

Глава 6.

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

УДК 634.232:631.529

doi: 10.31360/2225-3068-2020-73-127-132

**ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ  
РАСТЕНИЙ ЧЕРЕШНИ К ПОНИЖЕННЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ  
ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА**

**Дорошенко Т. Н., Рязанова Л. Г., Зайнутдинов З. З.**

*Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина»,  
г. Краснодар, Россия, e-mail: doroshenko-t.n@yandex.ru*

В условиях лабораторного и полевого опытов, поставленных в плодоносящих насаждениях черешни прикубанской зоны садоводства, установлено, что холодостойкость растений и их устойчивость к весенним заморозкам обусловлена действием определенных физиолого-биохимических механизмов. Резистентность растительного организма к температурным стрессовым факторам сопряжена со способностью активизировать в неблагоприятных условиях среды синтез фитогормона ИУК в цветках, ответственного за повышение эффективности процесса оплодотворения и более полную реализацию потенциальной продуктивности. Приведены индикаторы устойчивости растений определенных помологических сортов к пониженным температурам воздуха весеннего периода.

**Ключевые слова:** черешня, растения, органогенез, этапы, цветение, гипотермия, заморозки, устойчивость, индикаторы.

Разработка технологических систем регуляции генеративного развития плодовых растений в условиях непредсказуемых изменений погоды – важнейшая задача современного садоводства. Её выполнение обеспечит стабильное ведение отрасли даже при появлении различных климатических стрессоров и аномалий. Безусловно, для каждой плодовой культуры должны быть найдены специфические технологические решения, связанные с биологическими особенностями растений соответствующих помологических сортов и их реакцией на изменения некоторых экологических факторов (особенно температурного режима территорий). Отмечена, в частности, наметившаяся тенденция пролонгирования ростовых процессов (увеличения продолжительности периода вегетации) и замедления дифференциации генеративных почек растений яблони, особенно зимних сортов, связанная с проявлением аномально высоких температур воздуха в осенний период [1]. Более того, предложены некоторые приёмы корректировки генеративного

развития растений яблони в неблагоприятных условиях среды [2]. Вместе с тем, практически отсутствует подобная информация по черешне, отличающейся ранним созреванием плодов и популярностью среди их производителей и потребителей [3]. Однако урожайность этой ценной культуры даже на юге России чрезмерно мала, что может быть связано с редукцией элементов продуктивности растений, вызванной влиянием заморозков и пониженных положительных температур воздуха весеннего периода [4]. Очевидно, для более полной реализации потенциальной продуктивности растительного организма на соответствующих этапах органогенеза необходимо располагать индикаторами степени его устойчивости к неблагоприятному воздействию среды для дальнейшей разработки надежных агроприёмов, оптимизирующих ход этого процесса [10, 11].

В этой связи **целью настоящих исследований** явилось определение особенностей изменения некоторых физиолого-биохимических показателей растений черешни, связанных с редукцией элементов их продуктивности под влиянием заморозков и пониженных положительных температур воздуха (гипотермии) в течение весеннего периода.

**Объекты и методы.** Исследования проведены в 2012 г. и смежные 2018–2019 гг. в плодоносящих насаждениях черешни прикубанской зоны, расположенных на садопригодных почвах: черноземе выщелоченном и аллювиально-луговой. Агротехника на опытном участке соответствовала рекомендованной [5]. Изучены различные по заморозоустойчивости и холодостойкости сорта черешни: ‘Кавказская улучшенная’ (ранний), ‘Ярославна’ (среднеранний), ‘Мелитопольская чёрная’ (среднепоздний), ‘Францис’ (среднепоздний) [2]. Повторность опыта – шестикратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

Учёты и наблюдения проводили в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [6]. Кратковременно (в течение 4 часов) понижение температуры до  $-2,5 \pm 0,2$  °C на фоне естественной гипотермии моделировали в климатической камере Binder KB 53 (апрель, 2012 г.). Этапы органогенеза растений черешни определяли согласно теории Ф. М. Куперман [7], содержание кофейной кислоты и фитогормона стимулирующего действия – индолилуксусной кислоты (ИУК) в цветках – методом капиллярного электрофореза [8]. Повторность анализов – двукратная.

**Результаты и их обсуждение.** Важным периодом развития растений черешни, определяющим, в конечном счёте, уровень хозяйственного урожая, являются V–IX этапы органогенеза. В этот временной диапазон отмечаются формирование генеративных органов цветков, цветение и оплодотворение [7]. По результатам эксперимента, даты наступления указанных этапов во многом зависят от

некоторых биологических особенностей используемых помологических сортов, в частности от сроков созревания их плодов. Так, у среднераннего сорта черешни 'Ярославна' окончание V этапа органогенеза было зафиксировано во второй декаде декабря (2018 и 2019 годы), тогда как у среднепозднего 'Мелитопольская чёрная' аналогичная степень развития генеративных почек отмечалась значительно (на семь – десять суток) позже. В ходе дальнейшего формирования генеративных органов эта тенденция сохранялась. В результате начало вегетации растений и распускания цветковых почек у сорта 'Ярославна' наступало существенно раньше, чем у сорта 'Мелитопольская чёрная'.

