	127–131	132–136	137–141	43
	Стандарты	3	111,4							
2001	T. durum	82	128–132	133–137	138–142	143–147	148–152	153–157	158–159	32
	Стандарты	3	131,0							

Примечание: здесь и далее – стандарты ‘Cham 1’, ‘Omrabi 3’ и ‘Naurani’

Таблица 5. Сравнительная характеристика продолжительности вегетационного периода у местных сортов твердой пшеницы различного происхождения (Сирия, Тель Хадия)

Table 5. Growing season of durum wheat landraces sorted by countries of their origin (Tel Hadya, Syria)

Страны-оригинаторы		Период всходы-колошение				Период всходы-созревание				Период колошение-созревание		
Название	ISO	ранг	дни			ранг	дни			дни		
		сред-ний	сред-ний	min	max	сред-ний	сред-ний	min	max	сред-ний	min	max
2000 г. (блок I)												
Иордания	JOR	1,4	128,6	127	136	2,2	166,4	165	170	37,8	34	41
Израиль	ISR	2,1	130,7	123	140	2,1	166,5	161	172	35,8	31	42
Греция	GRC	3,8	139,2	134	141	4,0	175,4	172	177	36,2	35	38
Стандарты	SYR	1,2	124,4	123	135	1,6	164,1	160	172	40,7	37	45
2000 г. (блок II)												
Сирия	SYR	2,8	118,2	107	129	2,8	151,3	141	161	33,1	28	39
Кипр	CYP	2,9	118,6	114	124	2,3	149,9	145	157	31,3	28	35
Египет	EGY	3,1	120,1	111	129	2,9	152,3	145	157	32,2	27	35
Тунис	TUN	3,4	121,4	118	128	3,0	152,7	147	158	31,3	25	36
Алжир	DZA	3,6	122,3	119	128	3,4	154,9	151	180	32,5	28	53
Марокко	MAR	3,9	123,5	121	128	3,1	154,4	152	158	30,9	27	34
Испания	ESP	4,3	126,3	120	131	4,5	164,4	151	180	38,3	28	52
Италия	ITA	4,8	127,7	118	132	4,6	159,7	148	163	32,0	29	36
Турция	TUR	4,8	127,9	120	132	4,1	159,6	152	163	31,2	28	35
Стандарты	SYR	1,3	111,4	107	114	1,7	147,1	145	151	36,7	32	41
2001 г.												
Ливан	LBN	3,2	141,2	133	147	3,2	183,2	178	189	40,0	35	45
Греция	GRC	3,5	143,0	135	159	3,3	183,8	180	192	40,8	33	45
Испания	ESP	4,5	147,4	141	158	3,9	186,4	181	193	38,8	35	43
Португалия	PRT	4,6	148,8	131	159	4,1	187,7	180	195	38,9	31	49
Италия	ITA	4,9	149,5	144	159	4,4	187,8	184	193	38,2	33	42
Мальта	MLT	4,0	141,5	135	148	3,5	185,0	184	186	43,5	38	49
Сан-Марино	SMR	5,0	149,0	148	151	5,0	189,7	189	191	40,6	40	41
Сев. Африка	-	4,0	143,6	135	153	3,6	185,6	180	192	42,0	39	45
Стандарты	SYR	1,8	131,0	128	135	1,4	176,7	175	181	45,7	41	50

Полученные результаты позволяют дать сравнительную оценку изменчивости этого признака у местных сортов твердой пшеницы различного происхождения. Минимальное значение (ранг 2,1–2,2) у образцов из Израиля и Иордании было значительно ниже, чем у образцов других стран. Сорта из Италии, Португалии и Испании имели максимальное значение признака (табл. 5). Наиболее скороспелыми (ранг 1) были сорта из Египта (к-8634), Кипра (к-17872), Сирии (к-17095, к-17122, к-17190, к-17201), Израиля (к-15786, к-15788, к-15789, к-15793, к-15796, к-15809, к-15811, к-15819, к-17329, к-17331) и Иордании (к-17386, к-17390, к-17393, к-17397, к-17400, к-17419, к-17422, к-17424).

