

УДК 634.11:631.52:581.1.036

**ДИНАМИКА БЕЛКОВ И ПРОЛИНА
В ПОБЕГАХ СОРТОВ ЯБЛОНИ
ПО РАЗНЫМ КОМПОНЕНТАМ
ЗИМОСТОЙКОСТИ**

Артюх Светлана Николаевна
канд. с.-х. наук

Ненько Наталья Ивановна
д-р с.-х. наук, профессор

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

Красова Нина Глебовна
д-р с.-х. наук

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

Проанализированы результаты
оценки устойчивости новых сортов
яблони разных сроков созревания
к ранним морозам и в конце зимы
(после оттепелей) в условиях Кубани.

Ключевые слова: СОРТА ЯБЛОНИ,
ГЕНОТИП, МОРОЗ,
УСТОЙЧИВОСТЬ, ПОБЕГИ,
ЦВЕТКОВЫЕ ПОЧКИ

UDC 634.11:631.52:581.1.036

**DYNAMICS OF PROTEINS
AND PROLINE IN THE SHOOTS
AND BUDS OF APPLE'S VARIETIES
ON THE DIFFERENT COMPONENTS
OF WINTER HARDINESS**

Artyukh Svetlana
Cand. Agr. Sci.

Nenko Natalia
Dr. Sci. Agr., Professor

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

Krasova Nina
Dr. Sci. Agr.

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

The results of hardiness evaluation
of new apple's varieties of different
ripening to early and late winter frost,
after thaw, under Kuban
conditions are analyzed.

Key words: APPLE'S VARIETIES,
GENOTYPE, FROST, STABILITY,
SHOOTS, FLOWER BUDS

Введение. Стратегия развития садоводства России и ее южных регионов ориентирована на получение «наибольшего интегрального эффекта в продукционном и средообразующем процессах агроэкосистем плодовых культур» [1]. В Краснодарском крае при общих благоприятных климатических условиях минимальная температура воздуха в отдельные годы, даже

за короткий 30-летний период 1980-2009 гг., неоднократно опускалась ниже критических уровней – до минус 35-38°C.

В 60-летнем обзоре стрессовые метеорологические и гидрологические факторы вызывали сильные подмерзания надземной части и гибель плодовых деревьев в зимы: 1939/1940, 1941/1942, 1949/1950, 1953/1954, 1955/1956, 1961/1962, 1971/1972, 1976/1977, 1984/85, 1993/1994, 1997/98, 2002/03, 2004, 2006, 2009, 2010 годов (рис.).

Способность дерева противостоять неблагоприятным зимним условиям – морозо- зимостойкость – является основным физиологическим признаком сорта в Северном полушарии, одним из основных факторов, определяющих возможность возделывания сорта в определенной зоне и микрозоне; определение параметров его зимостойкости необходимо для обоснованной сортосмены.

