

УДК 634.1.055:631.524.85

UDK 634.1.055:631.524.85

**УСТОЙЧИВОСТЬ ПЛОДОВЫХ И  
ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ К ВЫСОКИМ  
ТЕМПЕРАТУРАМ: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ  
АСПЕКТ****STABILITY OF FRUIT AND DECORATIVE  
PLANTS TO HIGH TEMPERATURES:  
PHYSIOLOGICAL ASPECT**

Дорошенко Татьяна Николаевна  
д.с.-х.н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Doroshenko Tatiana Nikolaevna  
Dr.Sci.Agr., professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Определено, что жароустойчивость плодовых и декоративных растений зависит не только от их морфо-биологических особенностей, но и специфики проявления температурного стрессора в соответствующие годы. Выделены три типа воздействия на растения высоких температур воздуха в течение летнего периода и соответственно три компонента жароустойчивости. Изложены возможные механизмы адаптации растений к перегреву. Приведены диагностические критерии их жароустойчивости

There was determined that the heat resistance of fruit and decorative plants depends not only on their morpho-biological peculiarities but on the specific of temperature stressor revealing in corresponding years. There were selected three types of influence of high air temperature on plants on plants during summer period and three components of heat resistance respectively. There were cited possible mechanisms of plant adaptation to overheat. There were cited diagnostic criteria of their heat resistance

Ключевые слова: ДЕРЕВЬЯ, КУСТАРНИКИ, ПОРОДЫ, СОРТА, ЯБЛОНЯ, СЛИВА, ЧАЙНО-ГИБРИДНАЯ РОЗА, ВЫСОКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ, АДАПТАЦИЯ, МЕХАНИЗМЫ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

Keywords: TREES, BUSHES, TYPES, VARIETIES, APPLE-TREES, PLUM, TEA-HYBRID ROSE, HIGH TEMPERATURES, HEAT RESISTANCE, ADAPTATION, MECHANISMS, DIAGNOSTIC CRITERIA

Многолетние растения часто подвержены действию различных неблагоприятных факторов среды. Важнейшим из них является экстремальная (высокая) температура воздуха, оказывающая негативное влияние на вегетативный рост и генеративное развитие растений в течение летнего периода в южных регионах России [1,7]. Очевидно, для рационального размещения пород и сортов плодовых и декоративных культур на соответствующих территориях необходимо располагать сведениями об особенностях адаптации растений к температурному стрессору и совокупностью надежных критериев их жароустойчивости. Последнее и явилось целью наших исследований.

Исследования проводили в различных природных условиях южного региона Российской Федерации в 2011 и 2012 годах. Изучали показатели жароустойчивости растений яблони восточной, терна, шиповника в лесных насаждениях (Краснодарский край, Северский район, почвы - серые лесные),

различных сортов яблони на подвое М 9 (Голден Делишес, Флорина) и сливы на сеянцах алычи (Стенлей, Прикубанская) в садах учхоза «Кубань» КубГАУ (г. Краснодар), заложенных в 1997-1998 г.г. по схемам 4x2 и 8x4 м соответственно (почвы - черноземы выщелоченные), а также сортов чайно-гибридной розы Софи Лорен (контроль) и Венделла, привитых на шиповнике (почвы - черноземы выщелоченные).

Отбор образцов для анализов осуществляли в летний период на фоне естественного повышения температуры воздуха до «критических» для роста и развития растений значений. Кроме того, высокие температуры моделировали в климатической камере «Binder» КВ 53. При этом у опытных растений в утренние часы (температура воздуха 21-23°C) отделяли побеги, помещали их в климатическую камеру и выдерживали в течение трех часов при температуре  $50 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Жароустойчивость, а также содержание в листьях растений белков и свободных аминокислот определяли общепринятыми методами, изложенными в специальной литературе [5,6]. Повторность анализов - двукратная. Результаты опытов обрабатывали методами математической статистики [3].

В процессе эволюции различные растения по-разному приспособлялись к соответствующим тепловым условиям. Причем особенности адаптации и устойчивость растений к экстремальным температурам воздуха зависели от их жизненной (биологической) формы. Так, деревья на протяжении значительной части летнего периода отличаются большей жароустойчивостью, чем кустарники (рис. 1).

При температуре  $50^\circ\text{C}$  повреждение листьев у растений яблони восточной (*Malus orientalis* Uglitzk) и терна (*Prunus spinosa* L.), произрастающих в лесах предгорной зоны (Краснодарский край), не превышает 20%. В тех же условиях у шиповника (*Rosa canina* L.) данный показатель в июне - июле достигает 95%. И это вполне объяснимо, если

учесть, что кустарники шиповника, как правило, размещаются в подлеске, отличающемся благоприятным для жизнедеятельности тепловым режимом.