Высота растений и устойчивость к полеганию. Сравнивая высоту растений сортов различных стран, можно видеть, что в более засушливом сезоне 2000 г. сорта из Сирии и Египта были ниже, чем сорта из других стран, но выше современных селекционных сортов, взятых в качестве стандарта.

Таблица 6. Сравнительная характеристика высоты растений и устойчивости к полеганию у местных сортов твердой пшеницы различного происхождения (Сирия, Тель Хадия)

Table 6. Plant height of durum wheat landraces and their resistance to lodging sorted by countries of their origin (Tel Hadya, Syria)

Страны оригинаторы		Высота растений (см)			Устойчивость к полеганию (балл)*		
Название	ISO	средний	min	max	средний	min	max
2000 г.							
Сирия	SYR	99,1	67,5	115,0	1,4	1	2
Египет	EGY	104,7	87,5	125,0	1,2	1	2
Греция	GRC	104,0	97,5	110,0	1,2	1	2
Иордания	JOR	107,0	100,0	112,5	1,8	1	2
Израиль	PAL	107,8	95,0	122,5	1,6	1	3
Кипр	CYP	106,8	92,5	120,0	1,2	1	2
Алжир	DZA	110,9	95,0	127,5	1,2	1	2
Италия	ITA	111,3	90,0	122,5	1,1	1	2
Тунис	TUN	111,3	95,0	125,0	1,0	1	1
Испания	ESP	112,5	97,5	120,0	1,0	1	1
Марокко	MAR	113,0	107,5	120,0	1,0	1	1
Турция	TUR	110,6	90,0	132,5	1,0	1	1
Стандарты	SYR	74,3	70,0	80,0	1,0	1	1
2001 г.							
Испания	ESP	114,9	100,5	137,5	2,3	2	3
Португалия	PRT	117,2	107,5	131,5	2,4	2	3
Ливан	LBN	118,7	108,5	128,0	3,0	3	3
Италия	ITA	123,2	108,0	137,5	2,2	1	3
Греция	GRC	127,6	116,	140,0	2,7	2	3
Мальта	MLT	114,3	113,0	115,5	2,5	2	3
Сан-Марино	SMR	125,5	116,5	132,5	2,0	2	2
Сев.Африка	-	116,6	96,5	130,5	2,4	1	3
Стандарты	SYR	87,3	82,5	92,5	1,2	1	2

Примечание: балл 1 – очень высокая, 2 – средняя, 3 – очень низкая

Следует отметить, что большая часть сортов, включая и высокорослые сорта из Туниса и Алжира, были устойчивы к полеганию. Обильное выпадение осадков

весной 2001 г., естественно, повлияло на высоту растений. В среднем, сорта из всех стран были выше, а устойчивость к полеганию – ниже (табл. 6).

Староместные сорта твердой пшеницы были оценены на устойчивость к желтой ржавчине в полевых условиях на фоне естественных рас желтой ржавчины северной Сирии в 2000 г.

Таблица 7. Распределение реакции на желтую ржавчину у староместных сортов твердой пшеницы (Сирия, Тель Хадия, 2000 г.)

Table 7. Distribution of the response to yellow rust among durum wheat landraces (Tel Hadya, Syria, 2000)

Шкала			Образцы	
Тип реакции	Категория	Средний коэффициент инфекции	число	%
Нет видимой инфекции на растении	O	0,0	12	5,2
Устойчивый	R	0,2	41	17,7
Умеренно устойчивый	MR	0,4	103	44,6
Промежуточный	M	0,6	56	24,3
Умеренно восприимчивый	MS	0,8	16	6,9
Восприимчивый	S	1,0	3	1,3
		Всего:	231	100

Таблица 8. Распределение коэффициента инфекции желтой ржавчины у староместных сортов твердой пшеницы по странам (Сирия, Тель Хадия, 2000 г.)

