

ДИНАМИКА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ ГИБРИДОВ *PRUNUS BRIGANTIACA* VILL. × *ARMENIACA VULGARIS* LAM. В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВЛАГИ

Р.А. ПИЛЬКЕВИЧ, кандидат биологических наук;
Л.Д. КОМАР-ТЁМНАЯ, кандидат биологических наук

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, Ялта

Введение

В связи с особенностями природных условий южных регионов Украины и ограниченными осадками в период вегетации первостепенную роль играет способность растений регулировать водный режим надземных частей, водоудерживающая сила тканей и возможность репарации физиологических признаков после воздействия засухи. В условиях дефицита влаги резко снижается закладка генеративных почек, уменьшается масса плодов, снижается урожайность, поэтому большой интерес для производства и селекции представляют сорта и гибридные формы с повышенной засухоустойчивостью и жаростойкостью.

Известно, что ценным материалом для использования в дальнейшей селекционной работе [4] являются отдалённые гибриды, впервые полученные К.Ф. Костиной в результате скрещиваний сливы альпийской (*Prunus brigantiaca* Vill.) и абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris* Lam.) [3]. Слива альпийская была вовлечена в гибридизацию с другими косточковыми плодовыми породами в Никитском ботаническом саду К.Ф. Костиной с 1964 г. Она характеризуется поздним цветением, высокой самоплодностью, ранним вступлением в плодоношение, высокой регулярной урожайностью, повышенной зимостойкостью цветковых почек и может выступать в качестве донора этих ценных признаков [1].

В настоящее время создан большой генофонд гибридов, среди которых отобраны наиболее зимостойкие и хорошо плодоносящие. Коллекция постоянно пополняется новыми образцами, требующими изучения. Гибриды альпийской сливы стойко наследуют все перечисленные признаки и устойчиво передают их последующим поколениям, поэтому могут являться ценным перспективным материалом в селекции, направленной на создание поздноцветущих, устойчивых к заморозкам и самоплодных сортов с достаточно высокими товарными качествами плодов [7].

Однако невозможно не отметить тот факт, что сведения о засухоустойчивости гибридных форм *P. brigantiaca* × *A. vulgaris*, имеющиеся в доступных литературных источниках, отрывочны и поверхностны. В связи с этим изучение особенностей водного режима данных гибридов и природы их приспособления к недостатку водообеспечения в условиях юга нашей страны представляется важной задачей как в теоретическом, так и практическом плане.

Объекты и методы исследования

Изучалось влияние водного стресса на параметры водного режима и осмотическое давление клеточного сока листьев абрикоса сорта Олимп и 11 гибридных форм, принадлежащих к двум гибридным группам, полученным в результате межродовых скрещиваний сливы альпийской и сортов абрикоса обыкновенного Леденец и Олимп.

Повреждения листового аппарата деревьев оценивались визуально по 10-балльной системе. Оводнённость тканей листьев определена весовым методом, водоудерживающая способность и стойкость к обезвоживанию – по методическим рекомендациям Г.Н. Еремеева и А.И. Лищука [2], А.И. Лищука [6]; водный дефицит –

по методу М.Д. Кушниренко, Г.П. Курчатовой, Е.В. Крюковой [5]. Содержание свободной и связанной форм воды в листьях, степень гидратации коллоидов протоплазмы и концентрация клеточного сока, выраженная в атмосферах, установлены рефрактометрическим методом Е.А. Яблонского [8].

Результаты и обсуждение

В течение вегетационного периода 2009 г. в последней декаде июня (когда максимальная температура воздуха в полуденные часы достигала 33,5°C) из-за больших расходов воды из почвы и отсутствия значительных осадков на плодовых участках произошло резкое снижение хозяйственно полезной влаги до 20% НВ. В августе, на фоне высоких температур и низкой влажности воздуха более 5 декад подряд, её запасы в метровом слое почвы под плодовыми культурами уменьшились до недоступной растениям отметки (7% НВ), что наиболее заметно отразилось на листовом аппарате гибридов 8138 (слива альпийская × Олимп), 7405 и 7421 (слива альпийская × Леденец) (табл. 1).

Комплекс метеофакторов вначале вызвал незначительное пожелтение листьев, затем увядание, а при усилении засухи листья усыхали, оставаясь зелёными. Появлялись краевые ожоги, распространяющиеся впоследствии к центральной жилке и основанию листа. В августе засуха привела к полной гибели листьев и частичному повреждению побегов гибридной формы 8138 (слива альпийская × Олимп). Практически у всех изучаемых растений отмечалась потеря тургора (увядание) листьев верхней части кроны, особенно во второй половине вегетации. К окончанию вегетационного периода закономерное снижение содержания общей воды в листьях всех гибридных форм происходило менее интенсивно, чем летом 2008 г. В гибридной группе (слива альпийская × Олимп) пониженной оводнёностью выделялись формы 8098, 8132, 8138 и 8197. Интересно отметить, что гибриды 7405 и 7421 (слива альпийская × Леденец) в продолжение сезона вегетации отличаются наиболее высоким содержанием воды в листьях, но при этом очень быстро расходуют запас влаги при наступлении неблагоприятного периода, вследствие чего не являются устойчивыми к засухе.