Исходя из представленных материалов складывается мнение о том, что у растений черешни с более ранним созреванием плодов раньше завершается дифференциация генеративных почек и отмечается фенофаза «распускание почек и цветение» (при условии обычного для климата соответствующей местности темпа наращивания активных температур воздуха в начале периода вегетации растений). Данный факт ставит под сомнение возможность устойчивой реализации потенциальной продуктивности черешни ранних помологических сортов на территориях южного региона европейской части России с частым проявлением в указанные сроки гипотермии и даже кратковременного понижения температуры воздуха до небольших отрицательных значений. В пользу этой точки зрения свидетельствуют результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Хозяйственный урожай растений  
черешни на подвое ВСЛ-2 в годы с различным температурным  
режимом апреля, прикубанская зона садоводства, 2018–2019 гг.**

Помологический сорт	Среднемесячная температура, °С	Минимальная температура по декадам, °С			Хозяйственный урожай	
		1	2	3	кг/дерево	т/га
2018 г.						
'Мелитопольская чёрная'	13,8	1,2	1,3	2,0	4,0	2,7
'Ярославна'	13,8	1,2	1,3	2,0	3,6	2,4
НСР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,3	–
2019 г.						
'Мелитопольская чёрная'	11,8	–1,2	2,6	3,6	5,8	3,9
'Ярославна'	11,8	–1,2	2,6	3,6	2,7	1,8
НСР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,5	–

Как видно из приведённых данных, на фоне благоприятной для цветения черешни среднемесячной температуры воздуха апреля в отдельные даты

зафиксировано проявление температурных стрессоров. Так, в первой-второй декадах апреля 2019 г. минимальные температуры достигали отметки  $-1,2...+2,6$  °С. В этих условиях отмечено повреждение генеративных частей цветка, приводящее к редукции элементов продуктивности черешни. В результате, хозяйственный урожай у среднераннего сорта 'Ярославна' был ниже, чем у среднепозднего 'Мелитопольская чёрная' более, чем в два раза. Вместе с тем даже на фоне предельно низких положительных температур апреля 2018 г., но при отсутствии в указанный временной диапазон заморозков, разница по урожайности исследуемых сортов не столь рельефна.

Следует, однако, заметить, что сформулированная гипотеза о сроках завершения дифференциации генеративных почек растений черешни, как важном диагностическом критерии их устойчивости к гипотермии и весенним заморозкам требует серьезных уточнений.

Как нам представляется, в данном случае, речь должна идти не столько о времени цветения, сколько о способности растительного организма противостоять неблагоприятному воздействию температурного фактора на соответствующем этапе органогенеза. В этом убеждают нас данные, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

**Изменение содержания  
кофейной кислоты и ИУК в цветках черешни  
под влиянием температурного стрессора, мг/кг, апрель 2012 г.**

Сорт	Кофейная кислота		ИУК	
	1	2	1	2
'Кавказская улучшенная'	1,3	4,2	0,5	1,9
'Францис'	3,1	2,5	7,0	9,3
sx, % $\leq 3-4$				

*Примечание:* Условия эксперимента:

1 – до промораживания; 2 – после промораживания

Как показал эксперимент, растения черешни раннего сорта 'Кавказская улучшенная' в фазу «массовое цветение» (IX этап органогенеза) отличаются весьма низким содержанием в цветках кофейной кислоты. Между тем именно это соединение участвует в биосинтезе хлорогеновой кислоты, влияющей на механизмы образования в органах цветка ауксинов [9]. Данное положение подтверждают и результаты нашего опыта: незначительное содержание в цветках черешни сорта 'Кавказская улучшенная' кофейной кислоты сопряжено с предельно низкой концентрацией в них ИУК. Между тем под влиянием кратковременного

понижения температуры, смоделированного в климатической камере, у черешни сорта 'Кавказская улучшенная' в генеративных органах зафиксировано значительное (в 3,2 раза) увеличение кофейной кислоты, сопровождаемое резким повышением концентрации ИУК (в 3,8 раза). Представленные результаты подтверждаются литературными данными об увеличении в тканях растений в первые часы холодовой акклиматизации содержания свободных форм фитогормонов, в том числе ауксинов [4], определяющих эффективность процесса оплодотворения и стабильность плодоношения.