Table 8. Distribution of the response to yellow rust among durum wheat landraces sorted by countries of their origin (Tel Hadya, Syria, 2000)

Страны-оригинаторы		Число образцов	YRR-CI		
Название	ISO		среднее	min	max
Испания	ESP	10	0,07	0,0	0,4
Греция	GRC	5	0,20	0,2	0,2
Сирия	SYR	20	0,32	0,0	0,6
Турция	TUR	50	0,36	0,2	0,6
Алжир	DZA	35	0,41	0,0	0,6
Иордания	JOR	10	0,40	0,2	0,6
Тунис	TUN	21	0,48	0,2	0,8
Израиль	PAL	30	0,40	0,2	0,6
Кипр	CYP	10	0,54	0,4	0,6
Италия	ITA	20	0,56	0,0	0,8
Египет	EGY	9	0,80	0,4	1,0
Марокко	MAR	11	0,70	0,4	1,0
Стандарты	SYR	20	0,40	0,2	0,6

Результаты оценки позволили показать распределение реакции на болезнь среди изучаемых образцов и сравнить реакцию образцов различного происхождения (табл. 7, рис. 3). Можно отметить, что сорта из Испании и Греции более устойчивы, чем сорта других стран. В наибольшей степени поражаются сорта из Марокко и Египта (табл. 8). Отсутствие симптомов поражения

наблюдалось у сортов из Алжира (к-16285), Испании (к-20516, 20572, 20603, 20648), Италии (к-18507) и Сирии (к-17102, 17120, 17126, 17191).

Поражение твердой пшеницы *бурой ржавчиной и септориозом колоса* не столь характерно для условий проведения полевого опыта, как поражение желтой ржавчиной. Однако кратковременное, но обильное выпадение осадков в середине мая 2001 г. способствовало проявлению этих болезней и позволило провести оценку на устойчивость к ним. Сорта были умеренно устойчивы к бурой листовой ржавчине или имели промежуточную реакцию, а к септориозу колоса – устойчивы или умеренно устойчивы (табл. 9, см. рис. 3). Сравнивая устойчивость образцов различного происхождения, можно отметить, что более устойчивы к бурой ржавчине были сорта из Ливана, а к септориозу колоса сорта из Италии, Мальты и Сан-Марино (табл. 10). Иммунными к бурой ржавчине были сорта из Северной Африки (к-10928) и Португалии (к-20716, к-29414), к септориозу колоса – из Италии (к-20123, к-20129) и Португалии (к-20703).

Таблица 9. Распределение реакции на бурую ржавчину и септориоз у староместных сортов твердой пшеницы (Сирия, Тель Хадия, 2001 г.)
Table 9. Distribution of the response to leaf rust and *Septoria nodorum* among durum wheat landraces (Tel Hadya, Syria, 2001)

Шкала			Бурая ржавчина		Септориоз колоса	
			Образцы			
Тип реакции	Категория	Средний коэффициент инфекции	число	%	число	%
Нет видимой инфекции на растении	O	0,0	3	3,7	4	4,9
Устойчивый	R	0,2	14	17,1	30	36,6
Умеренно устойчивый	MR	0,4	32	39,0	28	34,1
Промежуточный	M	0,6	32	39,0	16	19,5
Умеренно восприимчивый	MS	0,8	1	1,2	4	4,9
Восприимчивый	S	1,0	0	0	0	0
Всего			82	100	82	100

Для сравнения средиземноморских местных сортов по такому хозяйственно важному признаку, как *продуктивность*, была проведена оценка элементов, его определяющих: длина колоса (SLE), число колосков в колосе (SGS), число зерен в колосе (KPS), масса 1000 зерен (TKW), урожай зерна с делянки (GRY) (табл. 11). При сравнении показателей продуктивности следует учитывать различия в условиях двух сезонов эксперимента. Данные оценки в первом сезоне могут говорить о потенциальной засухоустойчивости сортов с высокими показателями элементов продуктивности. Обильное выпадение осадков весной второго сезона показывает потенциальные возможности местных сортов в более благоприятных условиях выращивания. В результате анализа полученных данных были выделены источники высоких показателей данных признаков.