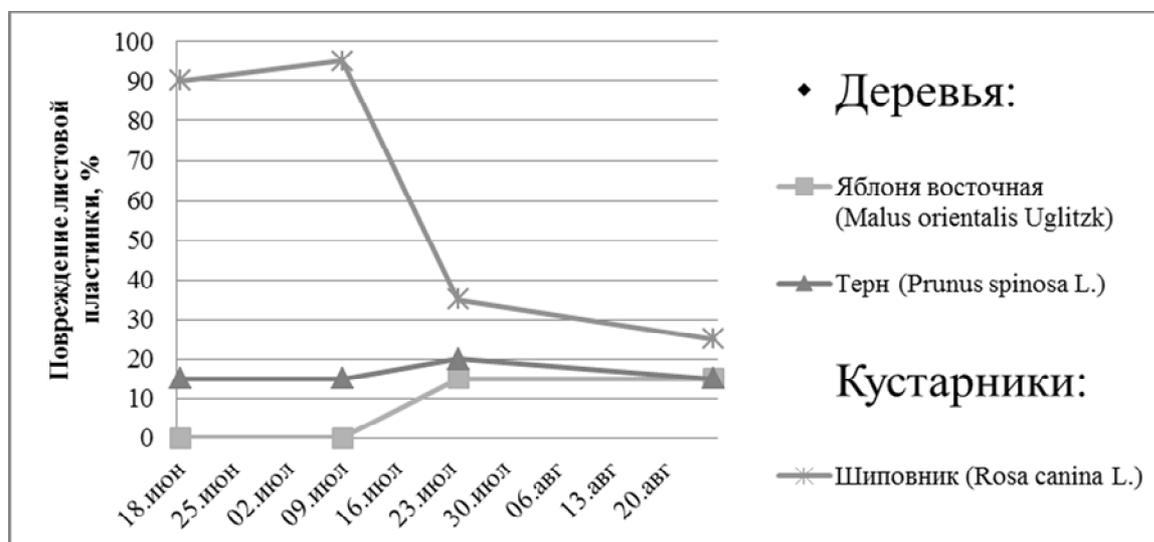
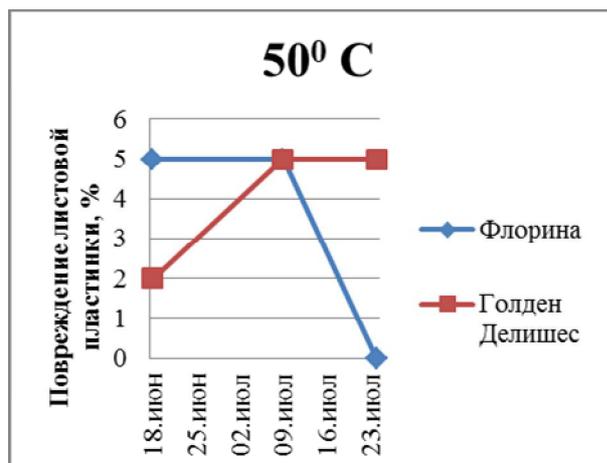


Рис. 1- Влияние высокой ( $50 \pm 1^\circ\text{C}$ ) температуры на повреждение листовых пластинок у деревьев и кустарников (предгорная зона Краснодарского края, в среднем за 2011-2012 г.г.)

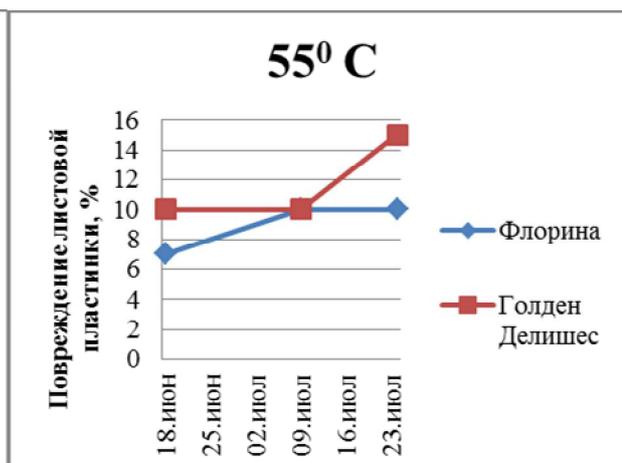
Известно [7], что большинство растений начинают страдать при температуре  $35-40^\circ\text{C}$ . Получены данные, свидетельствующие о различной реакции растений изучаемых пород на повышение температуры окружающей среды до «критических» значений (рис. 2).

В июне – июле при температуре  $50 \pm 1^\circ\text{C}$  повреждение листьев у яблони составляет лишь 0-5 %, у сливы – 3-22 %, а у чайно – гибридной розы достигает 20 - 40 %. При повышении же температуры до  $55 \pm 1^\circ\text{C}$  степень повреждения листовой пластинки увеличивается до 15, 50 и 55 % соответственно. Таким образом, исследуемые породы (культуры) можно расположить по жароустойчивости в следующей последовательности (по убывающей): яблоня, слива, чайно-гибридная роза. По-видимому, каждая из них отличается специфическими защитно-приспособительными перестройками в неблагоприятных условиях среды.

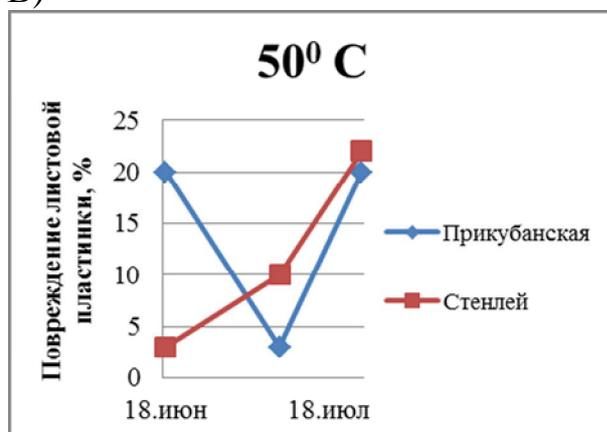
А)



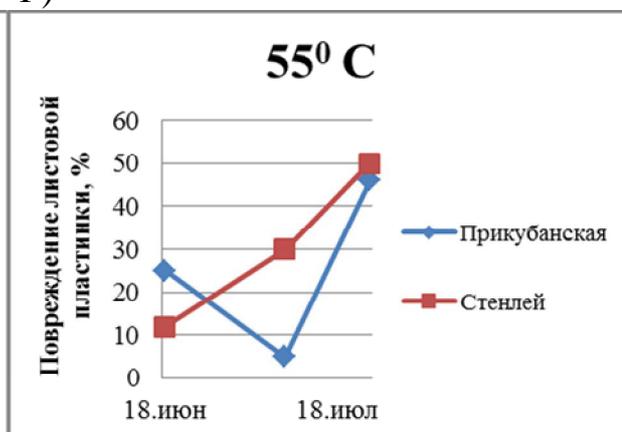
Б)



