

УДК 634.1:631.52

UDC 634.1:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2021-6-72-1-17

DOI 10.30679/2219-5335-2021-6-72-1-17

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
РОДА *MALUS* ДЛЯ СОЗДАНИЯ
СОВРЕМЕННЫХ АДАПТИВНЫХ
СОРТОВ ЯБЛОНИ**

**GENETIC RESOURCES
OF THE GENUS *MALUS*
FOR THE CREATION OF MODERN
ADAPTIVE APPLE VARIETIES**

Ульяновская Елена Владимировна
д-р с.-х. наук
зав. лабораторией сортоизучения
и селекции садовых культур
e-mail: uyanovskaya_e@mail.ru

Uyanovskaya Elena Vladimirovna
Dr. Sci. Agr.
Head of Laboratory of Variety study
and Breeding of Garden crops
e-mail: uyanovskaya_e@mail.ru

Беленко Евгения Анатольевна
младший научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур

Belenko Evgeniya Anatolievna
Junior Research Associate
of Laboratory of Variety study
and Breeding of Garden crops

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Исследования проводили согласно общепринятым и разработанным в ФГБНУ СКФНЦСВВ программам и методикам селекции и сортоизучения. Объекты исследований – сорта и формы яблони (*Malus x domestica* Borkh.) разной ploидности и генетического происхождения. Цель исследования – выделить наиболее ценные генотипы рода *Malus* различного происхождения и ploидности для ускоренного создания отечественных адаптивных сортов. Анализ динамики средней урожайности по культуре яблони в целом позволил установить, что в годы наиболее сильного воздействия комплекса абиострессоров на растение яблони отмечено значительное снижение урожайности по культуре. По данным многолетних исследований (2010-2020 гг.) отмечено значительное снижение урожайности в целом по культуре яблони в 2017 и 2020 гг. (11,69 и 12,48 т/га), что вызвано комплексным влиянием ранних морозов

The studies were carried out in accordance with the generally accepted and developed in the FSBSI NCFSCHVW programs and methods of breeding and variety study. The objects of research are apple varieties and forms (*Malus x domestica* Borkh.) of different ploidy and genetic origin. The aim of the study is to identify the most valuable genotypes of the genus *Malus* of various origins and ploidy for the accelerated creation of domestic adaptive varieties. Analysis of the dynamics of the average yield capacity for the apple crop as a whole made it possible to establish that in the years of the strongest effect of the complex of abiostressors on the apple plant, a significant decrease in crop yield was noted. According to the data of long-term studies (2010-2020), a significant decrease in yield in general for the apple crop in 2017 and 2020 was noted (11.69 and 12.48 t/ha), which is caused by the complex influence

(в декабре 2016 г. до $-17,0$ °C) и заморозков (в апреле 2020 г. до $-2,7$ °C) и дальнейшим негативным влиянием как биострессоров (развитием эпифитотий парши, мучнистой росы и других грибных патогенов в период вегетации), так и абиотических стрессовых факторов летне-осеннего периода – сочетание аномально высоких температурных стрессов, неустойчивости режима увлажнения, неравномерного обеспечения влагой растения и часто серьезного и длительного дефицита количества осадков. Согласно полученным данным у сортов с видовыми и сложными межвидовыми родительскими формами, сортов народной и местной селекции, а также у новых сортов региональной селекции, полученных на их основе, отмечался ряд защитных и приспособительных реакций к комплексному воздействию абиотических стрессоров. Выделены наиболее перспективные сорта с повышенной адаптивностью к комплексу абиострессоров региона, устойчивые и иммунные к парше: Веста, Джин, Исток, Экзотика, 12/1-21-46, Орфей, Любимое Дутовой; с повышенным потенциалом продуктивности: Джин, Исток, Экзотика, 12/1-21-46; по признаку крупноплодности: 12/1-21-79, Джин, Исток, Экзотика, 12/1-21-24.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, СОРТ, ЭЛИТНАЯ ФОРМА, УСТОЙЧИВОСТЬ

of early frosts (in December 2016 down to -17.0 °C) and freezings (in April 2020 up to -2.7 °C) and further negative influence as biostressors (the development of epiphytoses of scab, powdery mildew and other fungal pathogens during the growing season), and abiotic stress factors of summer the autumn period - combination of abnormally high temperature stresses, instability of the moisture regime, uneven moisture supply to the plant and often a serious and long-term deficit in precipitation. According to the obtained data, varieties with specific and complex interspecific parental forms, varieties of folk and local breeding, as well as new varieties of regional breeding obtained on their basis, showed a number of protective and adaptive reactions to the complex effects of abiotic and biotic stressors. The most promising varieties with increased adaptability to the complex of abiostressors of the region, resistant and immune to scab, have been identified: Vesta, Jin, Istok, Exotica, 12/1-21-46, Orfey, Lyubimoye Dutovoy; with increased productivity potential: Jin, Istok, Exotic, 12/1-21-46; large-fruited: 12/1-21-79, Jin, Istok, Exotic, 12/1-21-24

Key words: APPLE TREE, VARIETY, ELITE FORM, SUSTAINABILITY

Введение. В настоящее время в селекции важнейших сельскохозяйственных многолетних растений, в том числе яблони, можно выделить метод отдаленной гибридизации как один из наиболее часто применяемых методов создания адаптивных сортов и форм [1, 2]. Метод отдаленной гибридизации, особенно межвидовой, давно и успешно используемый в селекции садовых растений [3, 4], в том числе яблони [1, 5-8], направлен на улучшение создаваемого образца по признакам устойчивости и адаптивности к абиотическим стрессорам среды, тесно связанным с проявлением повышенной и стабильной продуктивности генотипа в стрессовых условиях, а также на улучшение качественного и биохимического состава плодов [9-14].

