

УДК 634.232:631.529

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ЧЕРЕШНИ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА: ВОЗМОЖНЫЕ ИНДИКАТОРЫ И МЕХАНИЗМЫ*

Дорошенко Татьяна Николаевна
Доктор с.-х. наук, профессор
SPIN-код: 9682-1495

Рязанова Людмила Георгиевна
Кандидат с.-х. наук, доцент
SPIN-код: 1083-2877

Чумаков Сергей Семенович
Доктор с.-х. наук, профессор
SPIN-код:1785-8634

Зайнутдинов Зариф Закирович
Аспирант
*Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Исследования посвящены определению особенностей изменений некоторых физиолого-биохимических показателей растений черешни, возникающих под влиянием основного повреждающего фактора весеннего периода - заморозков и связанных с устойчивостью растительного организма к действию стрессора. Исследования проведены в 2012 году и смежные 2018-2019 годы в плодоносящих насаждениях черешни прикубанской зоны, расположенных на садопригодных почвах: черноземе выщелоченном и аллювиально-луговых. Изучены различные по устойчивости к заморозкам сорта черешни. Образцы для анализов отобраны на фоне естественно сложившихся положительных температур воздуха. Проведено промораживание растительного материала в климатической камере «Binder» KB 53 в течение 4-х часов при температуре $-2,5 \pm 0,2^{\circ} \text{C}$. По результатам эксперимента, растения черешни, отличающиеся ранним сроком цветения, более подвержены воздействию температурного стрессора весеннего периода в сравнении с поздноцветущими растительными организмами. Между тем устойчивость растений к заморозкам зависит не столько от даты завершения дифференциации генеративных почек, сколько от эффективности работы физиолого-биохимических механизмов активизации при действии неблагоприятного фактора синтеза в цветках индолилуксусной кислоты, ответственной за результативность начала формирования плодов, а, в конечном счете, более полную реализацию потенциальной продуктивности. Важным индикатором устойчивости растительного организма является степень изменения содержания

UDC 634.232:631.529

06.01.01 - General agriculture, crop production
(agricultural sciences)

STABILITY OF SWEET CHERRY PLANTS TO LOW TEMPERATURES OF THE SPRING PERIOD: POSSIBLE INDICATORS AND MECHANISMS

Doroshenko Tatiana Nikolaevna
Dr.Sci.Agr., professor
RSCI SPIN-code 9682-1495

Ryazanova Ludmila Georgievna
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code 1083-2877

Chumakov Sergey Semenovich
Dr.Sci.Agr., professor
RSCI SPIN-code 1785-8634

Zainutdinov Zarif Zakirovich
postgraduate student
*Kuban State Agrarian University named after
I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

These studies are devoted to determining the characteristics of changes in some physiological and biochemical parameters of sweet cherry plants that arise under the influence of the main damaging factor of the spring period - frost and associated with the resistance of the plant organism to the action of stressor. The studies were carried out in 2012 and adjacent 2018-2019 in the fruiting plantations of cherries of the Kuban zone located on horticultural soils: leached chernozem and alluvial meadow. We studied sweet cherry varieties of different resistance to frost. Samples for analysis were selected according to the background of naturally prevailing positive air temperatures. The plant material was frozen in the Binder climate chamber KB 53 for 4 hours at a temperature of $2.5 \pm 0.2^{\circ} \text{C}$. According to the results of the experiment, sweet cherry plants that differ in early flowering are more susceptible to the temperature stressor in the spring in comparison with late flowering plant organisms. Meanwhile, the resistance of plants to frost depends not so much on the date of differentiation of the generative buds, but on the efficiency of the physiological and biochemical activation mechanisms under the influence of an unfavorable synthesis factor in the flowers of indolylacetic acid, which is responsible for the efficiency of the onset of fruit formation, and ultimately a more complete implementation potential productivity. An important indicator of the stability of a plant organism is the degree of

этого фитогормона

change in the content of this phytohormone

Ключевые слова: ЧЕРЕШНЯ, РАСТЕНИЯ,
ОРГАНОГЕНЕЗ, ЭТАПЫ, ЦВЕТЕНИЕ,
ЗАМОРОЗКИ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ИНДИКАТОРЫ

Keywords: SWEET-CHERRY, PLANTS,
ORGANOGENESIS, STEPS, BLOSSOMING,
FROSTS, RESISTANCE, INDICATORS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-020>

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

Введение.

В последние годы современное садоводство, как отрасль сельскохозяйственного производства, сталкивается со множеством нерешенных проблем. Однако наиболее сложные из них – негативные воздействия на многолетние растения погодных стрессоров. Порой ситуация осложняется и тем фактом, что предвидеть их довольно сложно, даже с учетом наметившихся климатических изменений.

