

УДК 631.11:632.111.5:577.1

**ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ
СОРТОВ ЯБЛОНИ
ПО БИОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Красова Нина Глебовна
д-р с.-х. наук

*Государственное научное
учреждение Всероссийский научно-
исследовательский институт селекции
плодовых культур Россельхозакадемии,
Орел, Россия*

Артюх Светлана Николаевна
канд. с.-х. наук

Ненько Наталия Ивановна
д-р с.-х. наук, доцент

*Государственное научное учреждения
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства
Россельхозакадемии, Краснодар, Россия*

Определено содержание белка, свободных аминокислот и пролина в побегах сортов яблони различной зимостойкости. Установлено, что в зимний период при пониженных температурах у зимостойких сортов увеличивается содержание белков и пролина. Низкое содержание пролина в коре и резкое его снижение после промораживания характерно для слабоустойчивых сортов яблони.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, СОРТ, ЗИМОСТОЙКОСТЬ, БЕЛКИ, ПРОЛИН

UDC 631.11:632.111.5:577.1

**ESTIMATION OF WINTER
RESISTANCE OF APPLE-TREE
VARIETIES ON BIOCHEMICAL
INDICATORS IN THE KRASNODAR
REGION CONDITIONS**

Krasova Nina
Dr. Sci. Agr.

*State Scientific Institution All-Russian
Research Institute of Horticultural
Breeding of the Russian Academy
of Agricultural Sciences, Orel, Russia*

Artukh Svetlana
Cand. Agr. Sci.

Nenko Nataliya
Dr. Sci. Agr., Docent

*State Scientific Organization North
Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture
of the Russian Academy of Agricultural
Sciences, Krasnodar, Russia*

The contents of protein, free amino acids and proline in the apple-trees shoots of various winter resistance are defined. In a winter period at low temperatures the contents of proteins and proline increase in winter steady varieties. Low contents of proline in the bark and its powerfull lowering after freeseing is typically for low steady apple-trees varieties.

Keywords: APPLE-TREE, VARIETY, WINTER HARDINESS, PROTEINS, PROLINE

Введение. В условиях Краснодарского края основные повреждающие факторы для плодовых культур – летне-осенний дефицит влаги, зимние морозы с оттепелями, сопровождаемые действием северо-восточных ветров, и весенние возвратные заморозки.

Figure 1 is a multi-series chart illustrating the dynamics of precipitation and temperature in the Krasnodar Territory from 1980 to 2009. The chart uses two y-axes: the left axis for temperature in $^{\circ}\text{C}$ (ranging from -40 to 40) and the right axis for precipitation in mm (ranging from -1100 to 1000). The x-axis represents years from 1980 to 2009.

The data series include:

- $\Sigma \text{ос, мм}$ (Annual precipitation, grey bars)
- Ср мн.лет, мм (Average annual precipitation, horizontal solid line)
- $T_{\text{max}} \text{ воздуха ср. мн.лет.}$ (Average maximum temperature, dotted line)
- $T_{\text{max}} \text{ воздуха}$ (Maximum temperature, line with diamonds)
- $T \text{ мн.год}$ (Average annual temperature, horizontal green line)
- $T \text{ ср. год}$ (Average temperature, line with squares)
- $T_{\text{min}} \text{ воздуха ср. мн.лет.}$ (Average minimum temperature, dashed line)
- $T_{\text{min}} \text{ воздуха}$ (Minimum temperature, line with triangles)
- $\Sigma \text{ос мн.лет}$ (Average annual precipitation, horizontal solid line)

Стрессовые метеорологические и гидрологические факторы вызвали сильные подмерзания надземной части и гибель плодовых деревьев в зимы 1971/72, 1976/77, 1984/85, 1994/95, 1997/98, 2002/03, 2004, 2006, 2009, 2010 годов.

2

остаточных последствий погодных стрессов предыдущих зим, вызвали гибель многолетней древесины, плодовых почек ряда плодовых пород, в том числе и яблони. Потери урожая во всех районах Краснодарского края составили 40-50% [1].

Важнейшим элементом современных интенсивных технологий возделывания плодовых культур является сорт. Способность дерева противостоять неблагоприятным зимним условиям является одним из основных факторов, определяющих зимостойкость сорта и возможность возделывания его в определенной зоне и микроне.

Зимостойкость характеризуется комплексом процессов и реакций, определяющих формирование устойчивости к неблагоприятным условиям в растительном организме. Развитие морозостойкости плодового дерева происходит в осенний период в результате длительной подготовки, связанной с интенсивностью и направленностью физиологических процессов и переходом от роста к покою.

В этот период в результате снижения активности метаболизма во время осенней закалки происходит накопление крахмала с последующим его гидролизом, синтез белков в побегах и почках и их комплексообразование с нуклеиновыми кислотами, липидами и др.[2].

