

УДК 634.14:58.032(477.75)

## ДИНАМИКА ВОДНОГО РЕЖИМА ХЕНОМЕЛЕСА В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА ЮЖНОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Р.А. ПИЛЬКЕВИЧ, Л.Д. КОМАР-ТЁМНАЯ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта

Представлены результаты изучения засухоустойчивости 26 селекционных форм хеномелеса, принадлежащих к *Chaenomeles japonica*, *Ch. speciosa*, *Ch. cathayensis* и *Ch. x superba* в течение засушливых периодов 2011-2013 гг. Исследования комплекса физиологических показателей выявили различия хеномелеса между селекционными формами и видами. Показатели водоудерживающей способности листьев и степени восстановления ими тургора после увядания позволили выделить наиболее засухоустойчивые формы (*Ch. x superba* 1-2, 1-5, *Ch. japonica* 2-2, 2-4, ПХ 2/5, ПХ 2/7, *Ch. speciosa* 3-1, 3-4, ПХ8/3, ПХ8/6, *Ch. cathayensis* 4-1), обладающие высокой степенью адаптивности и способностью осуществлять физиологические процессы в условиях водного стресса.

**Ключевые слова:** хеномелес, водный режим, водоудерживающая способность, водный дефицит, тургор, засухоустойчивость.

### Введение

В связи с особенностями погодных условий южных регионов, ограниченными осадками в период вегетации и повышенными температурами воздуха, первостепенную роль играют способность растений регулировать водный режим надземных частей, водоудерживающая сила тканей, а также способность к репарации физиологических показателей после действия засухи. Условия дефицита влаги могут негативно сказаться на закладке генеративных почек, степени цветения и декоративности красивоцветущих растений, урожайности и качестве урожая плодовых культур. Поэтому выявление и культивирование видов, сортов и форм с повышенной засухоустойчивостью имеет большое практическое и теоретическое значение.

Особенно актуальным данный вопрос является для интродуцентов. Успех интродукции в значительной мере определяется степенью соответствия экологических особенностей видов новым условиям их произрастания [7]. Для ускорения интродукционного процесса необходимо быстро и объективно определять реакцию растений на новые экологические условия. Это делает необходимым разработку и применение методов диагностики устойчивости к воздействию абиотических факторов, в частности, водного стресса и повышенных температур.

Хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.), родиной которого являются Япония и Китай, давно применяется в декоративном садоводстве многих стран мира как красивоцветущий кустарник. Благодаря широкой экологической пластичности, он обладает большим интродукционным ареалом. В России он возделывается на значительной территории, простирающейся с юга на север вплоть до Кольского полуострова. Благодаря активной интродукционной деятельности Никитского ботанического сада хеномелес выращивается в Крыму с первой половины XIX столетия. В последние десятилетия значительно вырос интерес к нему как к плодовой культуре с высоким содержанием биологически активных веществ. Со второй половины 90-х годов XX века на базе НБС-ННЦ впервые было начато подробное изучение его не только как декоративного, но и как плодового растения [3].

Фактором, лимитирующим выращивание хеномелеса в качестве плодовой культуры в Крыму в богарных условиях, может стать недостаточное количество осадков в вегетационный период (266 мм по средним многолетним данным с

минимумом 31-35 мм в апреле-мае [2], когда происходит завязывание плодов, и в августе, когда продолжается их рост). Отсутствие орошения в засушливые периоды, сопровождающиеся высокими температурами воздуха и поверхности почвы, негативно сказывается не только на массе урожая, сокращая его на 25-40 %, но и на самих растениях (отмечалось сморщивание плодов, ожоги листьев или значительное, до 60 %, их осыпание). Жизнеспособность кустов сохраняется благодаря хорошо развитой корневой системе, глубоко проникающей в почву и не уступающей по степени развития надземной части [6].

Поэтому одним из направлений селекции этой культуры в Крыму является отбор засухоустойчивых форм, способных давать полноценный урожай при ограниченном орошении. [4]. По данным других исследователей, различия по степени засухоустойчивости и жаростойкости отдельных сортов и селекционных форм разных видов хеномелеса существуют [12], поэтому такой отбор является оправданным и эффективным.