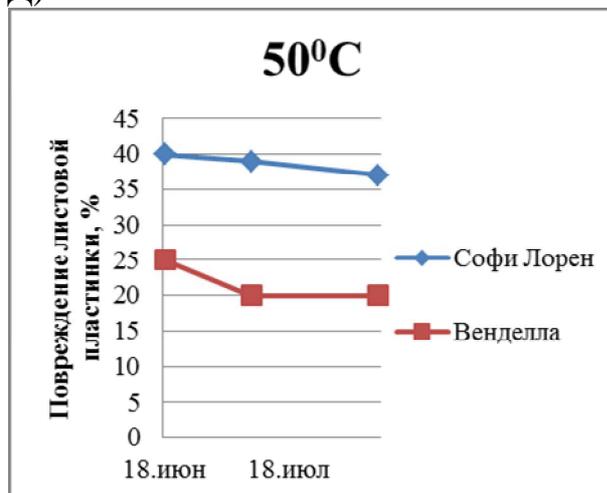
В)



Г)



Д)



Е)

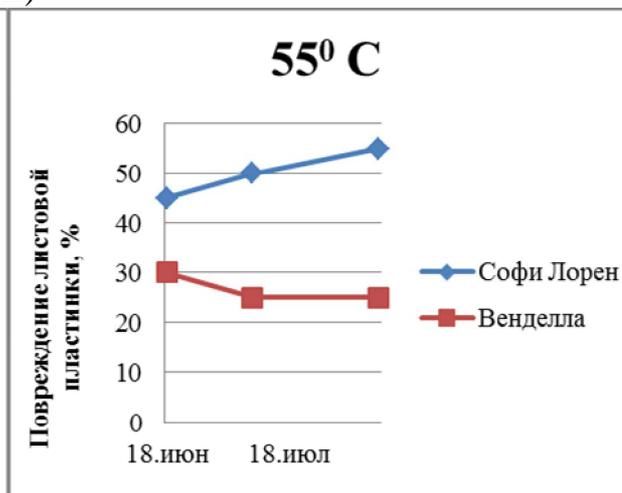


Рис. 2 - Оценка жароустойчивости сортов плодовых и декоративных культур в течение летнего периода: А,Б - яблоня; В,Г - слива; Д,Е - чайно-гибридная роза (прикубанская зона, 2012 г.)

Вместе с тем, в пределах каждой из перечисленных культур зафиксированы заметные различия и между сортами по степени проявления жароустойчивости. Примечательно и то, что характер этих различий в течение летнего периода может изменяться. Так, например, сорт сливы Стенлей, более устойчивый к перегреву (в сравнении с сортом Прикубанская) в июне, становится менее устойчивым к повышенным температурам во второй половине июля.

Надо полагать, что способность сортов плодовых культур по-разному переносить высокие температуры воздуха в различные сроки летнего периода зависит не только от физиологического состояния растений, но и от специфики проявления температурного стрессора в соответствующие годы.

Анализ температурных изменений (рис. 3-5), происходящих в последние годы в течение июня-августа на южных территориях России (например, в прикубанской зоне), свидетельствует о возможном действии в обозначенном временном диапазоне следующих неблагоприятных факторов:

- высоких (выходящих за пределы допустимых для нормальной жизнедеятельности плодовых растений значений) температур воздуха в первой половине лета (2009 год);

- высоких температур воздуха, превышающих биологически допустимый уровень во второй половине летнего периода (2003; 2005; 2006; 2008 и 2011 годы);

- высоких температур воздуха в течение всего летнего сезона с периодическим снижением до оптимальных значений (2007; 2010 и 2012 годы).

В данном случае мы вправе говорить о жароустойчивости плодовых растений как о многокомпонентном свойстве.

Очевидно, каждый компонент жароустойчивости растений следует рассматривать как способность выдерживать высокие температуры воздуха соответствующего типа: раннелетние (первый компонент), позднелетние (второй компонент) или «комбинированные» (третий компонент).