Широкое применение в селекции важнейших плодовых растений методов индуцированной полиплоидии и отдаленной гибридизации, в том числе их сочетание или последовательное применение, помогает в решении проблемы увеличения разнообразия качественных и количественных признаков получаемого гибридного потомства, а также количества ценных сочетаний и вариаций основных хозяйственных свойств у новых генотипов, увеличивает вероятность создания наиболее перспективных для селекционного и производственного использования [15-17].

Проблема необходимости развития процессов биологизации в отрасли современного садоводства предполагает ускоренное создание и широкое использование устойчивых к грибным заболеваниям сортов яблони как основной плодовой культуры. Создание промышленных насаждений на основе перспективных сортов обеспечивает высокую технолого-экономическую эффективность производства плодовой продукции, позволяет снизить издержки и увеличить рентабельность [2, 18].

Для сокращения сроков получения важнейших результатов по приоритетным направлениям процесса селекции большинство ученых мира привлекают весь имеющийся в их распоряжении генетический потенциал биоразнообразия культуры для создания улучшенных генотипов ведущих плодовых растений, в том числе яблони [19-22]. В то же время ограниченное использование в селекции лишь небольшого количества родительских форм ведет к серьезному уменьшению разнообразия получаемого гибридного потомства, препятствуя ускоренному и успешному решению селекционных задач [23].

Активное использование всего генетического потенциала культуры не теряет своей актуальности с течением времени, напротив, приобретает все большую значимость, особенно, для «прорывных» направлений селекции плодовых растений, в том числе для создания новых ценных форм с высокой устойчивостью к абиострессорам, биострессорам среды региона возде-

лывания и их комплексу. Нередко роль ценных генетических источников наследуемой изменчивости в пределах культуры принадлежит видам, абригенным, местным сортам, полукультурным формам, полиплоидам, межвидовым гибридам, проявляющим степень варьирования по значимым для селекции признакам в большей степени, а также созданным на их основе в регионе возделывания новым генотипам [24, 25]. В условиях серьезного усиления негативного воздействия среды на плодородное растение вовлечение в селекцию нового материала с повышенной адаптивностью к абио- и биострессорам среды, стабильным плодоношением, полученного на основе генофонда полукультурных, дикорастущих, местных сортов и форм – значимый биологический ресурс успешного решения современных приоритетов селекции в дальнейшем [3, 26].

Цель исследования – выделить наиболее ценные генотипы рода *Malus* различного происхождения и плоидности для ускоренного создания отечественных адаптивных сортов.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований – сорта и формы яблони (*Malus x domestica* Borkh.) разной плоидности и генетического происхождения. Сады 2000-2004 гг. посадки; подвой М9, схемы посадки: 5 x 2; 5 x 1,5 м. Для оценки динамики урожайности по культуре яблони в целом за период 2010-2020 гг. обобщены данные по 246 образцам коллекции, находящихся в поре полного плодоношения. Исследования проводили в СКФНЦСВВ; в центре коллективного пользования «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» (ЦКП ИСК ГРСК). Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ – 20.1/92. В работе использованы селекционные программы и методики: «Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года» [3]; «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в са-

доводстве и виноградарстве» [2]; «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [27]; «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [28].

Обсуждение результатов. При выявлении перспективных адаптивных сортов и форм яблони для южного плодоводства следует в первую очередь учитывать, что в данном регионе на продуктивность и качество плодов культуры влияют комплексно как абиотические стрессовые факторы (ранние морозы, критические морозы в середине зимы, весенние заморозки, засуха, неустойчивый режим увлажнения), так и биотические стрессоры (эпифитотии основных грибных заболеваний яблони).

Наиболее широко распространенная и опасная грибная болезнь основной плодовой культуры яблони – парша (возбудитель – гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter), эпифитотии которой отмечены практически ежегодно. Адаптивно значимые признаки яблони: устойчивость к грибным патогенам (в том числе к парше), устойчивость к засухе и к морозам, имея различный генетический контроль, оказывают влияние друг на друга через обменные процессы растения. Это ведет к тому, что низкая устойчивость к одному из стрессоров ослабляет растение яблони в период его воздействия, снижая устойчивость генотипа, даже если она высока, к другому стрессору или их комплексу.

Поэтому для обеспечения максимально возможной продуктивности агроценоза необходимо знание лимитов реакции как сортов, так и культуры яблони на неконтролируемые стрессовые факторы региона возделывания.

В условиях южного садоводства основные стрессовые факторы зимнего периода – это ранние морозы (в конце осени и начале зимы, III декада ноября – I–II декада декабря), критические зимние морозы в середине зимы, морозы во время оттепели (II декада февраля), возвратные морозы (конец февраля, март) и весенние заморозки. Однако их влияние на продуктивность культуры яблони на юге России неодинаково.

Сравнивая частоту повторения каждого абиострессора в зимний период в условиях центральной подзоны прикубанской зоны Северо-Кавказского региона за последнее двадцатилетие (2011-2020 гг.) и предшествующий ему двадцатилетний период (1981-2000 гг.), отметим ряд изменений (табл. 1).