Исходя из приведённых материалов, у растений черешни некоторых ранних сортов (в нашем опыте – 'Кавказская улучшенная') могут проявляться защитно-приспособительные изменения, обуславливающие устойчивость растительного организма к температурным стрессорам весеннего периода. В то же время у среднепоздних сортов (например, 'Францис') защитные реакции на действие неблагоприятного фактора внешней среды выражены намного слабее: под влиянием пониженных температур содержание кофейной кислоты в цветках уменьшается на 20 %, а концентрация ИУК увеличивается только в 1,3 раза.

Примечательно, что хозяйственный урожай черешни сорта 'Францис' в год с проявлением апрельской гипотермии (2012 г.) на 40 % ниже среднемноголетнего показателя (8,1 и 13,7 т/га соответственно).

Таким образом, по результатам оценки, растения черешни среднепозднего сорта 'Францис' на IX этапе органогенеза менее устойчивы к весенним заморозкам и низким положительным температурам в сравнении с ранним сортом 'Кавказская улучшенная'.

**Закключение.** Растения черешни, отличающиеся ранним сроком цветения, более подвержены воздействию температурных стрессоров весеннего периода, в сравнении с поздноцветущими растительными организмами. Тем не менее, холодостойкость растений и устойчивость их к весенним заморозкам зависят не столько от даты завершения дифференциации генеративных почек, сколько от способности в неблагоприятных условиях среды активизировать образование в цветках фитогормона ИУК, обеспечивающего повышение эффективности процесса оплодотворения, а в конечном счете – более полную реализацию потенциальной продуктивности. Надёжным индикатором устойчивости растений черешни определенных помологических сортов к пониженным температурам воздуха весеннего периода является степень изменения в цветках содержания кофейной кислоты и ИУК, вызванного влиянием стрессового фактора.

*Исследование выполнено при поддержке  
РФФИ и Администрации Краснодарского края  
(проект №19-44230013 p\_a)*

**Библиографический список**

1. Дорошенко Т.Н., Чумаков С.С., Рязанова Л.Г., Ященко С.А. Влияние абиотических факторов на формирование хозяйственного урожая яблони и приёмы его оптимизации на юге Европейской части России // Политематический сетевой электронный науч. журнал Кубанского ГАУ. – 2019. – № 09(153). – С. 294-305. – doi: 10.21515/1990-4665-153-029.
2. Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г. Приёмы регуляции роста и развития растений яблони на юге России при действии высоких температур летне-осеннего периода // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – Вып. 68. – С. 164-170. – doi: 10.31360/2225-3068-2019-68-170-177.
3. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края. Т. 2. Косточковые культуры. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2009. – 134 с.
4. Кошкин Е.И., Гусейнов Г.Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур. – М.: РГ-Пресс, 2020. – 576 с. – doi: 10.31085/9785998808418-2020-576.
5. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края / под общей ред. Е.А. Егорова. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – 241 с. – ISBN 978-5-98272-100-6.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. – Орёл, 1999. – 608 с. – ISBN 5-900705-15-3.
7. Куперман Ф.И. Морфофизиология растений. – М: Высшая школа. – 1977. – 288 с.
8. Современные инструментально-аналитические методы исследований плодовых культур и винограда / под общей редакцией Н.И. Ненько. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – 115 с. – ISBN 978-5-98272-107-5.
9. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Максимцов Д.В. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-94672-816-4.
10. Bernier G. The control of floral evocation and morphogenesis // Annual Review of Plant Molecular Biology. – 1988. – № 39. – P. 175-219.
11. Apel K., Hirt H. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction // Anna. rv. Plant Biol. – 2004. – Vol. 55. – P. 373-399. – doi: 10.1146/annurev.arplant.55.031903.141701

**INDICATORS OF SWEET-CHERRY PLANTS RESISTANCE  
TO LOW TEMPERATURES DURING SPRING PERIOD**

**Doroshenko T. N., Ryazanova L. G., Zainutdinov Z. Z.**

*Federal State Budgetary Educational Institution  
of Higher Education "I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University",  
Krasnodar, Russia, e-mail: doroshenko-t.n@yandex.ru*

Under laboratory and field experiments, carried out in fruit-bearing cherry plantations in Kuban gardening zone, it was established that frost resistance of plants and their resistance to spring frosts depend on certain physiological and biochemical mechanisms. The resistance of plant organism to a temperature stress factor is associated with the ability to accelerate in adverse conditions with the synthesis of phytohormone indole acetic acid, which is responsible for increasing the efficiency of fertilization process and the more complete efficiency of potential productivity. The paper also gives indicators of certain pomological cultivars resistance to lower air temperature in the spring.

**Key words:** sweet-cherry, plants, organogenesis, steps, blossoming, hypothermia, frosts, resistance, indicators.