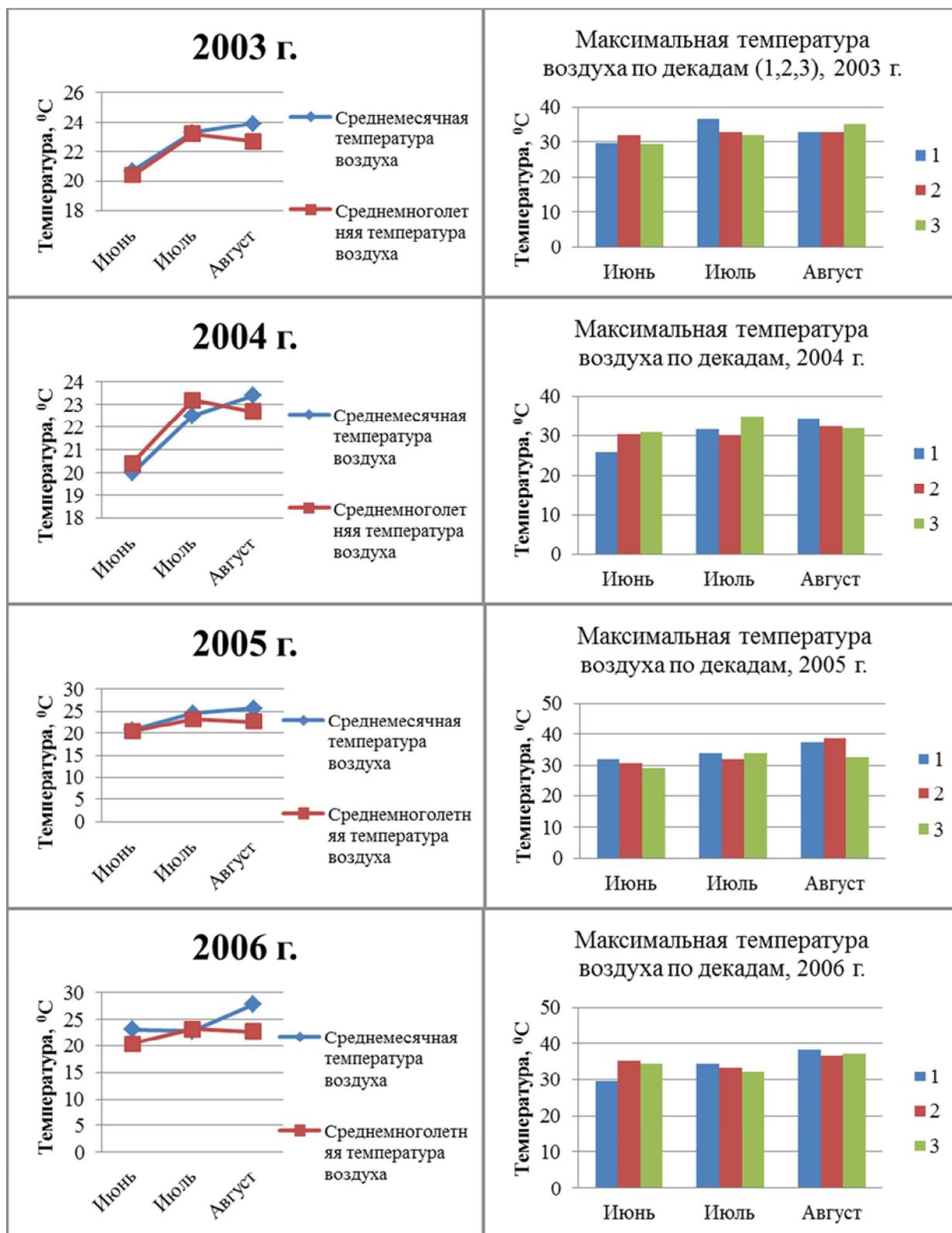


Рис. 3- Динамика температуры воздуха в летний период 2003-2006 гг. (г. Краснодар, метеостанция «Круглик»).

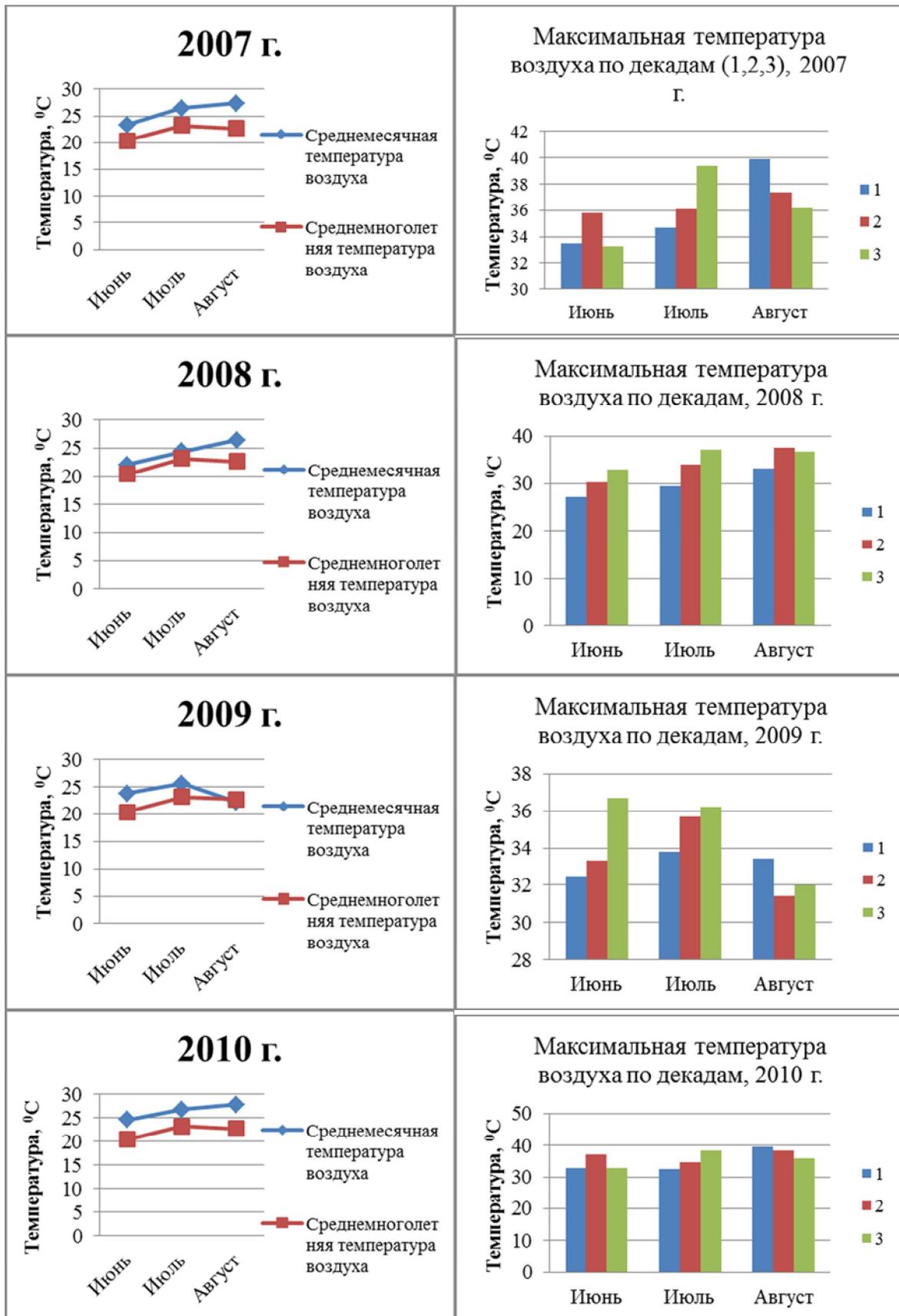


Рис. 4- Динамика температуры воздуха в летний период 2007-2010 гг. (г. Краснодар, метеостанция «Круглик»).