Таблица 1 – Стрессовые факторы зимнего и ранневесеннего периода Северо-Кавказского региона садоводства (за периоды 1981–2000 гг. и 2001–2020 гг. в сравнении)

Стрессовые факторы зимнего и ранневесеннего периодов	Периоды в сравнении			
	1981-2000 гг.		2001-2020 гг.	
	T min, °C (год)	Частота повторения, %	T min, °C (год)	Частота повторения, %
Ранние морозы – в конце осени (III декада ноября) и в начале зимы (I–II декада декабря)	–15,9 °C (1993) –11,6 °C (1999) –15,9 °C (1989) –16,2 °C (1993) –19,4 °C (1997)	46	–16,7 °C (2002) –11,5 °C (2011) –17,0 °C (2016)	25
Зимние морозы – в середине зимы (до «февральских окон»)	–26,5 °C (1987/88)	9	–24,6 °C (2001/02) –27,7 °C (2005/06) –20,5 °C (2009/10) –22,1 °C (2014/15)	33
Морозы во время оттепели – («февральские окна», II декада февраля)	–21,2 °C (1986) –20,5 °C (1994)	18	–20,8 °C (2012)	9
Возвратные морозы – после оттепелей (конец февраля, март)	–26,5 °C (1985) – 25,6 °C (1986)	18	–	0
Весенние заморозки	–2,8 °C (1999)	9	–5,6 °C (2004) –2,3 °C (2005) –1,8 °C (2009) –2,7 °C (2020)	33

Если ранее (1981-2000 гг.) наиболее частыми были ранние осенние морозы, то в последние годы – это морозы в середине зимы и весенние заморозки, частота повторения каждого из этих стрессовых факторов возросла с 9 до 33 % или в 3,7 раза, в целом составила 66 %.

В то же время, необходимо отметить, что яблоня, в отличие от косточковых культур, более адаптивна к негативному воздействию низкотемпературных стрессоров в зимний и ранневесенний период. В период

глубокого покоя крона, вегетативные и генеративные почки большинства сортов яблони могут выдержать понижение температуры до $-25-27\text{ }^{\circ}\text{C}$, за исключением ряда западноевропейских и новозеландских сортов, серьезно пострадавших от январских морозов зимой 2005/06.

В последние годы (2001-2020 гг.) отмечены более мягкие по степени суровости зимы (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнение степени суровости зим
(Северо-Кавказский регион садоводства)

Абсолютный годовой T min, °C	Год	Характеристика зимы	Частота наступления
Выше $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	1991/92 1998/99	Очень мягкая	2/20 (10 %)
	2003/04; 2017/18; 2018/19;		3/20 (15 %)
От $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$	1982/83; 1983/84; 1988/89; 1989/90; 1990/91; 1992/93; 1994/95; 1995/96; 1996/97; 1997/98; 1999/2000	Мягкая	11/20 (55 %)
	2000/01; 2002/03; 2004/05; 2006/07; 2007/08; 2008/09; 2010/11; 2012/13; 2013/14; 2015/16; 2016/17; 2019/20		12/20 (60 %)
От $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$	1981/82; 1986/87; 1993/94	Умеренно мягкая	3/20 (15 %)
	2001/02; 2009/10; 2011/12; 2014/15;		4/20 (20 %)
Ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$	1984/85; 1985/86; 1987/88	Умеренно холодная	3/20 (15 %)
	2005/06		1/20 (5 %)

В двадцать первом веке только одну зиму (2005/06) можно считать умеренно холодной, что в 3 раза ниже в сравнении с предшествующим периодом. В последнее десятилетие не отмечено умеренно холодных зим, большинство их были мягкие и очень мягкие, что обусловлено общей тенденцией потепления климата в мире [29, 30]. Увеличение количества очень мягких и мягких зим нередко провоцирует ранний выход из периода покоя растений яблони, особенно раннелетних и летних сортов. Возрастает роль устойчивых к весенним заморозкам сортов, а также генотипов с высокими регенерационными способностями.

Зима 2019/20 гг. в центральной зоне была достаточно теплой и мягкой, с минимумом температуры в феврале ($-13,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), заморозками до $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ во второй декаде марта, которые по данным лабораторных и полевых исследований не оказали существенного влияния на развитие гене-

ративных почек большинства изученных сортов, за исключением недостаточно устойчивых к заморозкам раннелетних: Кирмизак красный, Сухская красавица, Пирос (рис. 1).