В сложившихся условиях 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) [1,2]. Отмечена, в частности, наметившаяся тенденция пролонгирования ростовых процессов (увеличения продолжительности периода вегетации растений) [1]. Это особенно актуально для такой востребованной потребителями культуры как черешня, продуктивность которой в отдельные годы с проявлением абиотических стрессоров весеннего периода отмечается на минимальном, порой экономически нецелесообразном уровне.

Вполне закономерно, что в целях 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 агроприемов, оптимизирующих ход этого процесса [9,10].

В этой связи целью настоящих исследований явилось определение особенностей изменений некоторых физиолого-биохимических показателей растений черешни, возникающих под влиянием весенних заморозков и связанных с устойчивостью растительного организма к действию стрессора.

Материал и методика исследования.

Исследования проведены в 2012 году и смежные 2018-2019 годы в плодоносящих насаждениях черешни прикубанской зоны, расположенных на садопригодных почвах: черноземе выщелоченном и аллювиально-луговых. Агротехника на опытном участке соответствовала рекомендованной [3]. Изучены различные по заморозкоустойчивости сорта черешни: Кавказская улучшенная (ранний), Ярославна (среднеранний), Мелитопольская черная (среднепоздний), Францис (среднепоздний) [4].

При проведении учетов и наблюдений использовали общепринятые методики [5]. Пробы образцов отбирали на фоне естественно сложившихся положительных температур воздуха. Проводили промораживание растительного материала в климатической камере «Binder» KB 53 в течение 4-х часов при температуре до $-2,5 \pm 0,2$ °C (апрель, 2012 г.). Этапы органогенеза растений черешни определяли согласно теории Ф.М. Куперман [6], содержание кофейной, хлорогеновой кислот и фитогормона стимулирующего действия – индолилуксусной кислоты (ИУК) в цветках – методом капиллярного электрофореза [7]. Повторность анализов – двукратная.

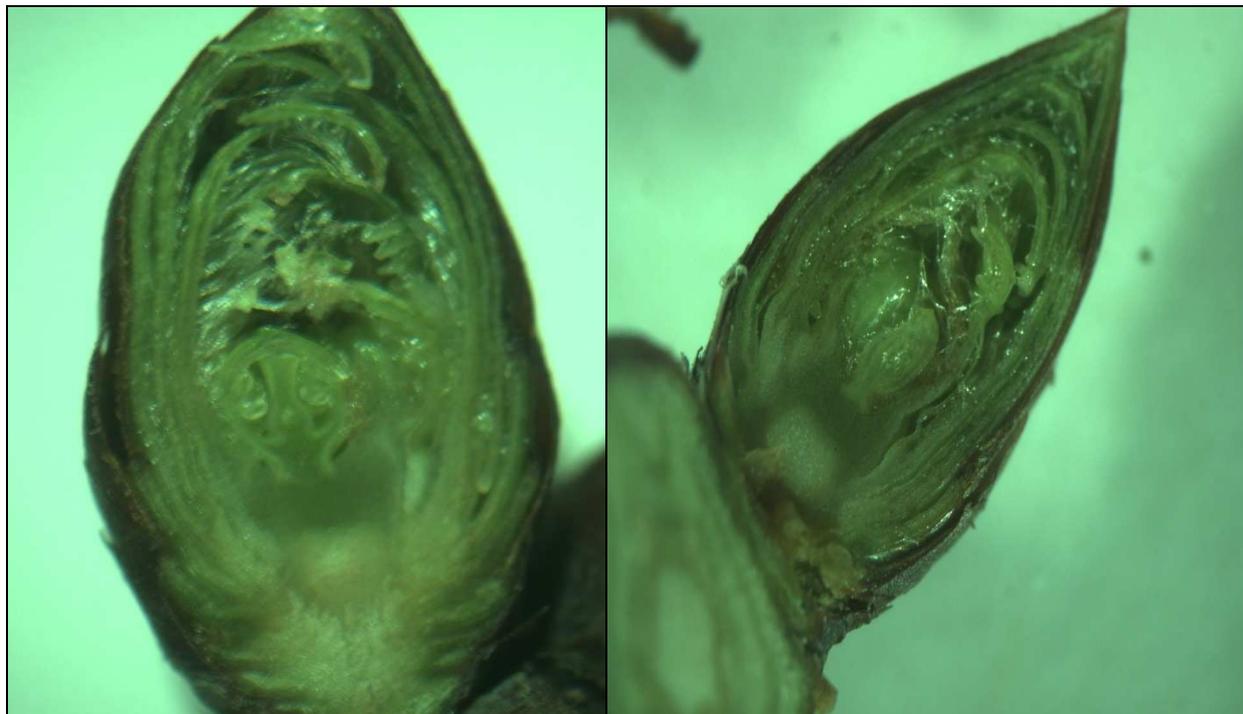
Результаты и обсуждение.