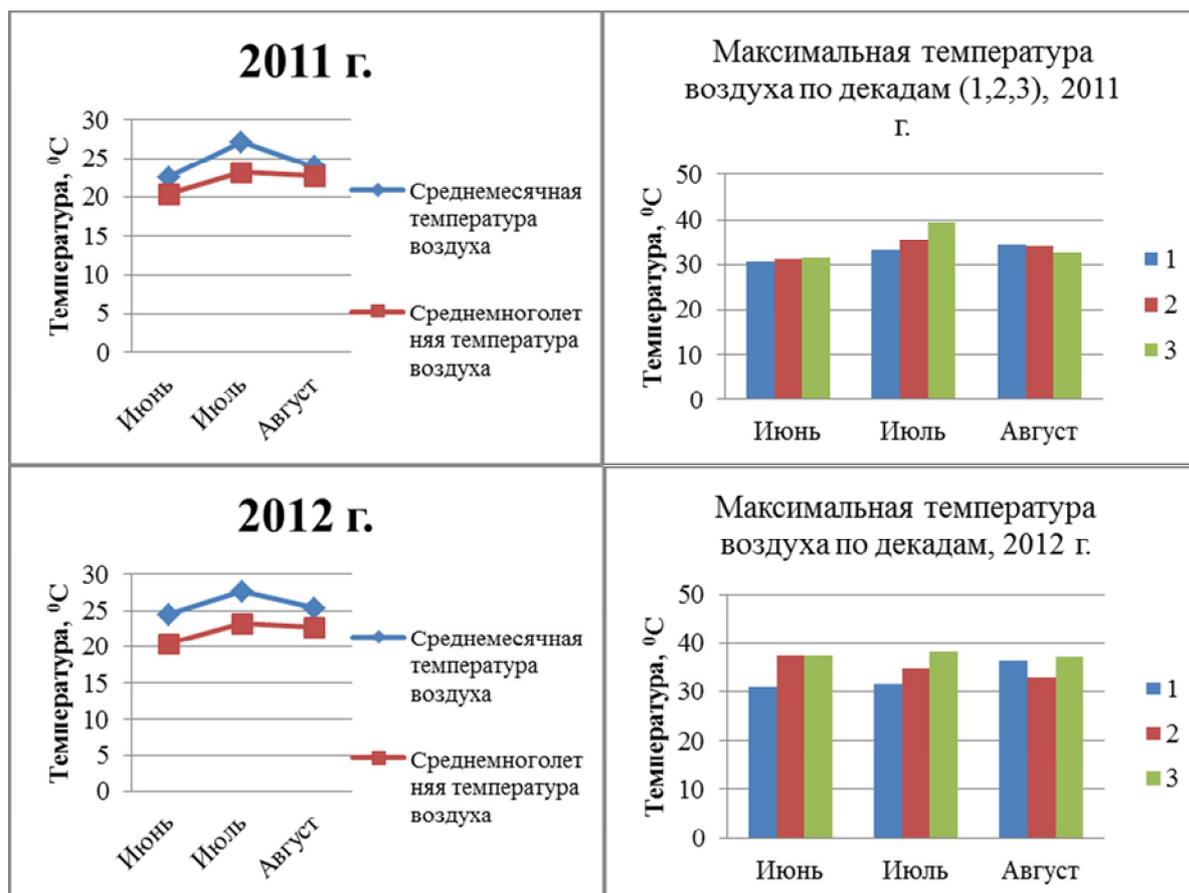


Рис. 5- Динамика температуры воздуха в летний период 2011-2012 гг. (г. Краснодар, метеостанция «Круглик»).

Уместно заметить, что дифференцированный подход к температурным стрессорам и характеру их влияния на плодовые культуры в летний сезон применим и в отношении зимнего периода [4].

Растения изучаемых культур и сортов по-разному реагируют на действие высоких температур определенного типа.

В течение первой половины лета 2012 года, на фоне естественного повышения температуры воздуха в дневные часы до 38-40°C (рис. 6), в листьях растений яблони и сливы зафиксированы определенные изменения содержания белков и свободных аминокислот (таблица). Так, в результате перегрева за период «середина июня - начало июля» концентрация белков в листьях яблони сортов Голден Делишес и Флорина снизилась на 27 и 30 % соответственно. По-иному отреагировали на повышенные температуры

воздуха растения сливы. В аналогичных условиях у сорта Прикубанская этот показатель уменьшился только на 18%. Вместе с тем концентрация белков в листьях сорта Стенлей даже при избытке тепла возросла за указанный промежуток времени на 12%. Не исключено, что этот феномен может быть

Таблица - Изменение содержания белков и свободных аминокислот в листьях плодовых растений в течение жаркого периода 2012 г.

