

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ПРОЯВЛЕНИЕ СТРЕСС-ФАКТОРОВ ЗИМНЕ-ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА ДЛЯ АБРИКОСА В ПРИКУБАНСКОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ\***

**И.А. Драгавцева<sup>1</sup>**, доктор сельскохозяйственных наук, **А.С. Моренец<sup>1</sup>**, аспирант,  
**И.Ю. Савин<sup>2,3</sup>**, член-корреспондент РАН, **А.П. Кузнецова<sup>1</sup>**, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства,  
 350072, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39

<sup>2</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7

<sup>3</sup>Аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, 117198, Москва, ул. Миклухо Маклая, 8  
 E-mail: savin\_iyu@esoil.ru

*Проанализированы многолетние изменения риска повреждения абрикоса весенними заморозками на территории Краснодарского края. Обнаружена смена рангов вероятности проявления минимумов низких температур в двух многолетних периодах (1985-2000 и 2001-2017 гг.). Показано, что смена рангов от первого ко второму периоду происходит для сортов Краснощекий и Жердель 1-22 практически одинаково на всей территории исследований, что свидетельствует об очень слабом вкладе экологических различий между географическими точками в феномен взаимодействия генотип – среда. Сорт Нью-Джерси оказался самым неустойчивым во всех регионах, за исключением Усть-Лабинска в 1985-2000 гг. Сорта абрикоса различались гомеостазом морозостойкости. В оба периода различия по вероятностям проявления минимумов низких температур сорта Краснощекий составили 29,7 и 35,3; сорта Жердель 1-22 – 25,2 и 29,5 и сорта Нью-Джерси – 25,0 и 41,1. Самая гомеостатичная морозостойкость отмечена у сорта Жердель 1-22.*

**INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE MANIFESTATION OF WINTER-SPRING STRESS FACTORS FOR APRICOT IN THE PRIKUBANSKY ZONE OF THE KRASNODAR REGION**

**Dragavtseva I.A.<sup>1</sup>, Morenets A.S.<sup>1</sup>, Savin I.Yu.<sup>2,3</sup>, Kuznetsova A.P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>North-Caucasus Federal Scientific Centre for Horticulture, Wine grape study and Winery,  
 350072, Krasnodar, ul. 40 let Pobedy, 39

<sup>2</sup>V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 119017, Moskva, Pyzhevsky per., 7

<sup>3</sup>Agrarian-Technological Institute of RUDN University, 117198, Moskva, ul. Miklukho-Maklaya, 8  
 E-mail: savin\_iyu@esoil.ru

*The results of analysis of long-term changes in the risk of apricot damage in spring frosts in the Krasnodar region are presented. The phenomenon of changing the ranks of the probability of the manifestation of low-temperature minima in two long-term periods (1985-2000 and 2001-2017) is revealed. It is shown that the change of ranks from the first to the second period occurs for varieties Krasnoshcheky and Gerdel 1-22 practically the same throughout the research area, which indicates a very weak contribution of ecological differences between geographic points in the phenomenon of genotype-environment interaction. The variety of New Jersey is almost consistently ranked third (the most unstable) in all regions except for Ust-Labinsk in the period 1985-2000. It is shown that apricot varieties differ in frost-resistance homeostasis. Variety Krasnoshcheky in period 1 and period 2 has differences in the probability of manifestation of low-temperature minima - 29.7 and 35.3; variety Zherdel 1-22 - 25.2 and 29.5; and the grade of New Jersey is 25.0 and 41.1. The most homeostatic frost resistance in the Gerdel variety is 1-22.*

**Ключевые слова:** абрикос, стресс-факторы, весенние заморозки, изменения климата

**Key words:** apricot, stress factors, spring frosts, climate change

По данным Всемирной метеорологической организации, последнее пятилетие стало самым теплым за весь период инструментальных наблюдений, то есть с середины XIX в., а средняя глобальная приземная температура воздуха в 2016 г. достигла максимального значения [1]. Современный рост среднегодовых температур (1976-2016 гг.) на территории России за 10 лет составил 0,45°C, а на Европейской части России – 0,54°C, что существенно опережает глобальные величины роста (0,17°C за 10 лет) [2].