В первом сезоне наиболее *длинный колос* имели сорта из Италии и Греции, длина колоса сортов других стран была средней, но все они были длиннее стандарта, но более рыхлые. Самый длинный колос (15 см) у итальянского сорта 'Calbigia' (к-19935). Во втором сезоне наибольшая длина колоса была у сортов из Португалии, Италии, Греции и Мальты. Самый длинный колос (16 см) имел сорт к-20707 (Португалия). Интерес представляют сорта со средней длиной (6–7 см)

и высокой плотностью (D 40-43) колоса: к-17327 (Израиль), к-17786, к-17807, к-17872 (Кипр), к-16415, к-34834 (Марокко), к-43793 (Сан-Марино), к-10927 (Сев. Африка), к-17190 (Сирия), к-16508, к-16509 (Тунис).

Наибольшее число колосков было у сортов из Испании (к-20518, к-20528, 20610), Италии (к-18507), Сардинии (к-20113, к-20122, к-20137, к-20173), Португалии (к-20688, к-20690, к-20707, к-20716), Северной Африки (к-10937), Турции (к-14396).

Таблица 10. Распределение коэффициента инфекции бурой ржавчины и септориоза у староместных сортов твердой пшеницы по странам (Сирия, Тель Хадия, 2001 г.)

Table 10. Distribution of the response to leaf rust and *Septoria nodorum* among durum wheat landraces sorted by countries of their origin (Tel Hadya, Syria, 2001)

Страны-оригинаторы		Число образцов	Бурая ржавчина			Септориоз		
Название	ISO		Средний коэффициент инфекции			Средний коэффициент инфекции		
			среднее	min	max	среднее	min	max
Греция	GRC	8	0,55	0,4	0,6	0,35	0,2	0,6
Италия	ITA	25	0,42	0,0	0,6	0,30	0,2	0,6
Испания	ESP	13	0,46	0,2	0,8	0,43	0,2	0,8
Ливан	LBN	5	0,20	0,2	0,2	0,64	0,4	0,8
Мальта	MLT	2	0,60	0,6	0,6	0,30	0,2	0,4
Португалия	PRT	14	0,43	0,0	0,6	0,37	0,0	0,6
Сан-Марино	SMR	3	0,47	0,2	0,6	0,20	0,2	0,2
Северная Африка	-	12	0,43	0,2	0,6	0,37	0,0	0,6
Стандарты	SYR	29	0,23	0,0	0,6	0,20	0,0	0,4

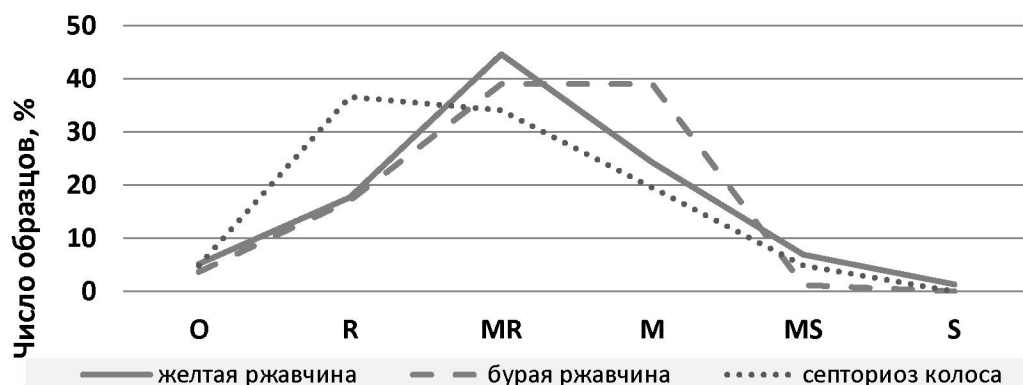


Рис. 3. Распределение реакции на желтую, бурую листовые ржавчины и септориоз колоса для староместных сортов твердой пшеницы (Сирия, Тель Хадия, 2001 г.)

Fig. 3. Distribution of the response to yellow and leaf rust and *Septoria nodorum* among durum wheat landraces (Tel Hadya, Syria, 2001)

В условиях засухи сорта ни одной из стран не превысили стандарт по числу зерен в колосе, только отдельные сорта из Турции (к-14424) и Иордании (к-17397) можно выделить по этому признаку. Увеличение осадков положительно отразилось на сортах из Испании, Италии (Сардинии) и Сан-Марино (см. табл. 11). Значительно превысили стандарт по числу зерен в колосе сорта к-17763 (Греция), к-20508, 20509, 20518 (Испания), к-20122, 20129, 20133, 20134, 20137, 20143, 20144, 20149, 20170 (Сардиния), к-23026 (Мальта), к-20688 (Португалия), к-43793 (Сан-Марино).