Сорт	Белки, мг/г		Свободные аминокислоты, мг/дм <sup>3</sup>			
	14.06	15.07	сумма		пролин	
			14.06	15.07	14.06	15.07
<b>Яблоня</b>						
Голден Делишес	15,1	11,0	239,3	296,2	46,0	43,7
Флорина	12,7	8,9	160,2	124,2	28,8	24,1
<b>Слива</b>						
Стенлей	11,7	13,1	1200,0	470,1	491,1	115,0
Прикубанская	13,1	10,8	1195,0	377,0	598,0	47,7

$\overline{sx}$ , % ≤ 3-5

Полученные данные вполне согласуются с результатами определения содержания в листовых пластинках плодовых растений свободной аминокислоты пролина. Как известно [7], эту аминокислоту принято считать протекторным соединением, способным образовывать гидрофильные коллоиды и защищающим белки при действии стресс-фактора от денатурации.

Отмечено, что в июне на фоне высоких температур воздуха концентрация пролина в листьях растений сливы на порядок выше, чем у яблони. Между тем, при естественном снижении температуры до среднесезонных значений (ниже 30°C) содержание этой аминокислоты у растений сливы существенно уменьшается. По-видимому, при ослаблении

действия стрессора функциональная значимость пролина, как протектора, снижается.

У сортов яблони изменение содержания рассматриваемой аминокислоты в листьях в течение первой половины лета выражено в меньшей степени. Такие результаты могут быть связаны с различной устойчивостью растений сливы и яблони к раннему перегреву (первый компонент жароустойчивости).

Обращает на себя внимание и характер изменения содержания суммы свободных аминокислот в листьях плодовых растений, вызванного действием высоких температур первого типа. Так, в течение июня – начала июля этот показатель у сорта яблони Голден Делишес закономерно увеличивается (на 24%), а у сорта сливы Стенлей – уменьшается (в 2,6 раза). Однако при избытке тепла в первой половине лета у сорта яблони Флорина и, особенно у сливы Прикубанская, несмотря на значительное снижение концентрации белков в листовых пластинках, содержание суммы свободных аминокислот также уменьшается (на 22% и в 3,2 раза соответственно). Это может быть связано с различной активностью реакции дезаминирования аминокислот, определяющей степень повреждения растительных тканей при перегреве (см. рис. 2).

С учетом полученных данных, в начале лета жароустойчивость сорта яблони Голден Делишес выше, чем сорта Флорина, а сорт сливы Стенлей более устойчив к раннелетнему перегреву, чем Прикубанская.

Следует, однако, признать, что высокие температуры первого типа в «чистом» виде проявляются в южном регионе крайне редко (см. рис. 3-5). Чаще отрицательное влияние избытка тепла на плодовые растения обнаруживается во второй половине лета. При этом уровень устойчивости сорта к действию температурного стрессора может изменяться. Так, при действии высоких ( $50 \pm 2^\circ\text{C}$ ) температур второго типа (смоделированы в климатической камере) «лидерами» по жароустойчивости зафиксированы растения яблони сорта Флорина и сливы Прикубанская.