Таблица 1

Визуальный учёт повреждений листьев абрикоса сорта Олимп и гибридов *Prunus brigantiaca* × *Armeniaca vulgaris* (август 2009 г.)

Селекционный номер и комбинация скрещивания	Количество опавших листьев, %	Количество пожелтевших листьев, % имеющих на дереве	Количество получивших ожоги листьев, %	Степень увядания листьев, %	Общее состояние растений, балл
7405 (слива альпийская × Леденец)	0,5	единичн. листья	5	30*	6
7406 --/--	5	1	3	20*	7
7421 --/--	8	2	10	40	5
Олимп	0	0	0	1	10
8098 (слива альпийская × Олимп)	единичн. листья	единичн. листья	0	5*	9
8099 --/--	единичн. листья	0	0	2*	10
8112 --/--	единичн. листья	единичн. листья	0	10*	9
8120 --/--	2	5	единичн. листья	15*	8
8132 --/--	0,5	единичн. листья	0,5	15*	8
8138 --/--	10	единичн. листья	15	50	5
8140 --/--	10	единичн. листья	0	10*	9
8197 --/--	единичн. листья	единичн. листья	0	5*	10

* - листья побегов верхнего яруса кроны

В условиях полного насыщения содержание общей воды в листьях гибридов находится в пределах 64–69% на сырое вещество (табл. 2). После 12-15 ч. завядания большинство гибридных форм демонстрируют высокую репарационную способность – от 60 до 100%. Исключение составляют гибриды 8138 (слива альпийская × Олимп) (25%) и 7421 (слива альпийская × Леденец) (5%), они же обладают и самой слабой водоудерживающей способностью. У гибридов 8112, 8120 и 8132 (слива альпийская × Олимп) достаточно высокая способность удерживать воду, незначительно снижающаяся к середине лета и более заметно – к концу вегетации, параллельно с уменьшением уровня оводнённости.

Таблица 2
Водоудерживающая способность и восстановление тургора листьев абрикоса сорта Олимп и гибридов *Prunus brigantia* × *Armeniaca vulgaris* (август 2009 г.)

Форма/сорт	Содержание воды в листь- ях при пол- ном насыще- нии, % на сырую массу	Утрачено воды в процессе завядания (%)								
		3 ч	6 ч	9 ч	12 ч	% листьев, восстанов. тургор	15 ч	% листьев, восстанов. тургор		
7405 (слива альпийская × Леденец)	65,4±0,7	13,6±0,5	20,7±1,1	24,8±0,9	29,4±1,3	60	33,8±1,1	10		
7406 –//–	67,2±1,2	10,4±0,3	17,9±0,9	21,4±0,6	26,0±0,8	80	34,6±1,4	100		
7421 –//–	69,0±1,4	10,0±0,8	16,9±1,2	20,9±1,1	28,5±0,6	5	–	–		
Олимп	68,8±0,8	11,8±0,7	16,2±0,4	18,9±0,8	21,0±1,0	100	21,8±0,5	100		
8098 (слива альпийская × Олимп)	64,6±0,5	13,0±0,2	20,2±0,8	23,5±0,7	25,3±0,4	85	32,7±0,7	100		
8099 –//–	65,2±0,9	13,7±0,8	21,9±1,4	26,0±1,2	30,8±0,6	90	35,8±1,1	100		
8112 –//–	65,5±1,0	12,2±0,1	20,1±0,6	24,4±1,4	29,4±0,8	95	36,2±0,4	50		
8120 –//–	66,9±0,7	14,3±0,9	22,8±0,3	28,2±0,7	34,7±1,2	90	36,7±1,2	20		
8132 –//–	68,2±1,3	14,5±0,6	22,2±1,3	27,4±1,1	32,9±0,9	65	34,5±0,7	60		
8138 –//–	64,5±0,8	10,8±1,1	18,3±0,9	25,0±1,5	37,6±1,5	25	–	–		
8140 –//–	66,7±0,4	15,0±0,7	21,3±1,0	24,8±1,3	29,9±1,1	100	31,3±0,9	75		
8197 –//–	65,0±1,1	11,7±0,9	19,6±0,5	24,5±1,0	28,0±0,7	90	32,5±1,3	70		

Наименьшая водоотдача и 100%-ная репарация отмечена в тканях листьев абрикоса Олимп, гибридных форм 8098 (слива альпийская × Олимп) и 7406 (слива альпийская × Леденец). У остальных растений потеря влаги достигает критического порога – 30-37%, но только в листьях гибридов группы (слива альпийская × Олимп) последующее насыщение водой приводит к восстановлению тургора на высоком уровне, следовательно клеточные структуры практически не повреждаются.