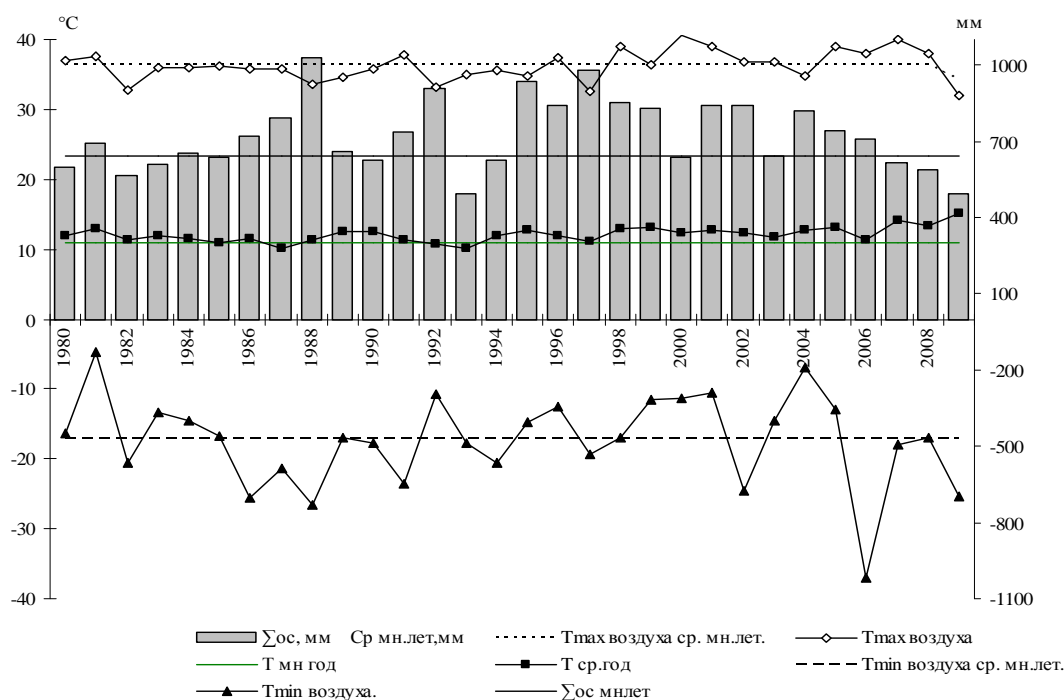


Рис. Изменения климата за 1980-2009 гг.
(по данным ГМЦ «Краснодар»)

Типы и степень зимних повреждений органов и тканей различных сортов яблони зависят от многих факторов – генотипа сорта, значения кри-

тически низких температур и продолжительности их воздействия. В то же время реализация генетического потенциала зимостойкости сортов у всех плодовых растений, в том числе и яблони, может варьировать (в генетически обусловленных пределах) в зависимости от микроусловий сада, степени физиологической сбалансированности сорто-подвойной комбинации.

Основные повреждающие для плодовых культур факторы – летне-осенний дефицит влаги, ранние (осенние), зимние морозы с оттепелями, ужесточаемые действием северо-восточных ветров, и весенние возвратные заморозки. В 1997-1999 гг. переувлажнение и возвратные морозы вызвали гибель садов на 5 тыс. га и потерю урожая на 35% площадей. В 2002, 2004, 2006, 2009, 2010 годах значительная гибель урожая во многих районах края произошла от весенних заморозков.

Резкое наступление морозов после оттепелей в зимний период 2006 года, после продолжительного вегетационного периода 2005 г., в условиях плохой закалки деревьев, а также зимние морозы и весенние заморозки 2009, 2010 года, на фоне остаточных последствий погодных стрессов предыдущих зим, вызвали гибель многолетней древесины, плодовых почек ряда плодовых пород, в том числе и яблони [2]. Потери урожая во всех районах Краснодарского края составили 40-50% [3].

Зимостойкость определяется комплексом процессов и реакций, происходящих в растительном организме и определяющих механизм формирования устойчивости к неблагоприятным условиям.

Так, развитие морозостойкости плодового дерева происходит в летне-осенний период в результате длительной подготовки, связанной с интенсивностью и направленностью физиологических процессов накопления пластических веществ в организме 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, их комплексное функ-

ционирование с другими соединениями (нуклеиновыми кислотами, липидами и др.) [3]. Среди разнообразных веществ, составляющих биологические системы, важнейшая роль принадлежит макромолекулам, содержащим атомы азота – белкам и нуклеиновым кислотам.

Белковый обмен – наиболее важный и сложный процесс и в жизнедеятельности растительного организма [4]. Все обменные реакции растений возможны лишь при каталитическом действии белков-ферментов, осуществляющих распад, синтез и различные превращения соединений в реакциях метаболизма. Белки являются одним из важных биохимических соединений, определяющих зимостойкость растения, образуя сложный комплекс с олигосахаридами.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2009-2010 гг. в лаборатории физиологии и биохимии растений Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства (Краснодар). Объекты исследования – новые сорта яблони мутационной селекции различной зимостойкости: Апорт АСС, Ренет кубанский, Юбилей университета, Зимнее утро, Маяк станичный, Казачка кубанская, Содержание белка определяли спектральным методом на приборе UUNICO 2800 UV/VIS, свободных аминокислот – методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 103 Р [5, 6].

Обсуждение результатов. Наши исследования зимостойкости яблони более направлены на изучение 1-...3-го компонентов зимостойкости – воздействие ранних морозов в октябре-ноябре и в конце зимы (февраль), в условиях камеры искусственного климата.