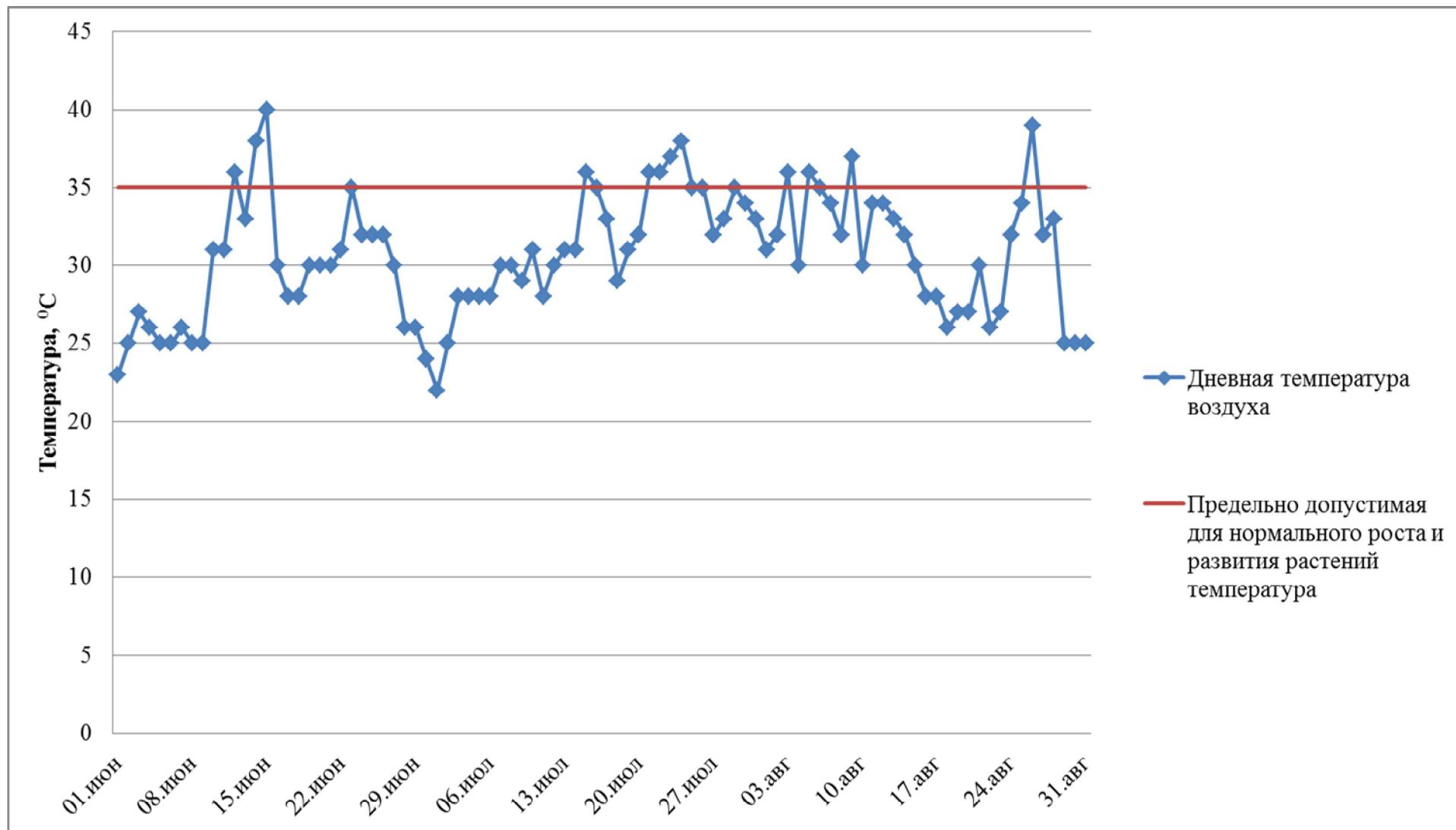


Рис. 6- Динамика дневных температур воздуха в течение летнего периода 2012 г.

Намного ниже устойчивость к перегреву сортов яблони Голден Делишес и сливы Стенлей. Об этом свидетельствуют установленные при действии высоких температур относительная стабильность содержания белков в листьях сортов первой группы и отсутствие таковой у сортов второй группы (рис. 7).

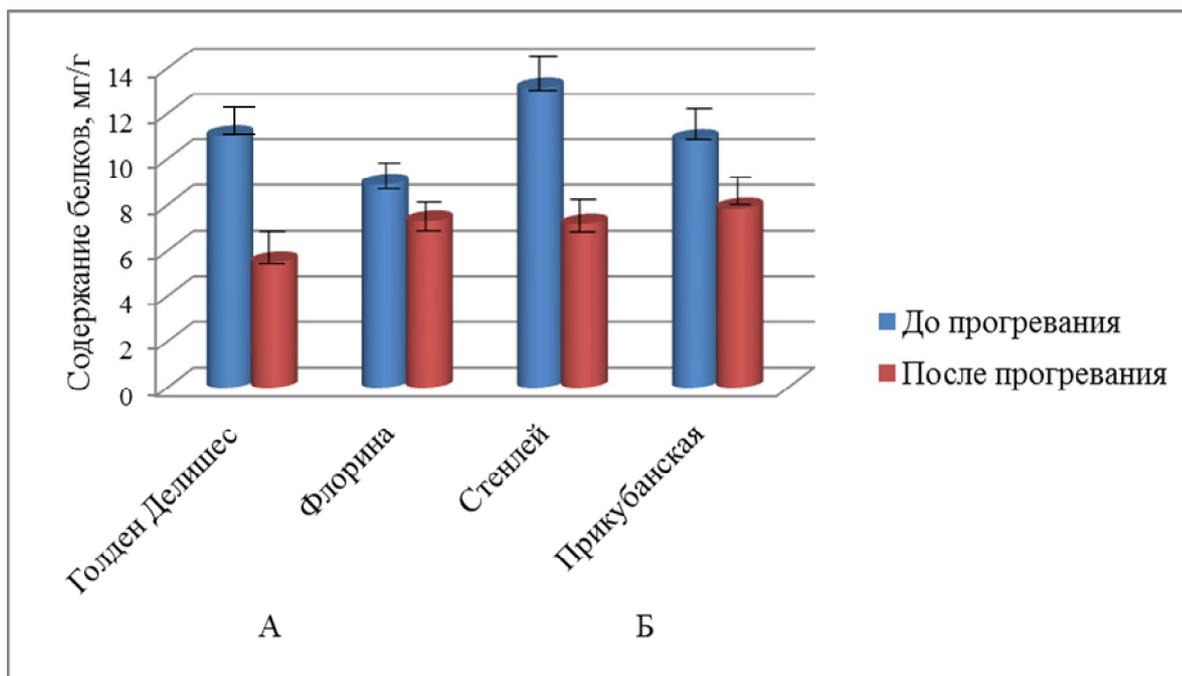


Рис. 7- Изменение содержания белков в листьях растений яблони (А) и сливы (Б) под влиянием высоких температур ( $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), 26.07.2012 г.

Логично предположить, что сроки проявления устойчивости определенного сорта конкретной плодовой культуры к температурному стрессору связаны со специфической «дозой» тепла, необходимой для мобилизации защитно-приспособительных реакций растительного организма.

Исходя из представленных материалов, эта «доза» для сортов яблони Голден Делишес и сливы Стенлей намного меньше, чем для сортов Флорина и Прикубанская соответственно.

Вместе с тем избыток тепла может заметно снизить эффективность действия защитных механизмов растительного организма. Это отчетливо

проявляется, например, у растений яблони сорта Голден Делишес при действии повышенных температур воздуха третьего типа (см. рис. 2).

С учетом изложенного, в процессе эволюции растения разных плодовых пород сформировали различные механизмы адаптации к перегреву. К таким защитным механизмам у сортов сливы могут быть отнесены активизация накопления в органах растений протектора белков - аминокислоты пролина или, в некоторых случаях, синтеза БТШ. Вместе с тем у растений яблони при довольно значительном распаде белков, вызванном температурным стрессором, может усиливаться создание и функционирование защитных систем детоксикации образующегося аммиака [2].