Целью данной работы явилось изучение параметров водного режима и потенциальной засухоустойчивости хеномелеса различной видовой принадлежности в условиях Южного берега Крыма, отбор генотипов, перспективных по этому признаку на основании результатов трехлетних исследований [5, 10, 11].

#### Объекты и методы исследования

Для исследований было отобрано 26 семян от свободного опыления разных видов из селекционного фонда хеномелеса НБС-ННЦ: *Ch. japonica* (формы 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, ПХ 2/5, ПХ 2/6, ПХ 2/7, ПХ 7/7, ПХ 7/10), *Ch. speciosa* (3-1, 3-2, 3-3, 3-4, ПХ 8/3, ПХ 8/5, ПХ 8/6), *Ch. cathayensis* (4-1, 4-2, 4-3, 4-4) и *Ch. x superba* (1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5). Водоудерживающая способность и стойкость к обезвоживанию определены по классическим методикам диагностики [1, 9] водный дефицит – методом М.Д. Кушниренко [8] оводненность тканей – высушиванием навесок в термостате до постоянного веса. Отбор проб проводился в течение трех лет в июле, августе, начале сентября, после установления засушливого периода.

#### Результаты и обсуждение

В июле 2011 г. изменение содержания общей воды в тканях листьев всех селекционных форм наблюдалось в пределах 47,4-60,5% относительно сырой массы листа (табл. 1). Уровень водного дефицита в июле варьировал от 4,2 до 37%, с минимумом у форм *Ch. x superba* 1-5, *Ch. japonica* 2-4, *Ch. speciosa* 3-4, *Ch. cathayensis* 4-3, 4-4.

Таблица 1

Водоудерживающая способность листьев *Chaenomeles* (июль 2011 г.)

Форма	Содержание воды в листьях		Водный дефицит в листьях, %	Утрачено воды через 4 часа, %	Листья, восст тургор, %	Утрачено воды через 6 часов, %	Листья, восст. тургор, %	Утрачено воды через 24 часа, %	Листья, восст. тургор, %
	% на сырую массу	полное обводнение % на сырую массу							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b><i>Chaenomeles x superba</i></b>									
1-1	47,7±1,0	56,1±1,2	31,3	45,7±1,1	55			54,0±1,4	0
1-2	54,8±1,2	61,9±1,7	12,7	47,7±1,2	75			51,6±1,1	45
1-3	58,3±1,6	66,1±1,5	11,0	58,6±1,4	8			65,8±1,5	0
1-5	51,5±1,3	58,2±1,4	5,7	40,4±0,8	96			52,5±1,3	10

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Chaenomeles japonica</i>									
2-1	51,6±1,1	63,7±1,6	4,8	36,5±1,3	17,5			49,3±1,1	0
2-2	56,5±1,0	59,8±1,3	9,8	40,2±1,1	93			56,4±1,4	0
2-3	53,9±1,1	60,5±1,1	19,2	42,3±1,0	61			53,0±1,2	0
2-4	55,3±1,3	59,1±1,7	5,5	45,2±1,4	83			58,9±1,5	0
2-5	57,7±1,7	63,0±2,0	17,4	53,6±1,7	30			56,9±1,9	0
<i>Chaenomeles speciosa</i>									
3-2	54,5±1,2	55,1±0,9	32,1	25,6±0,8		32,7±1,1	100	34,0±1,0	80
3-4	58,3±1,5	60,8±1,3	4,2	26,1±1,2		35,6±1,5	63	40,8±1,3	60
<i>Chaenomeles cathayensis</i>									
4-1	60,5±1,1	67,9±1,2	11,1	42,3±1,1	92			49,6±1,1	35
4-2	56,1±1,4	59,5±1,0	37,0	40,9±0,9	68			57,6±1,2	0
4-3	56,3±1,0	58,7±1,4	4,5	47,1±1,3	85			50,7±1,5	20
4-4	59,5±1,8	65,0±1,5	4,4	51,4±1,2	50			56,5±1,4	0

В августе по мере усиления засушливых погодных условий показатели оводнённости снизились до значений 39,5-58,3% (табл. 2). Самый высокий уровень влаги в листьях на протяжении месяца отмечен у образца *Ch. speciosa* 3-3 – 63,0% (на поливе). В состоянии полного обводнения содержание воды в тканях листьев сеянцев всех видов находились в пределах 55,0-68,1.