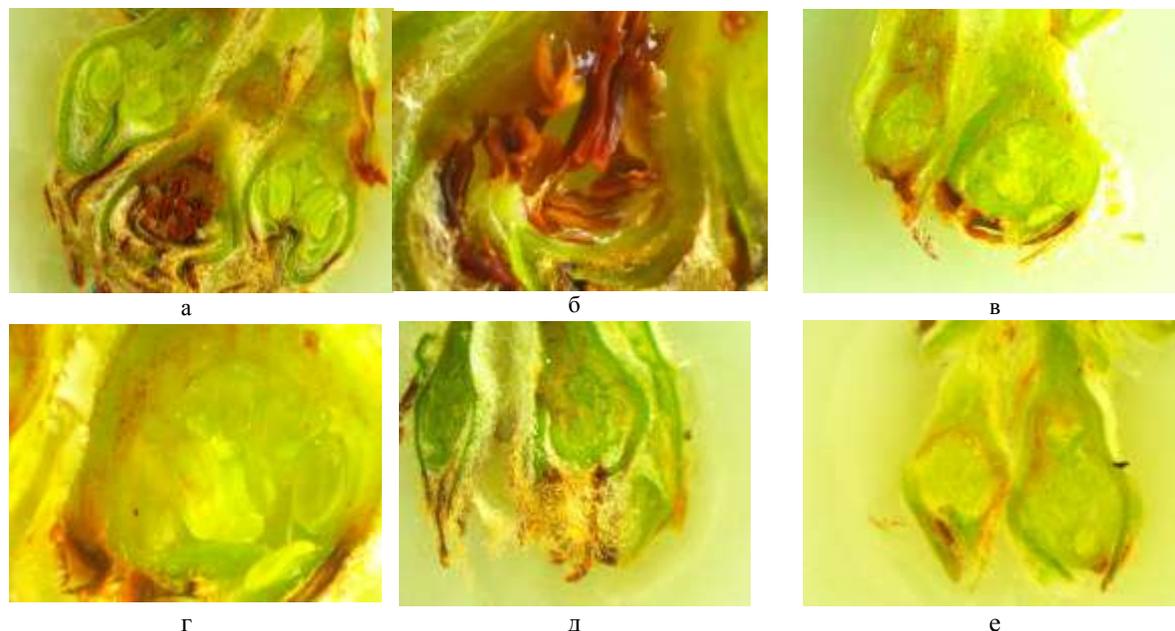


Рис. 1. Микрофото продольного среза генеративной почки яблони, 3-я декада марта 2020 г. (увеличение $10\times 10\times 1,5$, без красителя): а – раннелетний сорт Пирос; в – осенний сорт Хоней Крисп; д – зимний сорт Ренет Платона; е – зимний сорт Айдаред; (увеличение $10\times 10\times 4,0$, без красителя): б – Пирос; г – Хоней Крисп

В дальнейшем весенние заморозки (до $-2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ в апреле) стали причиной гибели цветков (особенно центрального) и соцветий сортов яблони, особенно раннелетних (Рассвет, Кирмизак красный, Сухская красавица, Пламя Кубани, Пирос – гибель до 70-95 %, Фея – до 45-60 %) и летних (Союз – 65-75 %, Дейтон – 55-65 %, Эрли Мак – 40-50 %, Фортуна – 20-35 %, Золотое летнее – 20-25 %), а также недостаточно устойчивых к заморозкам зимних сортов: Ред Джонаголд, Кameleon, Элиза (80-85 %), Ред Делишес, Старкримсон, Ред Чиф (85-100 %). В результате у сортов: Ред Чиф, Ред Делишес, Пламя Кубани, Пирос, Кирмизак красный, Сухская красавица и др., неустойчивых к весенним заморозкам, отмечено значительное снижение урожайности (0,7-9,5 т/га) или полное отсутствие плодоношения.

В период цветения коллекционных образцов яблони отмечен ряд проявлений защитной или приспособительной реакции у многих сортов к действию стрессора, а именно: более длительный период цветения в сравнении со среднемноголетними данными; цветение в более поздние сроки; высокая способность к регенерации посредством пробуждения адвентивных почек около погибших; наличие «второй и третьей волны цветения». Это позволило наиболее адаптивным к комплексу абиострессоров региона возделывания сортам сформировать урожайность на уровне 22-38 т/га и более. В основном в эту группу вошли сорта, в своей родословной имеющие видовые и сложные межвидовые формы, сорта народной и местной селекции, а также новые сорта региональной селекции, полученные на их основе.

В наиболее энергоемкие фенофазы развития растения яблони – периоды цветения, завязывания, формирования и роста плодов, закладки генеративных почек особенно опасно негативное влияние абиотических стрессоров (засухи, неустойчивого режима увлажнения и т.д.). В последние годы в регионе выявлено значительное увеличение суммы активных температур. Установлено, что в последнее десятилетие (2011-2020 гг.) летний период в основном был очень жаркий – сумма активных температур >3800 °С (частота наступления 100 %) (табл. 3).

В последнее десятилетие в летний период не отмечено таких характеристик лета, как жаркое, умеренно жаркое, недостаточно жаркое, очень теплое и теплое, которые были отмечены в предшествующий период (1981-2010 гг.) и составили в сумме 66,7 %. Таким образом, за последние десять лет (2011-2020 гг.) частота наступления очень жаркого лета (сумма активных температур >3800 °С) увеличилась в 3 раза в сравнении с предшествующим 30-летним периодом (1981–2010 гг.).

Для успешной реализации биологического потенциала продуктивности яблони на юге России большое значение имеет устойчивость к комплексному воздействию стрессоров. В последние годы (2010-2020 гг.)

отмечен значительный рост средней температуры воздуха в сравнении с многолетними данными, в том числе в мае-сентябре – важнейшем периоде роста, развития и созревания плодов (рис. 2).

Таблица 3 – Характеристика лета по теплообеспеченности за последнее десятилетие в сравнении с предшествующим 30-летним периодом (г. Краснодар)

Годы исследования	Сумма активных температур, °С	Характеристика лета	Частота наступления, %
2011–2020 гг.			
2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020	>3800	Очень жаркое	100,0
1981–2010 гг.			
1991, 1994, 1998, 2000, 2001, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010	>3800	Очень жаркое	33,3
1981, 1989, 1990, 1995, 1996, 1997, 1999, 2002, 2003, 2007	3400–3800	Жаркое	33,3
1983, 1984, 1988, 2004	3200–3400	Умеренно жаркое	13,3
1982, 1986, 1993	3000–3200	Недостаточно жаркое	10,0
1987, 1992	2800–3000	Очень теплое	6,7
1985	2600–2800	Теплое	3,4