Водоудерживающая способность тканей листьев даёт возможность оценить потенциал растений противостоять действию обезвоживающих факторов. Установлено, что существует прямая зависимость между способностью листьев удерживать влагу и степенью восстановления тургора. У гибридов с низкими водоудерживающими характеристиками при быстрой водоотдаче изменение метаболических процессов проходит замедленно, в результате чего снижается уровень защитно-приспособительных реакций. Быстрая водоотдача приводит к повреждению структурных компонентов клеток, что и обуславливает низкую способность листьев восстанавливать тургор после завядания. Чем меньше воды теряют листья, тем полнее восстанавливаются их ткани.

С увеличением температуры воздуха в листьях возрастает величина реального водного дефицита. Сохраняется общая для обеих гибридных групп тенденция – увеличение дефицита в июле-августе с последующим уменьшением к осени по мере снижения температуры и повышения влажности воздуха. Следует отметить, что гибриды 8112 и 8120 группы (слива альпийская × Олимп) на протяжении вегетации выделяются сравнительно большим водным дефицитом, и вместе с тем обладают высокой водоудерживающей и восстановительной способностями. Это говорит об их возможности адаптироваться к проявлениям засухи и осуществлять физиологические процессы в экстремальных условиях окружающей среды.

Результаты обезвоживания листьев до потери одинакового количества воды на сырую массу (35-40% в июле и 30-35% в августе) показали, что гибридные формы, у которых процесс утрачивания воды более продолжителен, обладают повышенной устойчивостью. Высокая степень репарации характерна в основном для растений гибридной группы (слива альпийская × Олимп). Среди них особенно выделяются гибриды 8098, 8099 и 8140, период отдачи воды у которых продолжительностью от 21 до 23 ч в июле и 17-19 ч в августе. Наиболее долго удерживают влагу листья абрикоса Олимп – 35% воды теряется в течение 36 ч (табл. 3).

Таблица 3

**Стойкость к завяданию и восстановительная способность листьев гибридов
Prunus brigantia × *Armeniaca vulgaris* (2009 г.)**

Форма/сорт	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Водный дефицит в листьях, %	Время, за которое листья отдают воду	Листья, восст. тургор, %
1	2	3	4	5
	июль		потеря 35% влаги	
7405 (слива альпийская × Леденец)	60,7±2,4	9,5	17 ч. 10 мин.	10
7406 –//–	59,5±1,3	14,0	15 ч. 35 мин.	80
7421 –//–	63,0±1,1	10,6	12 ч. 00 мин.	25
Олимп	57,4±0,3	20,6	36 ч. 15 мин.	100
8098 (слива альпийская × Олимп)	57,4±0,6	10,9	23 ч. 10 мин.	90
8099 –//–	60,9±0,8	4,2	19 ч. 45 мин.	80

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
8112 –//–	58,0±0,1	19,4	16 ч. 05 мин.	75
8120 –//–	59,9±1,3	16,8	13 ч. 45 мин.	100
8132 –//–	58,6±1,4	12,2	15 ч. 00 мин.	55
8138 –//–	57,7±1,1	9,1	14 ч. 15 мин.	0
8140 –//–	60,0±0,9	16,8	20 ч. 25 мин.	70
8197 –//–	57,7±0,7	6,4	13 ч. 50 мин.	60
	август		потеря 30% влаги	
7405 (слива альпийская × Леденец)	60,7±0,9	13,8	14 ч. 20 мин.	10
7406 –//–	54,6±1,2	19,0	16 ч. 40 мин.	100
7421 –//–	62,2±1,7	12,2	15 ч. 30 мин.	15
Олимп	61,2±0,5	16,6	30 ч. 20 мин.	100
8098 (слива альпийская × Олимп)	55,5±0,6	15,7	17 ч. 05 мин.	85
8099 –//–	58,7±1,0	12,3	19 ч. 20 мин.	90
8112 –//–	56,5±0,4	24,3	14 ч. 00 мин.	50
8120 –//–	57,8±1,1	22,2	13 ч. 50 мин.	25
8132 –//–	55,3±0,5	20,5	15 ч. 55 мин.	50
8138 –//–	гибель листьев			
8140 –//–	58,3±0,7	19,5	17 ч. 15 мин.	30
8197 –//–	55,2±0,9	17,3	16 ч. 20 мин.	80

Исключение составляет гибридная форма 8138, имеющая наиболее низкие показатели параметров водного режима, и не выдерживающая потери даже менее чем 30% воды. Гибрид 8132 восстанавливает ткани листьев лишь наполовину, в отдельных случаях – немногим более 50%. В гибридной группе с невысокой устойчивостью (слива альпийская × Леденец) присутствует гибрид 7406, способный экономно расходовать влагу. Разница в водоудерживающей способности объясняется фракционным составом воды – в листьях устойчивых гибридных комбинаций содержится больше связанной её формы (табл. 4).