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

После воздействия температурой минус 25°С в камере промораживания содержание белка в почках у всех изученных сортов уменьшилось, при этом у сортов Зимнее утро, Кубань спур – почти в 2 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание белка в коре и почках однолетних побегов яблони (ноябрь 2010 г.)

Сорт, А	Содержание белка, В, мг/г			
	в коре		в почках	
	до промораживания	после промораживания	до промораживания	после промораживания
<i>Зимние:</i>				
Айдаред (к)	2,63	6,6	7,44	5,8
Апорт АСС	3,92	5,6	6,28	5,9
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
Юбилей университета (клон Флорины)	5,95	6,0	5,53	5,3
<i>Осенние:</i>				
Либерти (к)	3,89	3,7	6,87	6,0
Зимнее 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
<i>Летние:</i>				
Вадимовка	4,55	3,1	6,49	5,7
Очи черные	5,74	4,7	7,35	6,7
среднее	4,65	3,6	6,92	6,2
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.				

Сортоспецифичность яблони проявилась и при промораживании коры однолетних побегов. Во время глубокого покоя в растениях происходит накопление белка и сложный структурно-метаболический процесс, повышающий зимостойкость и создающий энергетические предпосылки для вегетации. У большинства сортов в конце зимы (3-й компонент зимостойкости – февраль), по сравнению с ноябрем, увеличилось содержание белка в коре побегов, что, видимо, связано с низкотемпературной адаптацией.

У сортов Ренет Симиренко и Дин Арт его содержание существенно не изменилось, что позволяет судить об их толерантности.

У летних, осенних сортов, а также зимних (Айдаред, Ренет кубанский) содержание белка в почках в феврале, по сравнению с ноябрем, снижается, что свидетельствует об активации гидролитических процессов при переходе деревьев в состояние вынужденного покоя.

При промораживании побегов яблони в феврале суммарное содержание белка в коре снижается практически у всех сортов (за исключением Айдаред, Ренета Симиренко и Ренета кубанского), что позволяет предположить распад белковых соединений в связи с активацией гидролитических процессов. При этом в плодовых почках количество белка увеличивается у всех сортов, в чем и состоит их защитная функция (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание белка в коре и почках побегов яблони, февраль 2011 г.

Сорт, А	Содержание белка, В, мг/г			
	в коре		в почках	
	до промораживания	после промораживания	до промораживания	после промораживания
Айдаред	3,38	4,63	4,81	8,86
Флорина	7,38	4,88	6,20	9,45
Юбилей университета	7,56	5,35	6,52	8,42
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
Либерти	5,01	3,19	4,19	9,96
Зимнее утро	9,03	7,59	4,95	11,35
Кубань спур	7,86	6,27	3,61	5,96
Мелба	7,90	5,17	3,07	6,55
Вадимовка	6,76	6,21	5,01	7,44
Очи черные	7,92	6,57	5,21	10,42
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.				

Пролин входит в состав белков – криопротекторов клеточных мембран, играющих большую роль для морозостойкости растений.

Таблица 3 – Содержание пролина в коре и почках 2-х летних побегов яблони в различные периоды перезимовки, 2009 г

Сорт	Содержание пролина, мкг/г в сухом веществе							
	в коре		в почках		в коре		в почках	
	до промораживания 5.02	после промораживания 17.02	до промораживания 5.02	после промораживания 17.02	до промораживания 24.11	после промораживания 30.11	до промораживания 24.11	после промораживания 30.11
<i>Зимние:</i>								
Айдаред (к)	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
Корей (к)	17,5	183,2	57,9	4,9	115,2	89,2	31,1	188,7
Флорина (к)	34,2	75,7	28,6	8,2	68,5	10,1	36,5	44,9
Юбилей университета	-	-	-	-	145,7	403,1	45,6	70,6
Голден Делишес (Г.Д.) (к)	32,7	46,3	25,8	12,3	62,7	12,8	42,3	52,4
Голден Би	45,7	339,5	67,2	21,7	79,9	100,8	62,6	60,5
Золотая корона (клон Г.Д.)	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 (к)	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
Очи черные	-	-	-	-	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 Джонаголд (к)	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
<i>Осенние:</i>								
Либерти (к)	128,9	420,5	143,7	25,2	111,1	-	126,4	90,7
<i>Летние:</i>								
Луч	75,4	534,6	15,7	23,4	86,6	5,8	95,9	319,7