Влиянию глобальных изменений климата на сельскохозяйственное хозяйство России посвящено большое количество

научных публикаций, основная часть которых обобщена в коллективной монографии 2012 г. [3], последние данные приведены в работе [4]. Как правило, большое внимание уделяется построению сценариев изменения валового сбора зерновых культур как основы питания большинства населения Мира и не рассмотрены последствия изменения климата на продуктивность многолетних плодовых культур. Изменение встречаемости и частоты весенних заморозков – один из важнейших факторов снижения урожайности многих плодовых культур, в том числе и абрикоса [5-10].

Целью настоящей работы был анализ многолетних

\*Исследование выполнено при финансовой поддержке грантов РФФИ 17-307-50006\17 и 16-04-00199.

**Табл. 1. Характеристика проявления стресс-факторов зимне-весеннего периода для сорта абрикоса Краснощекий в Прикубанской зоне Краснодарского края (метеостанция Краснодара), 1985-2000 гг.**

Месяц и декада	Фаза развития	Типичные лимиты	Фактические годы проявления	Фактическая минимальная температура, °С
Январь I	Органический и вынужденный покой	-25		
Январь II		-24		
Январь III	Вынужденный покой	-24	1988	-26,5
Февраль I		-22	1991	-23,5
Февраль II	Набухание цветковых почек	-20	1991	-21,6
			1994	-20,5
Февраль III		-16	1985	-17,1
			1986	-21,2
Март I	Распускание цветковых почек	-13	1985	-26,5
Март II			1986	-25,6
Март III	Появление лепестков	-10	1985	-18,7
Апрель I				
Апрель II	Цветение	-8	0	
Апрель III		-6	0	
Апрель II	Цветение	-3		
Апрель III		-3		
Итого лет			5	

**Примечание.** Вероятность – 31,3 %.

**Табл. 2. Характеристика проявления стресс-факторов зимне-весеннего периода для сорта абрикоса Краснощекий в Прикубанской зоне Краснодарского края (метеостанция Краснодара), 2001-2017 гг.**

Месяц и декада	Фаза развития	Типичные лимиты	Фактические годы проявления	Фактическая минимальная температура, °С
Январь I	Органический и вынужденный покой	-25	2002	-24,6
Январь II		-24		
Январь III	Вынужденный покой	-24	2005	-27,7
Февраль I		-22		
Февраль II	Набухание цветковых почек	-20		
Февраль III		-16	2007	-17,5
Март I	Распускание цветковых почек	-13		
Март II				
Март III	Появление лепестков	-8		
Апрель I				
Апрель II	Цветение	-3	2004	-5,6
Апрель III		-3	2009	-3,3
Итого лет			5	

**Примечание.** Вероятность – 29,4 %.

изменений риска повреждения абрикоса весенними заморозками на территории Краснодарского края, обладающего наибольшим потенциалом в России для возделывания этой плодовой культуры [11].

**Методика.** Изучали действие стресс-факторов на два сорта абрикоса – Краснощекий (районированный, средней зимостойкости) и Нью-Джерси (пониженной зимостойкости), а также сортоформу Жердель 1-22 (повышенной зимостойкости). Оценивали влияние весенних заморозков на повреждение цветковых почек, цветков, лепестков, а также на общую продуктивность культуры. Исследования проводили методами полевого обследования

насаждений – основных массивов абрикоса всей Прикубанской зоны Северного Кавказа с 1985 по 2017 г.

При анализе использовали метеорологические данные о минимальной температуре воздуха, полученные на метеостанциях Краснодара и Усть-Лабинска (центральная часть Прикубанской зоны), метеостанции Крымска (Западные предгорья), метеостанции Лабинска (Восточные предгорья).

**Результаты и обсуждение.** Проявление стресс-факторов зимне-весеннего периода изучали с учетом флуктуации климата по двум периодам – 1985-2000 и 2001-2017 гг. Материалы исследований по сорту

**1985 - 2000 гг.**



**2001 - 2017 гг.**



*Наступление стресс-факторов (заштриховано) зимне-весеннего периода 1985-2000 и 2001-2017 гг., сорт Краснощекий, Прикубанская зона Краснодарского края (метеостанция Краснодара).*

**Табл. 3. Вероятностная характеристика проявления стресс-факторов на сортах абрикоса различной зимостойкости в условиях изменения климата за 1985-2000 и 2001-2017 гг. в различных точках Краснодарского края**