Таблица 4

Гидрофильность коллоидов и осмотическое давление клеточного сока листьев гибридов *Prunus brigantia* × *Armeniaca vulgaris* (август 2009 г.)

Форма/сорт	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Числа гидратации (ε воды на 1 ε сухой массы)	Равновесная концентрация, %	Осмотическое давление (атм.)
1	2	3	4	5
7405 (слива альпийская × Леденец)	61,7	0,367	12,11	10,23
7406 –//–	57,9	0,495	15,93	14,12
7421 –//–	63,7	0,213	9,79	8,06
Олимп	59,5	0,581	17,64	15,96
8098 (слива альпийская × Олимп)	57,1	0,528	16,76	15,05
8099 –//–	58,8	0,552	16,62	14,84
8112 –//–	57,5	0,419	15,20	13,37

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5
8120 –//–	59,4	0,506	14,79	12,93
8132 –//–	57,1	0,473	13,36	11,50
8138 –//–	55,2	0,238	8,91	7,24
8140 –//–	59,1	0,541	16,83	15,17
8197 –//–	58,3	0,512	16,55	14,84

Результаты рефрактометрического определения концентрации клеточного сока показали, что степень гидратации коллоидов и величина осмотического давления имеют наибольшие значения у абрикоса сорта Олимп и представителей его гибридной группы, показатели параметров водного режима подавляющего большинства которых указывают на повышенную засухоустойчивость. На фоне низкой способности гибридов группы (слива альпийская × Леденец) связывать и удерживать воду высокими показателями выделяется форма 7406.

Выводы

Адаптивный потенциал гибридов *Prunus brigantiaca* × *Armeniaca vulgaris* в условиях водного стресса тесно связан с изменением уровня оводнённости тканей, степенью гидратации коллоидов и осмотическим давлением клеточного сока.

На основании исследования комплекса физиологических показателей выявлено, что гибридные формы 8112, 8120, 8132 и 8197 (слива альпийская × Олимп) формируют устойчивое состояние в период дефицита почвенной влаги и действия высоких температур благодаря поддержанию стабильного уровня оводнённости листьев, предотвращающего обезвоживание, и относительно высокой репарационной способности.

Выделены перспективные сливо-абрикосовые гибриды 8098, 8099, 8140 (слива альпийская × Олимп) и 7406 (слива альпийская × Леденец), обеспечивающие себе высокую степень засухоустойчивости благодаря повышению гидратации коллоидов вследствие увеличения осмотического давления клеточного сока и высокой водоудерживающей способности в критические периоды вегетации. Данные гибриды можно рекомендовать для использования в селекционной работе с целью создания новых гибридных форм с вероятностью наследования физиологических признаков (повышенная способность связывать и удерживать воду, высокая степень восстановления тургора тканей после дегидратации), обуславливающих засухоустойчивость.

Список литературы

1. Горина В.М., Поляниченко Е.В. Альпийская слива в селекции абрикоса // Проблемы дендрологии, цветоводства, плодоводства, виноградарства и виноделия: Материалы IV Междунар. конф. – Ялта, 1996. – Т. 2. – С. 17-20.
2. Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Отбор засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений: Методические указания. – Ялта, 1974. – 18 с.
3. Костина К.Ф. Гибриды альпийской сливы с алычой и абрикосом // Труды Никит. ботан. сада. – 1978. – Т. 76. – С. 111-121.
4. Комар-Темна Л.Д., Горина В.М. Перспективні гібриди сливи альпійської (*Prunus brigantiaca* Vill.) з абрикосом звичайним (*Armeniaca vulgaris* Lam.) та абрикосом голоплодним (*Armeniaca leiocarpa* Kostina) // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 133. – С. 137-143.
5. Кушниренко М.Д., Курчатова Г.П., Крюкова Е.В. Методы оценки

засухоустойчивости плодовых растений. – Кишинёв: Штиинца, 1976. – 21 с.

6. Лищук А.И. Методика определения водоудерживающей способности к обезвоживанию листьев плодовых культур // Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур: Методические рекомендации. – М., 1991. – С. 33-36.

7. Меженський В.М. Інтродукція гібридів *Prunus brigantia* Vill. з аличею та абрикосою на південний схід України // Бюл. Нікіт. ботан. сада. – 2009. – Вип. 99. – С. 76-79.

8. Яблонский Е.А. К методике рефрактометрического определения концентрации клеточного сока растений // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – 1960. – Т. 32. – С. 101-105.

Рекомендовано к печати к.с.-х.н. Гориной В.М.