Важным периодом развития растений черешни, определяющим, в конечном счете, уровень хозяйственного урожая, являются V – IX этапы органогенеза. В этот временной диапазон отмечаются формирование генеративных органов цветков, цветение и оплодотворение [6]. По результатам эксперимента, даты прохождения 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 черная аналогичная степень развития генеративных почек отмечалась значительно (на семь – десять суток) позже (рисунок). В ходе дальнейшего формирования генеративных органов эта тенденция сохранялась. В результате начало вегетации растений и распускания цветковых почек у сорта Ярославна наступало существенно (на одну неделю) раньше, чем у сорта Мелитопольская черная.

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.



1 2

Рисунок – Состояние генеративных почек растений черешни двух помологических сортов с разным сроком созревания плодов во второй декаде декабря 2019 г.

Сорта: 1- Ярославна; 2-Мелитопольская черная

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	Средне-месячная температура, °С	Минимальная температура по декадам, °С			Хозяйственный урожай	
		1	2	3	кг/дерево	т/га
2018 год						
Мелитопольская черная	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
<i>НСР₀₅</i>	-	-	-	-	0,3	-
2019 год						
Мелитопольская черная	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
<i>НСР₀₅</i>	-	-	-	-	0,5	-

Исходя из результатов метеонаблюдений, на фоне благоприятной для цветения черешни среднемесячной температуры воздуха апреля в отдельные даты зафиксировано проявление температурных стрессоров.

Так, в первой-второй декадах апреля 2019 года минимальные температуры достигали отметки $-1,2 \div +2,6$ °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 черная более, чем в два раза. Вместе с тем даже на фоне предельно низких положительных температур апреля 2018 года, 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 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 полученные нами данные, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Изменение содержания фенольных соединений и ИУК в цветках черешни под влиянием температурного стрессора, мг/кг, (апрель 2012 г.)

Сорт	Фенольные соединения				ИУК	
	кофейная кислота		хлорогеновая кислота			
	1	2	1	2	1	2
Кавказская улучшенная	1,3	4,2	349,0	330,2	0,5	1,9
Францис	3,1	2,5	163,0	161,1	7,0	9,3
$\bar{sx}, \% \leq 3-4$						

Условия эксперимента: 1 - до промораживания; 2 - после промораживания

Как показал эксперимент, растения черешни раннего сорта Кавказская улучшенная на IX этапе органогенеза отличаются весьма низким содержанием в цветках кофейной кислоты. Между тем общеизвестно, что это соединение участвует в биосинтезе хлорогеновой кислоты, влияющей на механизмы образования в органах цветка ауксинов [8]. 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. И наоборот – более высокая концентрация кофейной кислоты в генеративных органах растений сорта Францис соответствует повышенному содержанию в них фитогормона. Выявлены однотипные реакции разных по устойчивости растительных организмов на понижение температуры в фазу «массовое цветение». Зафиксированы некоторое снижение под действием стрессора содержания в цветках хлорогеновой кислоты и существенное повышение концентрации в них ИУК, стимулирующей начало формирования плода. Вместе с тем скорость отмеченных физиолого-биохимических превращений у изучаемых сортов черешни заметно различается. Так, под влиянием стрессора содержание ИУК в цветках сорта Кавказская улучшенная повышается в 3,8 раза, в то время как у сорта Францис – только на 30%. Эти результаты связаны с уровнем редукции элементов продуктивности растений черешни в годы с неблагоприятными погодными условиями в весенний период. В частности, хозяйственный урожай черешни сорта Францис в годы с проявлением апрельской гипотермии или заморозков (например, в 2012 году) на 40% ниже среднемноголетнего показателя (8,1 и 13,7 т/га соответственно). В тех же условиях продуктивность деревьев сорта Кавказская улучшенная слабо отличается от среднестатистического уровня.

Таким образом, по результатам оценки, растения черешни среднепозднего сорта Францис на IX этапе органогенеза менее устойчивы

к весенним заморозкам в сравнении с ранним сортом Кавказская улучшенная.

Заключение

Растения черешни, отличающиеся ранним сроком цветения, более подвержены воздействию температурных стрессоров весеннего периода, в сравнении с поздноцветущими растительными организмами. Тем не менее, устойчивость растений к весенним заморозкам зависит не столько от даты завершения дифференциации генеративных почек, сколько от эффективности работы физиолого-биохимических механизмов активизации при действии неблагоприятного фактора синтеза в цветках ИУК, ответственной за результативность начала формирования плодов. Важным индикатором устойчивости растительного организма является степень изменения содержания этого фитогормона.