Сорт	1985-2000 гг.	2001-2017 гг.
Краснощекий (районированный, средняя зимостойкость)	<b>Краснодар</b> 31,3	29,4
	<b>Крымск</b> 50,0	29,4
	<b>Усть-Лабинск</b> 31,3	64,7
	<b>Лабинск</b> 50,0	52,9
	<b>Краснодар</b> 31,3	17,6
Жердель 1-22 (повышенная зимостойкость)	<b>Крымск</b> 31,3	35,3
	<b>Усть-Лабинск</b> 43,8	41,2
	<b>Лабинск</b> 56,3	47,1
	<b>Краснодар</b> 37,5	29,4
	<b>Крымск</b> 43,8	70,5
Нью-Джерси (пониженная зимостойкость)	<b>Усть-Лабинск</b> 43,8	76,5
	<b>Лабинск</b> 62,5	64,7

Краснощекий представлены в табл. 1, 2 и на рис. Такой же анализ выполнен по сорту Нью-Джерси и сортоформе Жердель 1-22.

Проанализированы вероятности проявления минимумов низких температур, снижающих урожай сортов абрикоса в разных точках Краснодарского края за эти периоды (табл.3).

Для сорта Краснощекий установлено, что в 2001-2017 гг. изменилась очередность проявления стресс-фактора с фазы набухания и распускания цветковых почек на фазы органического и вынужденного покоя (рис.). Число лет с губительными низкими температурами в фазы органического и вынужденного покоя в 1985-2000 гг. было равно нулю, а в 2001-2017 гг. – двум. Во второй период в фазы набухания и распускания цветковых почек (февраль-март) опасные для урожая низкие температурные стресс-факторы не отмечены, а их проявление в фазе цветения осталось неизменным. В целом условия Краснодара улучшились для выращивания абрикоса. Если раньше негативное действие низкой температуры наблюдали в 37,5% лет, то в 2001-2017 гг. – только в 17,6%.

В Крымске и Усть-Лабинске в первый период низкие температуры отмечены в фазы набухания, распускания цветков и цветения абрикоса сорта

Краснощекий, во втором периоде (особенно к 2017 г.) они переместились в основном в фазу органического покоя. Причем низкие температуры в отдельные годы достигали -29°C (2002 г.) и даже -31°C (вызывали даже гибель древесины). Таких температур в первый период здесь ранее не было. В целом условия в Крымске и Усть-Лабинске стали менее приемлемыми для выращивания абрикоса.

В Лабинске вероятность низкотемпературных стрессов в фазы органического покоя, набухания и распускания цветковых почек осталась прежней, а в фазе цветения стала почти в 2 раза реже. Сила их действия уменьшилась. В целом, по данным метеостанции Лабинска, вероятность гибели цветковых почек снизилась со 100 до 73%. Выращивание абрикоса может быть успешным на возвышенных (более 600 м над уровнем моря) элементах рельефа – микрозонах, например, в станице Каладжинская Лабинского района, станицах Передовая, Удобная, Спокойная Отрадненского района.

По данным табл. 4, в 1985-2000 гг. сорт Краснощекий занял первое место по устойчивости к низким температурам во всех четырех точках исследования, сорт Жердель 1-22 – второе, за исключением Усть-Лабинска, где он уступил сорту Нью-Джерси (причину предстоит выяснить), а сорт Нью-Джерси оказался самым неустойчивым. Лучшие условия для сортов Краснощекий и Жердель 1-22 оказались в Крымске, худшие – в Лабинске. Для сорта Нью-Джерси лучшие условия – в Краснодаре, худшие – в Лабинске.

Для сорта Краснощекий в Краснодаре в 2001-2017 гг. изменилась очередность наступления стресса. Так, сорт Жердель 1-22 был лучшим по устойчивости во всех точках, затем следует сорт Краснощекий и на

**Табл. 4. Смена рангов вероятности проявления минимумов низких температур, снижающих урожай сортов абрикоса в разных точках Краснодарского края в разные многолетние периоды (в условиях изменения климата)**

Сорт	Краснодар		Крымск		Усть-Лабинск		Лабинск	
	вероятность	ранг	вероятность	ранг	вероятность	ранг	вероятность	ранг
<b>1985-2000 гг.</b>								
Краснощекий	31,3	1-2	20,3	1	31,3	1	50,0	1
Жердель 1-22	31,3	1-2	31,1	2	48,8	3	56,3	2
Нью-Джерси	37,5	3	43,8	3	43,8	2	62,5	3
<b>2001-2017 гг.</b>								
Краснощекий	17,6	1	41,2	2	64,7	2	52,9	2
Жердель 1-22	29,4	2-3	35,3	1	41,2	1	47,1	1
Нью-Джерси	29,4	2-3	70,5	3	76,5	3	64,7	3

третьем месте – Нью-Джерси, как и в первый период. Однако для Нью-Джерси самый сильный стресс оказался в Усть-Лабинске (как и для сорта Краснощекий), но не в Лабинске.