Интегральным показателем устойчивости плодовых растений к воздействию высоких температур определенного типа является величина хозяйственного урожая, сформированного в годы с проявлением соответствующего стрессора. Например, в 2011 году с высокими температурами воздуха во второй половине летнего периода урожай плодов у яблони сорта Флорина (жароустойчивость по второму компоненту) на 14% выше, чем у сорта Голден Делишес (рис. 8). Вместе с тем при «комбинированном» типе воздействия высоких температур (с преобладанием раннелетних) в 2012 году этот показатель заметно больше у сорта Голден Делишес (устойчивость по первому компоненту).

В отличие от яблони и сливы характер различий по жароустойчивости сортов чайно-гибридной розы Софи Лорен и Венделла в течение летнего периода не изменяется (см. рис. 2). Как показал эксперимент, на протяжении всего сезона, более устойчивы к перегреву растения сорта Венделла. Более того, именно у этого сорта на фоне частого проявления температурного стрессора в 2012 году и в этой связи значительного повреждения листовых пластинок зафиксирована повышенная (в сравнении с контролем) способность к формированию побегов возобновления, приводящая к улучшению декоративных качеств куста. Так, за летний период (данные 2012

г.) количество побегов на кусте у сорта Венделла увеличилось в 2,5 раза, а у сорта Софи Лорен - только на 67%.

По-видимому, мы можем говорить о специфическом защитном механизме, свойственном растениям чайно-гибридной розы. К такому механизму следует отнести ускорение процессов обновления поврежденных органов при действии стресс-фактора.

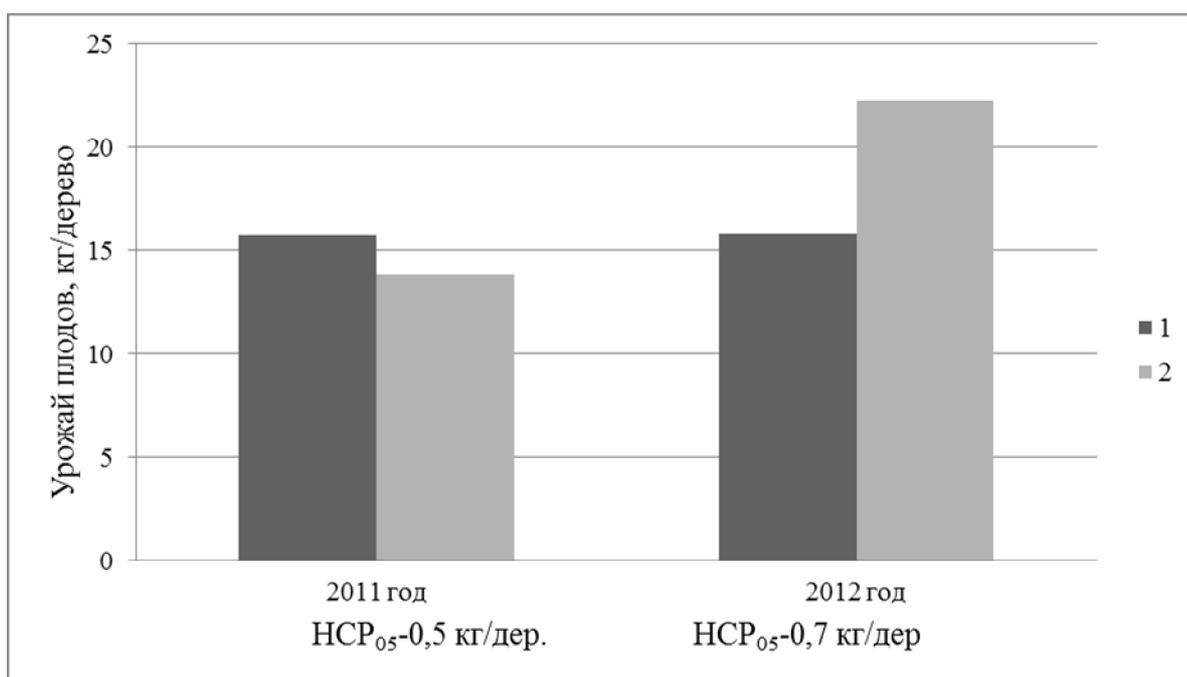


Рис. 8-Урожай плодов яблони в годы с проявлением высоких температур воздуха разного типа (сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 1997 г. по схеме 4x2 м). Сорта: 1-Флорина; 2-Голден Делишес.

Таким образом, жароустойчивость плодовых и декоративных растений определяется не только их морфо-биологическими особенностями, но и спецификой проявления температурного стрессора в соответствующие годы. Выявлены три типа воздействия на растения высоких температур в летний период и соответственно три компонента жароустойчивости. Адаптация растений к перегреву связана с созданием и функционированием специфических для каждой породы защитных систем: например, защиты белков от разрушения (у сливы); детоксикации образующегося при распаде белков аммиака (у яблони) или ускорения обновления поврежденных органов

(у розы) и т.д. Для обоснованного подбора и рационального размещения пород и сортов плодовых и декоративных культур на территориях с частым проявлением высоких температур воздуха в течение лета целесообразно использовать различные биологические показатели растений, в частности содержание белков, свободной аминокислоты пролина в листьях, и характер их изменения под действием стресс-фактора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дорошенко Т.Н. Плодоводство с основами экологии / Т.Н. Дорошенко.- Краснодар: КубГАУ, 2002. – 274 с.

2. Дорошенко Т.Н. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России: Монография / Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Л.Г. Рязанова.- Краснодар: Просвещение-Юг, 2010.- 123 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. - М.: Колос, 1979.- 416с.

4. Кичина В.В. Селекция плодовых и ягодных культур на высокий уровень зимостойкости (концепция, приемы и методы) / В.В. Кичина. – М., 1999.-126 с.

5. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – 300 с.

6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т.П. Огольцовой.) – Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999.- 608 с.

7. Якушкина Н. И. Физиология растений / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 463 с.