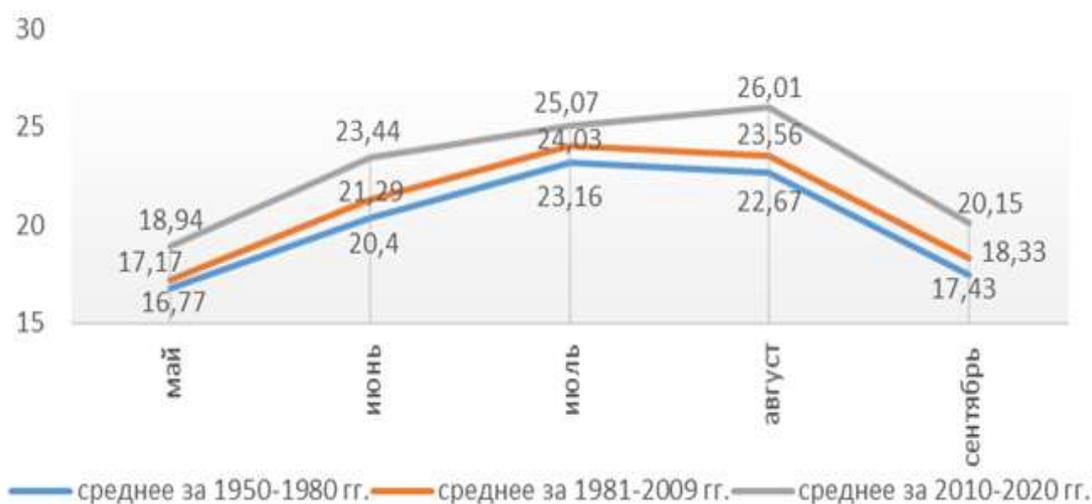


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха (°С) с мая по сентябрь в период 2010-2020 гг. в сравнении с многолетними данными (г. Краснодар)

Отмечен в последние годы и рост максимумов температуры воздуха (T_{max}). В 2017 году с мая по октябрь включительно T_{max} превышал значение 30 °С; а в 2017 и в 2020 годах в период с июня по сентябрь включительно T_{max} варьировал в пределах 34,7-38,7 °С и 35,0-38,4 °С соответственно,

что в целом в комплексе с дефицитом количества осадков, неустойчивостью режима увлажнения влияет негативно на качество и количество урожая.

Длительная засуха, неустойчивый режим увлажнения и неравномерное распределение осадков в период вегетации, аномально высокие температуры воздуха и почвы – экстремальное сочетание этих факторов ведет не только к снижению продуктивности и качества плодов яблони, но и к значительному ослаблению растения, снижению устойчивости к другим стрессорам среды (морозам и грибным заболеваниям), а также к снижению закладки генеративных почек, что влияет в дальнейшем на продуктивность растения.

В то же время, значительное усиление в последние годы негативного воздействия комплекса стрессовых факторов летнего периода на растение (аномальных высокотемпературных стрессов, зачастую дефицита количества осадков, неустойчивого режима увлажнения и неравномерной влагообеспеченности в период вегетации) формирует условия, благоприятные для селекционного отбора адаптивных генотипов яблони, устойчивых к стрессовым воздействиям вегетационного периода, основным грибным патогенам, урожайных и обладающих высоким качеством плодов. Это особенно важно, так как в связи с климатическими изменениями в южном регионе России возрастает роль сортов, сочетающих повышенную устойчивость к засухе и к грибным патогенам.

Анализ динамики средней урожайности по культуре яблони в целом позволил установить, что в годы наиболее сильного воздействия комплекса абиострессоров на растение яблони отмечено значительное снижение урожайности по культуре (рис. 3).

Значительное снижение урожайности в целом по культуре яблони отмечено в 2017 и 2020 гг. (11,69 и 12,48 т/га соответственно), что вызвано усилением отрицательного воздействия на растения комплекса абиострессоров. Негативное влияние стрессоров на растение в начале зимы (ранние морозы в декабре 2016 г. до $-17,0$ °С) или в весенний период (заморозки в апреле до $-2,7$ °С в 2020 г.) было усилено дальнейшим негативным влияни-

ем как биострессоров (развитием эпифитотий парши, мучнистой росы и других грибных патогенов в период вегетации), так и абиотических стрессовых факторов летне-осеннего периода – сочетание аномально высоких температурных стрессов, неустойчивости режима увлажнения, неравномерного обеспечения влагой растения и часто серьезного и длительного дефицита количества осадков.



Рис. 3. Динамика средней урожайности (т/га) по культуре яблони, 2010-2020 гг.

В этих условиях выделены сорта и формы яблони отечественной селекции, устойчивые и иммунные к парше, с повышенной адаптивностью к комплексу абиострессоров региона:

– летнего срока созревания: Веста, 12/3-20-10 (Старк Джон Граймс × Прима);

– позднеосеннего и зимнего: Джин, Исток, Экзотика, 12/1-21-46 (Айдаред × Балсгард 0247E); Любимое Дутовой (Роял Ред Делишес × 13-83-88 (Антоновка плоская × Несравненное)); Орфей (Голден Делишес 4X × OR18T13 (Вольф Ривер × (Вольф Ривер × *M. atrosanguinea* 804/240-57 и др. (табл. 4).

Можно предположить, что их повышенный адаптивный потенциал обусловлен тем, что большинство среди них имеют в родословной дикорастущие виды и формы, полиплоиды, стародавние и местные сорта, сложные межвидовые гибриды.

С высоким потенциалом продуктивности выделен сорт Джин и элитные формы: Исток, Экзотика, 12/1-21-46 (средняя урожайность 25,99-30,05 т/га, суммарная – 285,89-330,55 т/га). На уровне контроля отмечена урожайность у сортов Орфей, Любимое Дутовой, элиты 12/2-20-24 (24,32-24,77 т/га). Среди летних сортов выделен сорт Веста (средняя урожайность 23,42 т/га, суммарная – 257,62 т/га).

Таблица 4 – Оценка урожайности и массы плода генотипов яблони, 2010-2020 гг.