Таким образом, обнаружена смена рангов вероятности проявления минимумов низких температур в двух многолетних периодах (1985-2000 и 2001-2017 гг.), или типичный феномен взаимодействия генотип – среда. Установлен механизм этого взаимодействия – различия по морозостойкости фаз онтогенеза у каждого изучаемого сорта абрикоса (разные метаболические пути и их конечные продукты, детерминирующие морозостойкость каждой фазы).

Смена рангов от первого ко второму периоду происходит для сортов Краснощекий и Жердель 1-22 практически одинаково во всех географических точках, что свидетельствует об очень слабом вкладе экологических различий между географическими точками в феномен взаимодействия генотип – среда. Сорт Нью-Джерси оказался самым неустойчивым во всех точках (за исключением Усть-Лабинска в первый период).

Обнаружен надежный путь селекционного повышения морозостойкости абрикоса: в селекционном фитотроне необходимо оценивать устойчивость к морозам и заморозкам каждой фазы онтогенеза у разных сортов и затем, путем последующих скрещиваний закреплять максимально устойчивые фазы в принципиально новом будущем сорте.

Сорта абрикоса различаются гомеостазом морозостойкости. Так, сорт Краснощекий в оба периода имеет различия по вероятности проявления минимумов низких температур – 29,7 и 35,3; сорт Жердель 1-22 – 25,2 и 29,5; сорт Нью-Джерси – 25,0 и 41,1. Самая гомеостатичная морозостойкость выявлена у сорта Жердель 1-22. Природу различий по гомеостатичности морозостойкости предстоит выяснить.

В результате исследований достигнуто более полное понимание природы взаимодействия генотип – среда у многолетних плодовых культур для возможного управления его эффектами с помощью как генетико-селекционных инновационных технологий, так и агротехнологий, что позволит усилить стабильность отрасли садоводства.

## Литература.

1. *The global climate in 2011-2015. WMO 2016.* – No. 1179, 28 pp.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. – М.: Росгидромет, 2017. – 70 с. [http://www.meteorf.ru/upload/pdf\\_download/Доклад 2016.pdf](http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/Доклад%202016.pdf).
3. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России (ред. Усков И.Б., Якушев В.П.). – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 518 с.
4. Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство) (ред. А.И. Бедрицкий). – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, – 2018. – 357 с.
5. Pakkish Z., Tabatabaenia M.S. The use and mechanism of NO to prevent frost damage to flower of apricot // *SCIENTIA HORTICULTURAE*. – 2016,. –V.198, – P. 318-325.
6. Szalay L., Ladanyi M., Hajnal V., Pedryc A., Toth M. Changing of the flower bud frost hardiness in three Hungarian apricot cultivars // *Horticultural Science*. – 2016. – V.43. – P. 134-141, DOI: 10.17221/161/2015-HORTSCI. 6. Hajnal V., Nemeth Sz., Szalay L., Vecsei A. Frost Hardiness of Overwintering Organs of Some Promising Foreign Apricot Cultivars in Hungary // *Acta Horticulturae*,. – 2013. – V. 981. –P. 587-590.
7. Miranda C., Santesteban L.G., Royo J.B. Variability in the relationship between frost temperature and injury level for some cultivated *Prunus* species // *HortScience*, 4 (2) (2005). – P. 357-361.
8. Rodrigo J. Spring frosts in deciduous fruit trees morphological damage and flower hardiness // *Sci. Hortic*. – 2000. – 85. – P. 155-173.
9. Westwood M.N. Temperate Zone pomology // *Freeman and Co Timer Press. Organ* (1993). – 482p.
10. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Загиров Н.Г., Казиев М.Р.А., Ахматова З.П., Моренец А.С., Батталов С.Б. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодового хозяйства. – Краснодар, Махачкала: ДагНИИСХ, 2016. – 138 с.

Поступила в редакцию 28.03.18

Принята к публикации 17.04.18