Таблица 11. Компоненты продуктивности местных сортов твердой пшеницы Средиземноморья (Сирия, Тель Хадия)
Table 11. Components of productivity of the Mediterranean durum landraces (Syria, Tel Hadya)

Страна оригинатор		Длина колоса (см) (SLE)			Число колосков в колосе (SGS)			Число зерен в колосе (KPS)			Масса 1000 зерен (г) (TKW)			Масса зерна с делянки (г) (GRY)		
Название	код	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max
2000 г.																
Алжир	DZA	8,4	6	10	22,2	19	26	38,0	18	49	41,1	31,6	50,8	219,5	121	410
Греция	GRC	9,6	8	11	23,8	20	26	48,0	41	55	41,5	20,0	50,3	285,6	135	324
Египет	EGY	7,7	6	9	21,8	20	23	40,9	32	46	37,5	24,2	48,3	274,3	174	379
Израиль	PAL	8,9	6	11	22,5	17	26	41,1	29	51	42,7	32,2	54,4	379,9	116	518
Иордания	JOR	8,6	8	10	22,6	21	25	45,0	37	62	45,0	36,1	49,5	472,1	339	590
Испания	ESP	8,0	6	9	22,3	20	25	33,2	24	43	42,0	35,2	48,2	171,7	147	190
Италия	ITA	9,4	7	15	23,6	16	27	38,1	21	55	42,7	24,7	52,2	299,0	117	372
Кипр	CYP	7,5	6	10	21,7	19	24	44,0	43	57	38,5	33,8	46,3	237,8	147	305
Марокко	MAR	7,5	6	10	22,7	21	25	41,9	28	54	43,2	30,4	51,2	191,3	115	297
Сирия	SYR	8,2	6	10	21,8	18	26	39,8	28	49	43,4	37,2	52,4	314,7	150	447
Тунис	TUN	7,9	5	10	21,9	19	25	41,7	30	57	42,0	37,4	47,4	264,8	127	378
Турция	TUR	8,7	5	10	23,1	14	27	36,8	11	67	41,0	30,9	50,2	168,4	125	286
Check Omrabi 3	SYR	7,3	7	8	20,6	19	22	56,4	52	66	45,2	42,4	51,0	497,1	387	634
2001 г.																
Греция	GRC	10,4	9	11	23,6	22	27	52,8	43	71	48,3	43,3	57,0	503,8	452	564
Испания	ESP	9,4	8	12	24,8	22	30	57,5	42	78	48,5	40,3	53,8	260,7	184	382
Италия, Сардиния	ITA	10,7	7	14	26,4	23	31	58,7	33	77	48,6	38,2	56,8	279,8	120	499
Ливан	LBN	8,7	7	10	24,0	22	26	47,9	34	55	46,4	45,8	48,4	432,4	327	492
Мальта	MLT	10,0	8	12	25,7	24	29	50,0	35	76	46,7	45,6	47,7	276,0	192	360
Португалия	PRT	11,1	9	16	24,4	18	31	51,9	27	69	44,2	31,5	49,1	284,8	118	521
Сан-Марино	SMR	8,0	7	11	26,8	23	28	61,7	32	82	51,9	47,2	55,1	252,3	151	306
Сев. Африка	-	8,8	6	14	22,9	17	30	49,1	21	67	55,2	46,0	61,6	351,5	216	542
Check Omrabi 3	SYR	7,1	7	8	20,5	18	22	55,7	42	67	47,5	43,3	50,0	603,7	453	688

Масса 1000 зерен – важный показатель качества зерна – положительно коррелирует с крупностью зерна, его стекловидностью, плотностью, содержанием эндосперма. В первом сезоне только сорта Иордании были на уровне стандарта по этому показателю. Превышали стандарт (52-54 г) сорта к-15769, к-15789 (Израиль), к-18510 (Италия), к-17123 (Сирия). Во втором сезоне у большей части сортов этот показатель увеличился. Превысили стандарт сорта Греции, Испании, Италии (Сардинии), Сан-Марино и Северной Африки (см. таб. 11.). Высокая масса 1000 зерен (55-62 г) была у сортов к-17763 (Греция), к-20610 (Испания), к-20145 (Сардиния), к-43794 (Сан-Марино) и к-10933 (Сев. Африка).