Таблица 2

Водоудерживающая способность листьев *Chaenomeles* (август 2011 г.)

Форма	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Содержание воды в листьях, полное обводнение, % на сырую массу	Утрачено воды в процессе увядания			Листья, восст. тургор, %
			1 час, %	2 часа, %	3 часа, %	
<i>Chaenomeles x superba</i>						
1-1	50,0±1,1	55,6±1,1	11,8±0,7	20,3±1,2	26,2±1,0	100
1-2	46,4±1,4	62,5±1,4	15,6±1,1	31,9±1,7	43,7±1,6	70
1-3	48,6±1,7	68,1±1,7	18,1±1,6	41,9±1,9	53,9±1,8	60
1-4	56,2±1,6	60,9±1,6	21,1±1,4	35,9±1,5	47,7±1,3	55
1-5	44,9±1,2	61,5±1,2	22,4±1,1	40,8±1,3	54,4±1,5	50
<i>Chaenomeles japonica</i>						
2-1	46,2±1,5	64,4±1,5	10,7±1,2	24,1±1,2	33,0±1,1	95
2-2	42,2±1,3	59,0±1,3	13,6±0,8	30,3±1,0	39,4±1,3	100
2-3	39,5±1,2	60,8±1,2	13,3±1,1	28,0±0,9	44,7±1,1	100
2-4	52,2±1,6	57,0±1,6	13,9±1,3	28,7±1,2	39,3±1,5	100
2-5	58,3±2,1	65,9±2,1	17,4±1,7	33,9±1,9	43,8±1,7	55
<i>Chaenomeles speciosa</i>						
3-1	57,4±1,3	60,5±1,6	18,4±1,2	30,9±1,5	40,8±1,4	85
3-2	53,8±1,0	55,0±1,0	13,3±0,9	20,6±1,2	23,8±1,1	90
3-3	63,0±1,8	56,8±1,8	17,6±1,6	31,6±1,8	40,8±1,9	90
3-4	54,1±1,4	61,5±1,4	18,5±1,1	28,1±1,0	34,9±1,3	96
<i>Chaenomeles cathayensis</i>						
4-1	52,4±1,1	62,4±1,1	15,7±1,3	28,3±1,0	39,4±1,4	82
4-2	51,1±1,3	61,1±1,3	20,9±1,0	38,5±1,1	46,5±1,2	75
4-3	48,0±1,8	67,5±1,8	12,9±1,5	27,6±1,5	37,9±1,6	60
4-4	51,0±2,0	65,2±2,0	13,7±1,7	28,4±2,2	38,4±1,9	45

После критического обезвоживания, превышающего потерю 39% воды, и достигающего в отдельных случаях 45%, листья некоторых образцов показали

способность на достаточно высоком уровне восстанавливать тургесцентность (от 70 до 100% листовой площади), и нормальную зелёную окраску. Это селекционные формы: *Ch. x superba* 1-2; *Ch. japonica* 2-2, 2-3, 2-4; *Ch. speciosa* 3-1, 3-3; *Ch. cathayensis* 4-1, 4-2.

С усилением засухи значительно возрос реальный водный дефицит в листьях, его значения существенно варьировали у образцов в пределах вида, относительно низкие показатели демонстрирует большинство сеянцев *Ch. cathayensis*. Обезвоживание листьев до потери одинакового количества воды (35% относительно первоначального её уровня в состоянии полного насыщения) показало, что дальнейшее восстановление тургора практически всеми формами осуществляется на уровне 90-100% (табл. 3). Исключение – образец *Ch. cathayensis* 4-4, восстанавливающий только 45-55% тканей.