Список литературы

1. Дорошенко Т.Н. Влияние абиотических факторов на формирование хозяйственного урожая яблони и приемы его оптимизации на юге Европейской части России/ Т.Н. Дорошенко, С.С. Чумаков, Л.Г. Рязанова и др. // Политематический сетевой электронный науч. журнал Кубанского ГАУ [Электронный ресурс].- Краснодар: КубГАУ, 2019.- № 09 (153).-С.294-305.-Режим доступа <http://ej.kubagro.ru/09/pdf/29.pdf>. DOI: 10.21515/1990-4665-153-029
2. Кошкин Е.И. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур/ Е.И. Кошкин, Г.Г. Гусейнов// - Москва: РГ-Пресс, 2020.- 576 с.- DOI 10/31085/9785998808418-2020-576.ISBN:978-5-9988-0841-8
3. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края /Под общей ред. Е.А. Егорова.-Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2015. – 241 с. ISBN978-5-98272-100-6
4. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края. Т. 2. Косточковые культуры. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2009. – 134 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова // Орел, 1999. – 608 с. ISBN 5-900705-15-3
6. Куперман Ф.И. Морфофизиология растений. – М: Высшая школа. – 1977. – 288 с.
7. Современные инструментально-аналитические методы исследований плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие / под общей редакцией Н.И. Ненько. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – 115 с. ISBN 978-5-98272-107-5
8. Дорошенко Т.Н. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения: монография / Т.Н.

Дорошенко, Н.В. Захарчук, Д.В. Максимцов// -Краснодар: КубГАУ, 2014.-118 с. – ISBN 978-5-94672-816-4

9. Bernier G. The controle of floral evocation and morphogenesis / G. Bernier. – Annual Review of Plant Molecular Biology. – 1988. - № 39. – P. 175- 219.

10. Apel K. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction / K. Apel, H. Hirt. – Annu. rv. Plant Biol. – 2004. – V. 55. – P. 373-399.

References

1. Doroshenko T.N. Vliyanie abioticheskikh faktorov na formirovanie hozjajstvennogo urozhaja jabloni i priemy ego optimizacii na juge Evropejskoj chasti Rossii/ T.N. Doroshenko, S.S. Chumakov, L.G. Rjazanova i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauch. zhurnal Kubanskogo GAU [Jelektronnyj resurs].- Krasnodar: KubGAU, 2019.- № 09 (153).-S.294-305.-Rezhim dostupa <http://ej.kubagro.ru/09/pdf/29>, pdf. DOI: 10.21515/1990-4665-153-029

2. Koshkin E.I. Jekologicheskaja fiziologija sel'skohozjajstvennyh kul'tur/ E.I. Koshkin, G.G. Gusejnov// - Moskva: RG-Press, 2020.- 576 s.- DOI 10/31085/9785998808418-2020-576.ISBN:978-5-9988-0841-8

3. Sistema zemledelija v sadovodstve i vinogradarstve Krasnodarskogo kraja /Pod obshhej red. E.A. Egorova.-Krasnodar: FGBNU SKZNIISiV, 2015. – 241 s. ISBN978-5-98272-100-6

4. Atlas luchshih sortov plodovyh i jagodnyh kul'tur Krasnodarskogo kraja. T. 2. Kostochkovye kul'tury. – Krasnodar: GNU SKZNIISiV Rossel'hozakademii, 2009. – 134 s.

5. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / Pod red. E.N. Sedova // Orel, 1999. – 608 s. ISBN 5-900705-15-3

6. Kuperman F.I. Morfofiziologija rastenij. – M: Vysshaja shkola. – 1977. – 288 s.

7. Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovanij plodovyh kul'tur i vinograda. Uchebno-metodicheskoe posobie / pod obshhej redakciej N.I. Nen'ko. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. – 115 s. ISBN 978-5-98272-107-5

8. Doroshenko T.N. Ustojchivost' plodovyh i dekorativnyh rastenij k temperaturnym stressoram: diagnostika i puti povyshenija: monografija / T.N. Doroshenko, N.V. Zaharchuk, D.V. Maksimcov// -Krasnodar: KubGAU, 2014.-118 s. – ISBN 978-5-94672-816-4

9. Bernier G. The controle of floral evocation and morphogenesis / G. Bernier. – Annual Review of Plant Molecular Biology. – 1988. - № 39. – R. 175- 219.

10. Apel K. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction / K. Apel, H. Hirt. – Annu. rv. Plant Biol. – 2004. – V. 55. – P. 373-399.