Сорт, форма	Плоидность	Масса плода, г		Урожайность (2010–2020 гг.), т/га			
		m _{ср.}	m _{max}	средняя	к контролю	суммарная	к контролю
Веста	2n=2x	177,3	216,4	23,42	+ 3,16	257,62	+ 34,76
12/1-21-79*	2n=3x	202,4	234,7	17,66	– 2,60	194,26	– 28,60
12/3-20-10	2n=2x	196,7	221,1	20,05	– 0,21	225,50	– 2,64
Новелла (к)	2n=2x	167,5	202,3	20,26	-	222,86	-
НСР ₀₅	-	2,46	2,24	0,89	-	2,96	-
Азимут*	2n=2x	174,2	249,6	22,90	– 1,66	251,90	– 18,26
Джин*	2n=3x	207,8	292,5	26,15	+ 1,59	287,65	+ 17,49
Исток*	2n=3x	212,2	288,3	25,99	+ 1,43	285,89	+ 15,73
Ника*	2n=2x	175,3	209,5	23,55	– 1,01	259,05	– 11,11
Любимое Дутовой	2n=2x	174,3	218,9	24,77	+ 0,21	272,47	+ 2,31
Орфей*	2n=2x	204,5	278,8	24,32	– 0,24	267,52	– 2,64
Экзотика*	2n=3x	207,5	301,6	27,86	+ 3,30	306,46	+ 36,30
12/2-20-24*	2n=2x	183,3	220,8	24,54	– 0,02	269,94	– 0,22
12/2-20-48*	2n=2x	155,6	190,8	21,83	– 2,73	240,13	– 30,03
12/1-21-24*	2n=3x	225,5	286,3	18,30	– 6,26	201,30	– 68,86
12/1-21-46*	2n=2x	179,2	191,8	30,05	+ 5,49	330,55	+ 60,39
Марго* (к)	2n=2x	194,5	281,6	24,56	-	270,16	-
НСР ₀₅	-	2,87	4,18	1,04	-	3,46	-

Примечание: * – сорт, форма имеют ген *Rvi-6* иммунитета к парше по данным ДНК-анализа, выполненном в селекционно-биотехнологической лаборатории ФГБНУ СКФНЦСВВ; m_{ср.} – средняя масса плода; m_{max} – максимальная масса плода

Установлено, что в группе сортов и форм летнего срока созревания средняя масса триплоидов яблони значительно превышает среднюю массу диплоидов. В этой группе значительно превосходит контроль по крупноплодности элитная форма 12/1-21-79. Среди генотипов позднеосеннего и зимнего срока созревания на массу плодов, наряду с плоидностью, влияют и сортоспецифические особенности. По крупноплодности выделены как

триплоидные сорта и элитные формы: Джин, Исток, Экзотика, 12/1-21-24 (средняя масса плода 207,5-225,5 г), так и диплоид Орфей (со средней массой плода 204,5 г).

Выводы. Для успешной реализации биологического потенциала продуктивности сортов яблони необходимо наличие повышенной адаптивности к био- и абиострессорам среды и их комплексному воздействию на растение. По многолетним данным (2010-2020 гг.) оценки урожайности 246 образцов коллекции яблони установлено, что значительное снижение урожайности в 2017 и 2020 гг. в целом по культуре (11,69-12,48 т/га) обусловлено усилением отрицательного воздействия на растение комплекса абиострессоров зимнего, ранневесеннего и летнего периодов. Увеличение в последние годы частоты и силы негативного влияния всего комплекса стрессоров среды на растение яблони позволяет вести ускоренный массовый и индивидуальный отбор образцов генофонда на повышенную адаптивность в условиях региона возделывания, выявляя наиболее ценные для селекции и производства сорта и формы.

По результатам сортоиспытания в условиях Северо-Кавказского региона выделены: Джин, 12/1-21-46, 12/2-20-53, иммунные к парше, с повышенной адаптивностью к комплексному воздействию абиострессоров региона, с высоким потенциалом продуктивности (средняя урожайность – 26,15-30,05 т/га, суммарная – 287,65-330,55 т/га), перспективные для производственного изучения и селекции. Выделены по признаку крупноплодности: 12/1-21-6, 12/2-20-53, 12/1-21-24, Орфей, Джин (средняя масса плода 200,3-225,5 г) для дальнейшего создания высококачественных южных сортов.

Литература

1. Седов Е.Н. Селекция и новые сорта яблони. Орел: ВНИИСПК, 2011. 624 с.
2. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве / Е.А. Егоров [и др.]. Краснодар, 2012. 569 с.
3. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.