В почках, после воздействия низкими температурами, у сортов Дин Арт, Луч, Память Сергееву, Кубанское багряное, Щит в конце ноября значительно увеличилось содержание пролина. В конце зимы (февраль) количество пролина в побегах было ниже, но воздействие отрицательной температурой способствовало увеличению его содержания в коре изученных сортов, кроме толерантного Ренета Симиренко, у которого оно снизилось в 2 раза в коре, но резко увеличилось в почках (более чем в 6 раз) (табл. 3).

В ноябре 2009 года в коре устойчивых к ранним морозам сортов яблони Золотая корона, Дин Арт содержание пролина в коре составило 94,4-179,3 мг/кг, увеличиваясь после промораживания до 452,0-392,9 мг/кг (см. табл. 3). Значительно увеличилось содержание пролина в коре после промораживания у зимостойких сортов и форм Прикубанское, Юбилей университета, Память Сергееву, Очи черные, Апорт АСС. Низкое содержание пролина в коре и резкое его снижение после промораживания характерно для слабоустойчивых сортов: Айдаред, Флорина, Либерти, Корей. В условиях теплой осени 2010 года содержание пролина в коре побегов у всех изученных сортов яблони было значительно выше, чем в почках (табл. 4).

Таблица – 4 Содержание пролина в коре и почках 2-летних побегов яблони, 18.11.2010 г.

Сорт	Содержание пролина, мкг/г	
	в коре	в почках
<i>Зимние:</i>		
Айдаред (к)	103,8	39,1
Флорина (к)	131,4	6,6
Фламенко (Юбилей университета)	132,9	20,0
Ренет Симиренко (к)	108,7	10,4
Ренет кубанский	98,3	47,8
Либерти (к)	98,3	32,0
Голден Делишес (к)	183,9	11,2
Золотая корона	122,9	15,9
Дин Арт	131,4	62,5
Джонатан (к)	73,2	33,7
<i>Осенние:</i>		
Зарница	73,2	16,1
Зимнее утро	108,7	46,7
Маяк станичный	103,8	17,7
Казачка кубанская	183,9	31,8
<i>Летние:</i>		
Мелба	132,9	21,0
Прима	106,5	43,7
Вадимовка	106,5	48,9

В зимний период (февраль 2011 года) в коре и почках яблони выделено до 14 основных свободных аминокислот (САК) – аргинин, гистидин, глицин, лейцин, лизин, пролин, серин, тирозин, триптофан и др. – с содер-

жанием в коре (в сумме) от 305 мг/кг (Персиковое) до 1570 мг/кг (Прима). Содержание суммы свободных аминокислот в почках колебалось от 204 мг/кг (Дин Арт, Память есаулу) до 720 мг/кг (Либерти).

Выводы. При промораживании у большинства изученных сортов яблони содержание белков в коре уменьшается, а в плодовых почках увеличивается у всех сортов, в чем и состоит защитная функция этих соединений. В конце зимы (в самый уязвимый для почек южных сортов яблони период неустойчивых температур) у большинства сортов выработалась приспособительная защитная реакция: увеличение количества белка в почках после воздействия низкими температурами.

После воздействия температурой минус 25°C у большинства изученных сортов яблони увеличивалось содержание пролина в коре. Высокое его содержание в коре и существенное увеличение его количества после промораживания характерно для высокоустойчивых к воздействию низких температур сортов. Почти все новые сорта яблони показали свое преимущество по показателям зимостойкости по сравнению с контрольными сортами разных сроков созревания.

Литература

1. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства / А.А. Жученко. – Пушино, 1994. – 146 с.
2. 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 науч.-практич. конф). – Краснодар, 1999. – С. 3-6.
3. Сергеева, К.А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений / К.А. Сергеева. – М.: Изд-во «Наука», 1971. – С. 79-98.
4. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. – М., 1977. – 243 с.
5. Практикум по биохимии / Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 509 с.
6. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – 300 с.