Среди разнообразных веществ, составляющих биологические системы, важнейшая роль принадлежит макромолекулам, содержащим атомы азота – белкам и нуклеиновым кислотам. Белковый обмен – наиболее важный и сложный процесс в жизнедеятельности организма.

Все обменные реакции растений возможны лишь при каталитическом действии белков-ферментов. Белки-ферменты осуществляют распад, синтез и различные превращения соединений в реакциях метаболизма. Белки являются одним из важных биохимических факторов, определяющих зимостойкость растения, образуя сложный комплекс с олигосахаридами [3]. В связи с этим цель работы – определение содержания белка,

свободных аминокислот и пролина в побегах и плодовых почках яблони в связи с зимостойкостью сортов яблони.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории физиологии и биохимии растений Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства. Объекты исследования – новые сорта яблони мутационной селекции различной зимостойкости. Содержание белка определяли спектральным методом на приборе UUNICO 2800 UV/VIS, свободных аминокислот – методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 103 Р [4, 5].

Обсуждение результатов. В наших опытах в осенний период 2010 года (ноябрь) содержание белка у изученных сортов в среднем составляло 4,6 мг/г в коре и несколько выше – 6,1 мг/г в плодовых почках, различаясь по содержанию у сортов разной зимостойкости.

После воздействия температурой минус 20°C содержание белка в почках у всех изученных сортов уменьшилось, при этом у сортов Осеннее утро, Кубань спур – почти в 2 раза.

Сортоспецифичность проявилась и при промораживании коры побегов однолетних ветвей (табл. 1). Во время глубокого покоя в растениях происходит накопление белка и сложный структурно-метаболический процесс, повышающий зимостойкость и создающий энергетические предпосылки для вегетации.

В конце зимы (февраль) у большинства сортов яблони увеличилось содержание белков в коре побегов, кроме сортов Ренет Симиренко, Дин Арт, у которых при уменьшении количества белков в коре увеличилось их содержание в почках, как и у сортов Осеннее утро, Флорина.

При промораживании в этот период у большинства сортов содержание белков в коре уменьшилось (кроме незимостойких Айдаред, Ренет Симиренко); при этом увеличилось в почках у всех сортов (см. табл. 1).

Таблица 1 – Содержание белка в коре и плодовых почках
одно-двулетних побегов яблони

Сорт, А	Содержание белка, В, мг/г сухого вещества			
	в коре		в почках	
	до промора- живания	после промора- живания	до промора- живания	после промора- живания
февраль 2009 г.				
<u>Зимние:</u>				
Айдаред	3,38	4,63	4,81	8,86
Флорина	7,38	4,88	6,20	9,45
Ренет Симиренко	3,43	3,73	6,23	7,05
Ренет кубанский	4,59	4,73	4,43	8,09
Дин Арт	4,12	3,20	6,90	7,11
Джонатан	9,20	3,14	5,61	10,39
<u>Осенние:</u>				
Либерти	5,01	3,19	4,19	9,96
Осеннее утро	9,03	7,59	4,95	11,35
Кубань спур	7,86	6,27	3,61	5,96
<u>Летние:</u>				
Мелба	7,90	5,17	3,07	6,55
Вадимовка	6,76	6,21	5,01	7,44
среднее	6,24	4,79	5,0	8,38
НСР A_{05} – 3,2; B_{05} – 1,4; AB_{05} – 4,6; A_{01} – 4,4; B_{01} – 1,9; AB_{01} – 6,2; A_{001} – 5,9; B_{001} – 2,5; AB_{001} – 8,4.				
ноябрь 2010 г.				
<u>Зимние:</u>				
Айдаред (к)	2,63	6,6	7,44	5,8
Дин Арт	4,19	5,3	5,79	4,5
Ренет Симиренко (Р.С.) (к)	3,55	6,6	3,57	2,1
Ренет кубанский (клон Р.С.)	4,03	4,9	7,29	6,1
Флорина (к)	5,38	3,3	5,37	4,8
Фламенко (клон Флорины)	5,95	6,0	5,53	5,3
<u>Осенние:</u>				
Либерти (к)	3,89	3,7	6,87	6,0
Осеннее утро	2,85	3,3	4,88	2,4
Маяк станичный	5,37	4,4	4,72	4,3
Кубань спур	7,39	4,4	6,5	3,9
Казачка кубанская	4,13	3,6	8,03	7,2
<u>Летние:</u>				
Вадимовка	4,55	3,1	6,49	5,7
среднее	4,65	4,63	6,14	4,84
НСР A_{05} – 1,9; B_{05} – 0,7; AB_{05} – 2,7; A_{01} – 2,6; B_{01} – 1,0; AB_{01} – 3,6; A_{001} – 3,4; B_{001} – 1,3; AB_{001} – 4,8.				