4. Еремин Г.В., Заремук Р.Ш., Супрун И.И., Ульяновская Е.В. Ускорение и повышение эффективности селекции плодовых культур. Краснодар, 2010. 55 с.
5. Fischer C., Richter K. Results on fire blight resistance breeding of the Pillnitz apple breeding programme / *Erwerbsobstbau*, 1999. – V. 41(2). – P. 56-60.
6. Fischer C., Schreiber H., Buttner R., Fischer M. Testing scab-resistance stability of new resistant cultivars within the apple breeding program // *Acta Horticulturae*. – 1999. – V. 484. – P. 449-454.
7. Janick J. History of the PRI apple breeding program // *Acta Horticulturae*. – 2002. – V. 595. – P. 55-60.
8. Roya Choupannejad, Bahram Sharifnabi, Masoud Bahar, Majid Talebi Searching for resistance genes to *Venturia inaequalis* in wild and domestic apples in Iran // *Scientia Horticulturae*. – 2018. – V. 23217. P. 107-111.
9. Durel C.E. Genetic dissection of partial resistance to race 6 of *Venturia inaequalis* in apple // Durel C.E., Parisi L., Laurens F., Van de Weg W.E., Leirbherd R., Jourjon V.F. / *Genome*. – 2003. – V. 46(2). – P. 224-234.
10. Bus V.G.M. Revision of the nomenclature of the differential host-pathogen interactions of *Venturia inaequalis* and *Malus* / *Annual Review of Phytopathology*. – 2011. – V. 49. – P. 391-413.
11. Paweł Górnaś, Dalija Segliņa, Gunārs Lācis, Iveta Pugajeva Dessert and crab apple seeds as a promising and rich source of all four homologues of tocopherol (α , β , γ and δ) // *LWT - Food Science and Technology*. – 2014. – V. 59. – P. 211-214.
12. Paweł Górnaś, Inga Mišina, Anita Olšteine, Inta Krasnova, Dalija Segliņa Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: Dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-products // *Industrial Crops and Products*. – 2015. – V. 7415. – P. 607-612.
13. Chen X. S. et al. Genetic variation of F1 population between *Malus sieversii* f. *neidzwetzkyana* and apple varieties and evaluation on fruit characters of functional apple excellent strains // *Sci. Agric. Sin.* – 2014. – V. 47. – P. 2193-2204.
14. Matsumoto Shogo, Tianzhong Li, Otagaki Shungo, Yang Li, Songling Bai Efficient Breeding and Cultivation of Type 2 Red-fleshed Apple Cultivars Using a Search System for Suitable Apple Cultivar Combination // *Horticultural Plant Journal*. – 2018. – V. 4, Issue 6, P. 219-225.
15. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Серова З.М. Селекция яблони на полиплоидном уровне. Орел: ВНИИСПК, 2008. 367 с.
16. Sedov, E.N. Apple breeding programs and methods, their development and improvement // *Russ J Genet Appl Res.* – 2014. – № 4. – P. 43-51.
17. Ulyanovskaya E.V., Belenko E.A. Using the genetic diversity of the *Malus* genus to solve the priority areas of breeding // *BIO Web of Conferences*. - 2020. - № 25. - P. 02001.
18. Ульяновская Е.В., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Создание новых сортов и элитных форм яблони, перспективных для Юга России [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2018. № 50(2). С. 1-12. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/02/01.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-1-12 (дата обращения: 27.09.2021).
19. Afunian M.R. Linkage *Vfa4* in *Malus x domestica* and *Malus floribunda* with *Vf* resistance to the apple scab pathogen *Venturia inaequalis* / Afunian M.R., Goodwin P.H., Hunter D.M. // *Plant Pathology*. – 2004. – V. 53. – P. 461-467.
20. Gessler C. *Venturia inaequalis* resistance in apple / C. Gessler, A. Patocchi, S. Sansavini // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2006. – Vol. 25. – №.6. – P. 473-503.
21. Sedov E.N. Results and prospects in apple breeding // *Universal J. of Plant Science*. – 2013. – V. 1 (3). – P. 55-65.
22. Sedov E., Sedysheva G., Serova Z., Ulyanovskaya E. Creation of triploid grades opens a new era in apple-tree selection // *Russian Journal of Horticulture*, 2014. – T. 1. – № 1. – С. 17-24.

23. Chen X. S. et al. Discussion on today's world apple industry trends and the suggestions on sustainable and efficient development of apple industry in China // J. Fruit Sci. – 2010. – V. 27. – P. 598-604.

24. Bus V.G.M. The Vh2 and Vh4 scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple / V.G.M. Bus, E.H.A. Rikkerink, E.W. van de Weg, R.L. Rusholme, S.E. Gardiner, H.C.M. Bassett, L.P. Kodde, L. Parisi, F.N.D. Laurens, E. Meulenbroek, K.M. Plummer // Molecular Breeding, 2005. – V. 15. – P. 103-116.

25. Keulemans J. Genetic Diversity, Ploudy and Apomixis in Putative Qbince (*Cydonia oblonga*) x Apple (*Malus domestica*) Hybrids / 28th Internat. Hort. Congr. – Lisbon, 2010. – V. 1. – P. 202.

26. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А., Путилина И.Н. Актуальные направления повышения эффективности промышленного плодоводства // Селекция и сортоизучение садовых культур. 2018. Т. 5. № 1. С. 28-32.

27. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1995. 503 с.

28. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. 606 с.

29. Rai R., Joshi S., Roy S., Singh O., Samir M., Chandra A. Implications of changing climate on productivity of temperate fruit crops with special reference to apple // J Horticulture. – 2015. – V. 2. – P. 1000135.

30. Else M, Atkinson C. Climate change impacts on UK top and soft fruit production // Outlook on Agriculture. – 2010. – V. 39 (4). – P. 257-262.