Таблица 3

**Стойкость к увяданию и восстановительная способность листьев *Chaenomeles* (август 2011 г.)**

Форма	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Водный дефицит в листьях, %	Время потери листьями 35% воды	Листья, восстан. тургор, %
<b><i>Chaenomeles x superba</i></b>				
<b>1-1</b>	47,7±1,2	21,7	5 часов 50 мин.	98
<b>1-2</b>	47,4±1,3	35,6	2 часа 50 мин.	98
<b>1-3</b>	53,6±1,1	34,0	2 часа 05 мин.	92
<b>1-4</b>	49,3±1,0	34,0	2 часа 20 мин.	90
<b>1-5</b>	47,6±1,4	36,1	1 час. 45 мин.	92
<b><i>Chaenomeles japonica</i></b>				
<b>2-1</b>	47,2±0,8	37,5	3 часа 50 мин.	100
<b>2-2</b>	47,5±1,1	30,6	2 часа 05 мин.	97
<b>2-3</b>	47,1±1,2	41,8	3 часа 50 мин.	100
<b>2-4</b>	47,5±1,1	29,5	2 часа 40 мин.	100
<b>2-5</b>	52,9±1,5	37,9	2 часа 00 мин.	88
<b><i>Chaenomeles speciosa</i></b>				
<b>3-1</b>	48,9±1,3	25,0	2 часа 10 мин.	97
<b>3-2</b>	51,6±1,0	10,2	7 часов 25 мин.	75
<b>3-3</b>	55,1±0,9	19,7	1 час 20 мин.	99
<b>3-4</b>	50,4±1,1	19,5	2 часа 50 мин.	92
<b><i>Chaenomeles cathayensis</i></b>				
<b>4-1</b>	51,7±0,8	16,2	3 часа 35 мин.	96
<b>4-2</b>	49,4±1,0	21,8	2 часа 30 мин.	80
<b>4-3</b>	52,9±1,6	11,1	2 часа 30 мин.	90
<b>4-4</b>	54,3±1,9	8,4	3 часа 00 мин.	55

Выявлена способность листьев сеянца *Ch. speciosa* 3-2 наиболее экономно, в отличие от растений этого же и остальных видов, расходовать и удерживать влагу. Период отдачи воды продлился в течение 7-8 ч., при этом сохраняется относительно хорошая репарационная возможность (восстановлению подлежит до 75% листовой площади). Образцы *Ch. speciosa* 3-3 и *Ch. x superba* 1-5 теряли аналогичное количество воды за максимально короткий срок – от 1ч. 20м до 1ч. 45м, при этом степень репарации у них достаточно высока (99 и 92%, соответственно).

В результате, наилучшими водоудерживающими характеристиками наряду с высокой репарационной способностью после обезвоживания в период летнего дефицита влаги 2011 г. обладали формы *Ch. x superba* 1-1, 1-2; *Ch. japonica* 2-1, 2-3, 2-4; *Ch. speciosa* 3-2, 3-4; *Ch. cathayensis* 4-1. Сравнительно низкую устойчивость и нестабильность в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды проявили формы *Ch. x superba* 1-3, 1-4, *Ch. japonica* 2-5, *Ch. cathayensis* 4-4.

На фоне рекордно высоких (начиная с 1930 г.) температур воздуха летнего периода 2012 г. – до 37,8°C при влажности 25% и 62,5°C на поверхности почвы, содержание общей воды в тканях листьев сеянцев форм всех видов снижалось до отметок 60,5-39,5%, что меньше уровня предыдущего года от 0,5 до 14,5%. Максимальный уровень оводнённости отмечен у образца *Ch. speciosa* 3-3 – 63,0% в августе (табл. 4). В состоянии полного насыщения границы содержания воды составляли 53,9-67,9%. Резко возрос реальный водный дефицит в листьях, причём его показатели существенно варьировали у сеянцев в пределах вида. У образцов *Ch. japonica* и *Ch. x superba* по мере углубления водного стресса накопление водного дефицита достигло особенно высоких значений – 34,5 и 42,5%, соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Стойкость к увяданию и восстановительная способность листьев *Chaenomeles* (август 2012 г.)