Таким образом, в конце зимы, в самый уязвимый для почек южных сортов период неустойчивых температур, у большинства сортов выработалась приспособительная защитная реакция: увеличение количества белков в почках после воздействия низкими температурами.

В зимний период (февраль 2009 года) из коры и почек яблони выделено до 14 основных свободных аминокислот (САК) – аргинин, гистидин, глицин, лейцин, лизин, пролин, серин, тирозин, триптофан и др. – с содержанием в коре в сумме от 305 мг/кг (Персиковое) до 1570 мг/кг (Прима).

Содержание САК в почках колебалось от 204 мг/кг (Дин Арт, Память есаулу) до 720 мг/кг (Либерти). После воздействия температурой -25°C у большинства сортов южной селекции в коре увеличивалась сумма свободных аминокислот, при этом значительно повышалось содержание пролина.

Среди САК пролин играет значительную роль в защите от абиотических стрессов. В ноябре 2009 года в коре устойчивых к ранним морозам сортов Дин Арт, Золотая корона содержание пролина в коре составило 94,4-179,3 мг/кг, увеличиваясь после промораживания до 392,9-452,0 мг/кг.

Значительно возросло содержание пролина в коре однолетнего прироста после промораживания у зимостойких сортов и форм яблони Прикубанское, Фламенко, Память Сергееву, 14-26, Апорт АСС. Низкое содержание пролина в коре побегов и резкое снижение его количества после промораживания характерно для слабоустойчивых сортов: Айдаред, Флорина, Либерти, Корей. В почках после воздействия низкими температурами у сортов Дин Арт, Луч, Память Сергееву, Кубанское багряное, Щит в конце ноября значительно возросло содержание пролина.

В конце зимы (февраль) количество пролина в побегах было ниже, но воздействие отрицательной температурой способствовало увеличению его количества в коре изученных сортов, кроме недостаточно зимостойкого сорта Ренет Симиренко, у которого его содержание снизилось в коре (в 2 раза), но резко увеличилось в почках (более чем в 6 раз) (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Содержание пролина в коре и почках яблони
в различные периоды перезимовки, 2009 год

Сорт	Содержание пролина, мкг/г в сухом веществе							
	в коре		в почках		в коре		в почках	
	до промора- вания 5.02	после промора- живания 17.02	до промора- вания 5.02	после промора- живания 17.02	до промора- вания 24.11	после промора- живания 30.11	до промора- вания 24.11	после промора- живания 30.11
<u>Зимние:</u>								
Айдаред	28,4	75,6	72,9	58,6	64,5	8,6	62,6	235,9
Прикубанское	69,9	157,5	50,4	27,5	94,2	345,3	73,3	68,5
Кубанское багряное	-	-	-	-	106,5	10,5	83,6	332,9
Корей	17,5	183,2	57,9	4,9	115,2	89,2	31,1	188,7
Флорина	34,2	75,7	28,6	8,2	68,5	10,1	36,5	44,9
Фламенко	-	-	-	-	145,7	403,1	45,6	70,6
Голден би	45,7	339,5	67,2	21,7	79,9	100,8	62,6	60,5
Золотая корона	20,8	173,3	111,7	68,1	94,4	452,4	34,5	84,9
Память Сергееву	41,5	62,0	44,4	53,3	61,3	407,3	85,3	134,8
Ренет Симиренко	28,3	14,9	51,1	376,9	194,7	81,2	103,6	182,5
Ренет кубанский	53,5	134,7	41,6	8,9	110,1	97,4	54,2	98,9
Элита 14-26	-	-	-	-	128,5	287,1	136,4	56,7
Сувенир Кавказа	-	-	-	-	138,3	5,9	177,7	125,2
Щит	-	-	-	-	107,6	108,3	33,5	157,3
Дин Арт	23,4	158,0	25,9	77,4	179,3	392,9	40,1	59,7
Ред Джоноголд	47,6	315,9	44,0	42,3	115,3	52,5	76,9	220,6
Память есаулу	69,4	81,0	26,1	21,8	96,3	71,2	104,9	94,7
Апорт АСС	-	-	-	-	61,7	525,1	33,3	27,1
<u>Осенние:</u>								
Либерти	128,9	420,5	143,7	25,2	111,1	-	126,4	90,7
<u>Летние:</u>								
Луч	75,4	534,6	15,7	23,4	86,6	5,8	95,9	319,7

Поздней осенью, в период прохождения закалки дерева перед вхождением в состояние органического покоя, при пониженных температурах у зимостойких сортов увеличивается содержание белков и пролина.