References

1. Sedov E.N. Selekcija i novye sorta yabloni. Orel: VNIISPK, 2011. 624 s.
2. Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve / E.A. Egorov [i dr.]. Krasnodar, 2012. 569 s.
3. Programma Severo-Kavkazskogo centra po selekcii plodovyh, yagodnyh, cvetochno-dekorativnyh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda. Krasnodar: SKZNIISiV, 2013. 202 s.
4. Eremin G.V., Zaremuk R.Sh., Suprun I.I., Ul'yanovskaya E.V. Uskorenie i povyshenie effektivnosti selekcii plodovyh kul'tur. Krasnodar, 2010. 55 s.
5. Fischer C., Richter K. Results on fire blight resistance breeding of the Pillnits apple breeding programme / Erwerbsobstbau, 1999. – V. 41(2). – P. 56-60.
6. Fischer C., Schreiber H., Buttner R., Fischer M. Testing scab-resistance stability of new resistant cultivars within the apple breeding program // Acta Horticulturae. – 1999. – V. 484. – P. 449-454.
7. Janick J. History of the PRI apple breeding program // Acta Horticulturae. – 2002. – V. 595. – P. 55-60.
8. Roya Choupannejad, Bahram Sharifnabi, Masoud Bahar, Majid Talebi Searching for resistance genes to *Venturia inaequalis* in wild and domestic apples in Iran // Scientia Horticulturae. – 2018. – V. 23217. P. 107-111.
9. Durel C.E. Genetic dissection of partial resistance to race 6 of *Venturia inaequalis* in apple // Durel C.E., Parisi L., Laurens F., Van de Weg W.E., Leirbherd R., Jourjon V.F. / Genome. – 2003. – V. 46(2). – P. 224-234.
10. Bus V.G.M. Revision of the nomenclature of the differential host-pathogen interactions of *Venturia inaequalis* and *Malus* / Annual Review of Phytopathology. – 2011. – V. 49. – P. 391-413.
11. Paweł Górnaś, Dalija Segliņa, Gunārs Lācis, Iveta Pugajeva Dessert and crab apple seeds as a promising and rich source of all four homologues of tocopherol (α , β , γ and δ) // LWT - Food Science and Technology. – 2014. – V. 59. – P. 211-214.

12. Paweł Górnaś, Inga Mišina, Anita Olšteine, Inta Krasnova, Dalija Segliņa Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: Dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-products // *Industrial Crops and Products*. – 2015. – V. 7415. – P. 607-612.
13. Chen X. S. et al. Genetic variation of F1 population between *Malus sieversii* f. *neidzwetzkyana* and apple varieties and evaluation on fruit characters of functional apple excellent strains // *Sci. Agric. Sin.* – 2014. – V. 47. – P. 2193-2204.
14. Matsumoto Shogo, Tianzhong Li, Otagaki Shungo, Yang Li, Songling Bai Efficient Breeding and Cultivation of Type 2 Red-fleshed Apple Cultivars Using a Search System for Suitable Apple Cultivar Combination // *Horticultural Plant Journal*. – 2018. – V. 4, Issue 6, P. 219-225.
15. Sedov E.N., Sedysheva G.A., Serova Z.M. Selekcija yabloni na poliploidnom urovne. Orel: VNIISPK, 2008. 367 s.
16. Sedov, E.N. Apple breeding programs and methods, their development and improvement // *Russ J Genet Appl Res.* – 2014. – № 4. – P. 43-51.
17. Ulyanovskaya E.V., Belenko E.A. Using the genetic diversity of the *Malus genus* to solve the priority areas of breeding // *BIO Web of Conferences*. – 2020. – № 25. – P. 02001.
18. Ulyanovskaya E.V., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Sozdanie novyh sortov i elitnyh form yabloni, perspektivnyh dlya Yuga Rossii [Elektronnyj resurs] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2018. № 50(2). S. 1-12. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/02/01.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-1-12 (data obrashcheniya: 27.09.2021).
19. Afunian M.R. Linkage Vfa4 in *Malus x domestica* and *Malus floribunda* with Vf resistance to the apple scab pathogen *Venturia inaequalis* / Afunian M.R., Goodwin P.H., Hunter D.M. // *Plant Pathology*. – 2004. – V. 53. – P. 461-467.
20. Gessler C. *Venturia inaequalis* resistance in apple / C. Gessler, A. Patocchi, S. Sansavini // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2006. – Vol. 25. – № 6. – P. 473-503.
21. Sedov E.N. Results and prospects in apple breeding // *Universal J. of Plant Science*. – 2013. – V. 1 (3). – P. 55-65.
22. Sedov E., Sedysheva G., Serova Z., Ulyanovskaya E. Creation of triploid grades opens a new era in apple-tree selection // *Russian Journal of Horticulture*, 2014. – T. 1. – № 1. – S. 17-24.
23. Chen X. S. et al. Discussion on today's world apple industry trends and the suggestions on sustainable and efficient development of apple industry in China // *J. Fruit Sci.* – 2010. – V. 27. – P. 598-604.
24. Bus V.G.M. The Vh2 and Vh4 scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple / V.G.M. Bus, E.H.A. Rikkerink, E.W. van de Weg, R.L. Rusholme, S.E. Gardiner, H.C.M. Bassett, L.P. Kodde, L. Parisi, F.N.D. Laurens, E. Meulenbroek, K.M. Plummer // *Molecular Breeding*, 2005. – V. 15. – P. 103-116.
25. Keulemans J. Genetic Diversity, Ploudy and Apomixis in Putative Qbince (*Cydonia oblonga*) x Apple (*Malus domestica*) Hybrids / 28th Internat. Hort. Congr. – Lisbon, 2010. – V. 1. – P. 202.
26. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A., Putilina I.N. Aktual'nye napravleniya povysheniya effektivnosti promyshlennogo plodovodstva // *Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur*. 2018. T. 5. № 1. S. 28-32.
27. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Orel, 1995. 503 s.
28. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Orel, 1999. 606 s.
29. Rai R., Joshi S., Roy S., Singh O., Samir M., Chandra A. Implications of changing climate on productivity of temperate fruit crops with special reference to apple // *J Horticulture*. – 2015. – V. 2. – P. 1000135.
30. Else M, Atkinson C. Climate change impacts on UK top and soft fruit production // *Outlook on Agriculture*. – 2010. – V. 39 (4). – P. 257-262.