Форма	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Водный дефицит в листьях, %	Время потери листьями 35% воды	Листья, восстановившие тургор, %
<b><i>Chaenomeles x superba</i></b>				
1-1	50,0±1,1	42,5±1,4	2 часа 05 мин.	92
1-2	46,4±1,4	34,8±1,0	1 час 55 мин.	92
1-3	48,6±1,7	36,1±1,3	1 час 25 мин.	90
1-4	56,2±1,6	42,3±1,8	1 час 20 мин.	78
1-5	44,9±1,2	34,2±1,1	2 часа 10 мин.	96
<b><i>Chaenomeles japonica</i></b>				
2-1	46,2±1,5	27,3±1,2	2 часа 30 мин.	92
2-2	42,2±1,3	34,2±1,1	2 часа 35 мин.	100
2-3	39,5±1,2	34,5±2,5	1 час 50 мин.	68
2-4	52,2±1,6	24,7±0,8	2 часа 05 мин.	96
2-5	58,3±2,1	29,5±1,4	1 час 55 мин.	83
<b><i>Chaenomeles speciosa</i></b>				
3-1	57,4±1,3	17,6±1,1	4 часа 00 мин.	99
3-2	53,8±1,0	15,3±0,9	5 часов 25 мин.	96
3-3	63,0±1,8	13,2±1,2	2 часа 50 мин.	85
3-4	54,1±1,4	9,9±0,5	3 часа 20 мин.	97
<b><i>Chaenomeles cathayensis</i></b>				
4-1	52,4±1,1	13,9±1,0	2 часа 00 мин.	90
4-2	51,1±1,3	26,6±1,2	3 часа 15 мин.	80
4-3	48,0±1,8	18,5±2,3	3 часа 45 мин.	70
4-4	51,0±2,0	16,7±2,1	3 часа 00 мин.	78

Обезвоживание листьев до потери равного количества воды (35% от её содержания в состоянии полного насыщения) показало, что у образцов *Ch. cathayensis* на фоне углубления водного стресса период отдачи влаги удлинился на ½-1¼ ч. в сравнении с результатами предыдущего года. Произошло возрастание водоудерживающих сил, и тургор листьев восстановился полнее (79,5% – среднее по сеянцам вида). Селекционные формы *Ch. japonica* и *Ch. x superba* (кроме 1-5), наоборот, теряли воду быстрее – водоотдача сократилась на временной промежуток от ½ до 4 ч. Восстановились достаточно хорошо: в среднем на 87,8-89,6%, отдельные формы – полностью. Сеянец *Ch. speciosa* 3-2 снова продемонстрировал самое экономное расходование влаги листьями в условиях нехватки водообеспечения, как приспособительную реакцию к действию засухи. Период отдачи воды хоть и существенно сократился по сравнению с результатами 2011 г. (на 3½ ч.), продлился более 5 ч., а репарация листовой площади – на уровне 96%. Относительно невысокие

показатели водного дефицита отмечались у сеянцев *Ch. cathayensis* (14-26,6%), минимальный показатель 9,9% зафиксирован у формы *Ch. speciosa* 3-4. Следует отметить, что сеянцы *Ch. speciosa* выделяются среди других видов довольно низкими значениями дефицита влаги, и практически все формы обладают относительно высокой водоудерживающей способностью (табл. 5).

Таблица 5

Водоудерживающая способность листьев *Chaenomeles* (август 2012 г.)