Таблица 3 – Содержание пролина в коре и почках одно-двулетних побегов яблони, 18.11.2010 г.

Сорт	Содержание пролина, мкг/г	
	в коре	в почках
<u>Зимние:</u>		
Айдаред	103,8	39,1
Флорина	131,4	6,6
Фламенко	132,9	20,0
Ренет Симиренко	108,7	10,4
Ренет кубанский	98,3	47,8
Голден Делишес	183,9	11,2
Золотая корона	122,9	15,9
Дин Арт	131,4	62,5
Джонатан	73,2	33,7
<u>Осенние:</u>		
Либерти	98,3	32,0
Осеннее утро	108,7	46,7
Зарница	73,2	16,1
Маяк станичный	103,8	17,7
Казачка кубанская	183,9	31,8
<u>Летние:</u>		
Мелба	132,9	21,0
Прима	106,5	43,7
Вадимовка	106,5	38,9

Низкое содержание пролина в коре и резкое его снижение после промораживания характерно для слабо устойчивых к морозам сортов яблони. Проллин при пониженных температурах вместе с сахарозой защищает белки от инактивации в условиях обезвоживания и снижает температуру замерзания содержимого протопласта. Существенен и тот факт, что пролин «переходит» в более проблемные для сопротивления промораживанию органы дерева – плодовые почки. Это свойство генетически обусловлено у конкретного сорта. Повышенное содержание пролина в цветковых почках у сортов-клонов подтверждает их повышенную зимостойкость в сравнении с исходными сортами по реальной урожайности в ряду лет исследований и тем самым идентифицирует генезис клонов (рис. 2).

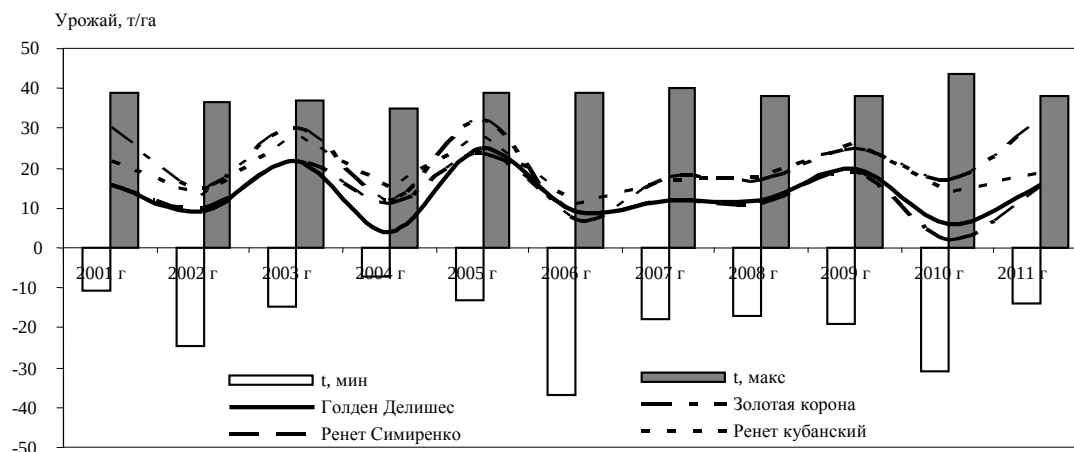


Рис. 2. Гистограмма урожайности в климатических условиях 2001-2011 гг.

Выводы. В позднеосенний период, при пониженных температурах у зимостойких сортов яблони возрастает содержание белков и пролина. В конце зимы, в феврале, количество пролина в побегах было невысокое, но воздействие отрицательной температурой способствовало его увеличению в коре изученных зимостойких сортов. Пониженное содержание пролина в коре и резкое его снижение после промораживания характерно для слабо- и среднеустойчивых сортов яблони.

К слабоморозоустойчивым сортам, по содержанию аминокислот в рамках исследования, относятся сорта Корей, Флорина, Ренет Симиренко.

Литература

1. Егоров, Е.А. Зависимость продуктивности многолетних насаждений от метеорологических факторов / Е.А. Егоров // Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI в. и реакция на них сельскохозяйственных культур: материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Краснодар, 1999. – С. 3-6.
2. Адаптивный потенциал садовых культур юга России в условиях стрессовых температур зимнего периода (Метод. реком.) – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2006.– 157 с.
3. Сергеева, К.А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений/К.А. Сергеева.– М.: Наука, 1971. – С. 79-98.
4. Практикум по биохимии: под ред. С.Е.Северина, Г.А.Соловьевой. – М.: Изд-во МГУ, 1989.– 509 с.
5. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству.– Краснодар: ГНУ СКЗНИИСИВ, 2010. – 300 с.