Масса зерна с делянки ни у одного из местных сортов в обоих сезонах эксперимента не превысила стандартный сорт ‘Omgarbi 3’. На наш взгляд, это закономерно, поскольку говорить о высокой продуктивности староместных сортов не приходится. Как мы уже отметили, они обладают высокими показателями отдельных элементов продуктивности, чем и интересны. Можно сделать сравнение между сортами разных стран и выделить наиболее продуктивные из них. В первом сезоне наиболее продуктивными, более устойчивыми к высоким температурам и низкой почвенной влаге были местные сорта из Иордании, Израиля и Сирии (см. табл. 11). Отдельные сорта имели достаточно неплохие показатели массы зерна с делянки: к-17386, к-17389, к-17393, к-17397, к-17400, к-17419 (Иордания), к-15777, к-15788, к-15789, к-15796, к-15819, к-17331 (Израиль) и сорт ‘Naran Sheke Miskin’ (к-17122, Сирия). Во втором сезоне с несколько большим запасом почвенной влаги наиболее продуктивными были местные сорта из Греции и Ливана (см. табл. 11). Здесь можно выделить следующие сорта: к-39562, к-39565 (Греция, Крит), к-10935 (Сев. Африка), к-20509 (Испания), к-20090, к-20123, к-20129 (Италия, Сардиния), к-17089, к-17092 (Ливан), ‘Lobeiro’ (к-20703) и ‘Amarelo de Barba Preta’ (к-29414) из Португалии.

Заключение

Анализ результатов сравнительного изучения староместных сортов твердой пшеницы Средиземноморья показывает их большое разнообразие по морфологическим признакам и несомненную ценность отдельных сортов, выделенных по тем или иным важным хозяйственным признакам. Практически все страны имеют староместные сорта с какими-либо ценными признаками. Особенно можно выделить сорта Сардинии, которые очень разнообразны по окраске колоса, остей и зерновок, наличию или отсутствию опушения, и при этом большинство из них обладает целым рядом ценных хозяйственных признаков. Большой потенциал у местных сортов из Греции, Израиля, Иордании, Испании, Италии (Сицилии), Сан-Марино, Сирии, Турции и Северной Африки. Естественно, что за прошедшее время сорта большинства стран активно использовались в селекции. Родословные многих современных сортов включают староместные сорта своих стран. В настоящее время особое беспокойство вызывает «обеднение» разнообразия современных сортов. Этот процесс имеет место в большинстве стран и волнует многих исследователей. Например, в Италии в «Cereal Research Centre – CRA-CER» активно проводят изучение своих староместных сортов (Laido G. et al., 2013). Цель исследований – характеристика образцов итальянских коллекций зерновых для создания новых сортов для культивирования в Средиземноморье. В частности, проводят исследования генетической эрозии различных сортов пшеницы, в особенности сортов *T. durum*, чтобы выработать возможные стратегии защиты генетической изменчивости, следуя традиционным подходам и/или используя инновационные методы, основанные на применении молекулярных маркеров. Этот пример очень наглядно показывает новые направления изучения и использования староместных сортов в своих регионах.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2018-0013 «Развитие теоретических основ ботаники, филогении, систематики, генетики, физиологии, биохимии культурных растений и разработка традиционных и современных молекулярных методов оценки растительных ресурсов по признакам качества, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам и другим хозяйственно важным признакам», номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР АААА-А16-116040710370-0.

Автор выражает благодарность за помощь в полевых работах сотрудникам отдела генетических ресурсов ICARDA (Сирия, Алеппо).