Форма	Содержание воды в листьях, полное обводнение, % на сырую массу	Утрачено воды в процессе увядания					Листья, восст. тургор, %
		1 ч., %	2 ч., %	3 ч., %	4 ч., %	5 ч., %	
<b><i>Chaenomeles x superba</i></b>							
1-1	62,9±1,1	25,2±0,7	32,5±1,1				92
1-2	60,0±1,4	29,3±1,0	34,9±1,3				92
1-3	67,9±1,7	21,8±1,2	39,1±1,5				86
1-4	66,7±1,6	27,0±0,9	43,8±1,2				78
1-5	59,8±1,2	15,2±0,8	30,5±1,1				98
<b><i>Chaenomeles japonica</i></b>							
2-1	53,9±1,5	14,9±0,6	30,3±0,8				92
2-2	60,3±1,3	16,7±1,2	30,0±1,1				100
2-3	61,1±1,2	13,7±1,4	36,3±1,7				67
2-4	59,7±1,6	24,1±0,9	34,8±1,2				96
2-5	61,0±2,1	20,5±1,0	35,4±1,5				82
<b><i>Chaenomeles speciosa</i></b>							
3-1	62,4±0,8	16,7±1,3	23,9±1,2	29,3±1,1	35,0±0,9	□	100
3-2	61,3±1,0	9,0±1,1	16,8±0,8	20,5±1,0	25,9±1,3	31,8±1,1	95
3-3	65,5±1,8	14,9±1,4	29,8±1,1	35,0±1,4			85
3-4	60,8±1,4	13,8±1,0	26,4±1,3	34,0±1,2			98
<b><i>Chaenomeles cathayensis</i></b>							
4-1	61,2±1,0	15,5±1,2	23,0±1,1	31,4±1,0			86
4-2	59,9±1,3	16,7±1,0	27,0±1,3	33,1±1,2			85
4-3	60,0±1,8	15,5±1,3	22,1±1,1	30,7±1,4			80
4-4	59,8±2,0	23,2±1,8	27,5±1,5	35,0±1,7			78

Однако, при наличии данных свойств, у подавляющего большинства селекционных форм *Ch. speciosa* чаще наблюдаются ожоги и опадает значительно большее количество листьев, чем у остальных видов (рис. 1).

Следует отметить, что для растений хеномелеса в отличие от многих других плодовых и декоративных культур, низкая водоудерживающая способность листьев далеко не всегда сочетается с меньшей устойчивостью к засухе. Несмотря на недостаточную водоудерживающую силу тканей, приводящую к потере от 30 до 40% влаги через 1-2 ч. от начала увядания, листья образцов *Ch. japonica* и *Ch. x superba* на высоком уровне восстанавливают нормальную зелёную окраску и хорошую тургесцентность. При этом *Ch. japonica* демонстрирует большие адаптивные возможности, медленнее теряя влагу в сравнении с *Ch. x superba*. Высокими показателями водоудерживающих сил, сочетающимися с повышенной репарационной способностью в условиях водного стресса лета 2012 г., отличились селекционные формы *Ch. x superba* 1-1, 1-2, 1-5, *Ch. japonica* 2-1, 2-2, 2-4, 4 *Ch. speciosa* 3-1, 3-2, 3-4, *Ch. cathayensis* 4-1. Относительно слабую устойчивость и нестабильность в условиях продолжительной засухи продемонстрировали формы *Ch. x superba* 1-3, *Ch. japonica* 2-3 и 2-5, *Ch. speciosa* 3-3, *Ch. cathayensis* 4-3 и 4-4.