References/Литература

- Arora R. K. The Indian gene centre – Priorities and prospects for collection // In Plant genetic resources: Indian perspective, NBPGR, New Delhi, 1988, pp. 66–75.
- Belaid A. Durum wheat in WANA: Production, trade, and gains from technological change // Seminar “Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges”. Options Mediterraneennes. Zaragoza, Spain, 2000, Series A, no. 40. pp. 35–49.
- Cillis Ugo De. I Frumenti Siciliani. Catania, Tip. Zuccarello & Izzi, 1942. 350 p.
- Damania A. B., Valkoun J., Humeid B. O., Pecetti L., Srivastava J. P., Porceddu E. Durum Wheat Germplasm Catalog. Syria, ICARDA, GRU, 1997, 488 p.
- Dorofeev V. F., Filatenko A. A., Migushova E. F. Identifier of Wheat (Methodical instructions). Leningrad : VIR, 1980, 105 p. [in Russian] (Дорофеев В. Ф., Филатенко А. А., Мигушова Э. Ф. Определитель пшеницы (Методические указания). Л. : ВИР, 1980, 105 с.)
- Dorofeev V. F., Filatenko A. A., Migushova E. F., Udaczin R. A., Jakubziner M. M. Cultivated flora of the USSR. Wheat. Leningrad : Kolos, 1979, V. 1, 436 p. [in Russian] (Дорофеев В. Ф., Филатенко А. А., Мигушова Э. Ф., Удачин Р. А., Якубзинер М. М. Культурная флора СССР. Пшеница. Л. : Колос. 1979, Т. 1, 436 с.)
- Kornilov A. A. Biological basis for high yields of cereals. Moscow : Kolos, 1969, 240 p. [in Russian] (Корнилов А. А. Биологические основы высоких урожаев зерновых культур. М. : Колос, 1969, 240 с.)
- Kumakov V. A. Physiological substantiation of wheat varieties models. Moscow : Kolos, 1985, 270 p. [in Russian] (Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М. : Колос, 1985, 270 с.)
- Laido G., Mangini G., Taranto F., Gadaleta A., Blanco A., Cattivelli L., Marone D., Mastrangelo A. M., Papa R., De Vita P. Genetic diversity and population structure of tetraploid wheats (*Triticum turgidum* L.) estimated by SSR, DArT and pedigree data. PLoS One. 2013; 8(6):e67280. DOI: 10.1371/journal.pone.0067280.
- Liapounova O. Collection of durum wheat global genetic resources at VIR. // Seminar “Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges”. Options Mediterraneennes. Zaragoza, Spain, 2000, Series A, no. 40. pp. 153–156.
- Lyapunova O. A. Intraspecific Classification of Durum Wheat: New Botanical Varieties and Forms // Rus. J. Genet. : Appl. Res., 2017, vol. 7, no. 7, pp. 757–762. DOI: 10.1134/S2079059717070048
- Replenishment, preservation in a living form and study of the world collection of wheat, aegilops and triticale (Methodical instructions). St. Petersburg : VIR, 1999, 82 p. [in Russian] (Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале (Методические указания). СПб. : ВИР, 1999, 82 с.)
- Rust scoring guide. Mexico. CIMMYT. 1986. 11 p.
- Schreiber L. Wheat from the Mediterranean islands // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Series V, no. 2. Cereals. 1934. 312 p. [in Russian] (Шрейбер Л. Пшеницы средиземноморских островов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Серия V, № 2. Зерновые культуры. 1934. 312 с.)
- Srivastava J. P., Damania A. B., Pecetti L. Landraces, primitive forms and wild progenitors of macaroni wheat *Triticum durum*: their use in dryland agriculture // Proc. 7th Int. Wheat Genet. Symp. Oxford University Press: Oxford, England, 1988, pp. 153–158.
- The Comprehensive unified list of descriptors for the genus *Triticum* L. Leningrad: VIR, 1989, 44 p. [in Russian] (Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Л. : ВИР, 1989. 44 с.)
- The international COMECON list of descriptors for the genus *Triticum* L. Leningrad : VIR, 1984, 85 p. [in Russian] (Международный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Л. : ВИР, 1984, 85 с.)
- Vavilov N. I. Five continents. Leningrad : Nauka, 1987, p. 125 [in Russian] (Вавилов Н. И. Пять континентов. Л. : Наука, 1987, С. 125).