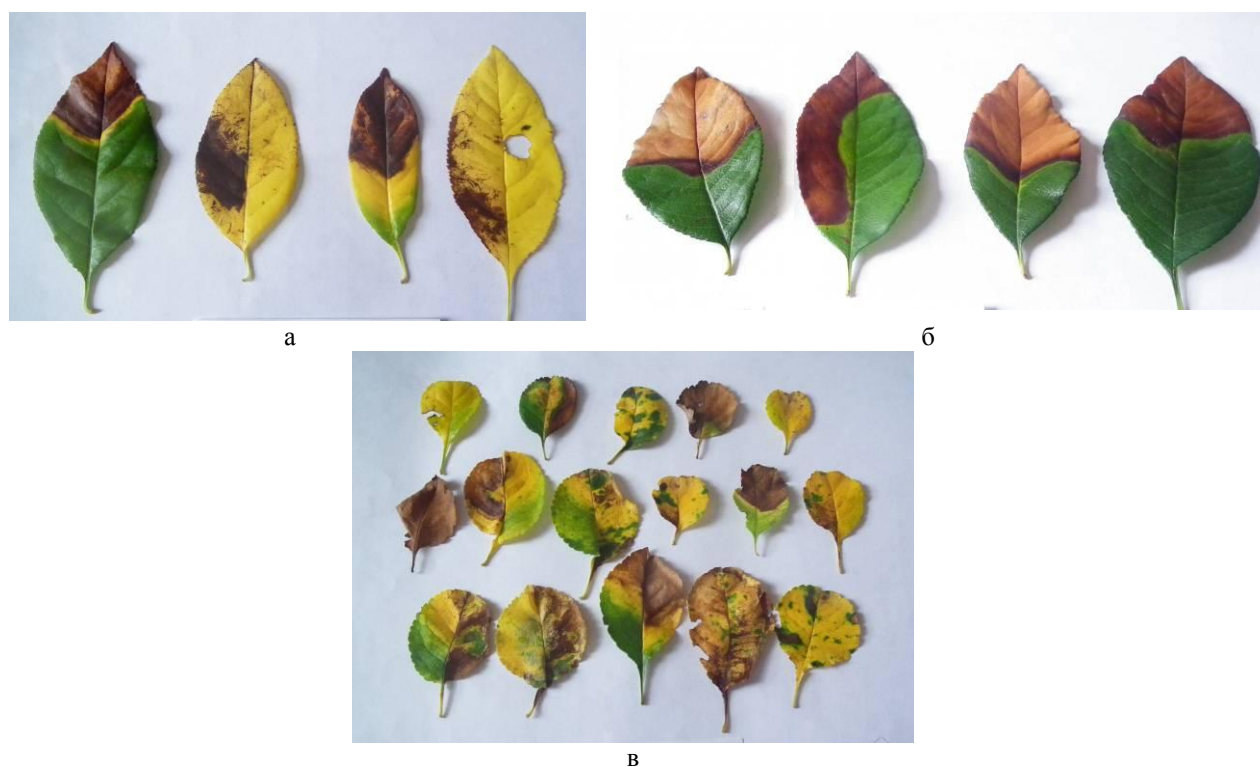


Рис. 1 Солнечные ожоги листовой поверхности сеянцев хеномелеса различных видов: а – *Chaenomeles speciosa*, б – *Chaenomeles x superba*, в – *Chaenomeles japonica*

В течение летнего периода 2013 г. содержание общей воды в листьях изучаемых объектов установлено в пределах 42,9-56,3%, вариабельность параметра – от 6,5% у *Ch. cathayensis* до 17,7% у *Ch. speciosa*. Наиболее низким показателем оводнённости (32,3%) выделился образец *Ch. speciosa* ПХ 8/5 (табл. 6). В состоянии полного насыщения уровень общей воды составлял 52,6-63,5% в августе и 55,4-70,8% в сентябре. Сравнительно с предшествующим вегетационным периодом, ввиду отсутствия серьёзных проявлений засухи, растения испытывали меньший дефицит влаги, в различной степени: сеянцы *Ch. x superba* на 3,5-14,5%; *Ch. speciosa* – на 2,2-3,9%. Показатели реального водного дефицита в листьях, как и ранее, существенно варьируют в пределах вида. Особенно высоких значений дефицит влаги в августе достиг в тканях *Ch. speciosa* ПХ 8/6 и *Ch. japonica* ПХ 7/7 (41,5 и 53,2%, соответственно). Формы 3-2 и 3-4 отличались минимальным уровнем водного дефицита (табл. 6).

Таблица 6

Стойкость к обезвоживанию и восстановительная способность листьев *Chaenomeles* (август-сентябрь 2013 г.)

Форма	Содержание воды в листьях, % на сырую массу		Водный дефицит в листьях, %		Время потери листьями 35% воды, август	Листья, восстан. тургор, %	Время потери листьями 40% воды, сентябрь	Листья, восстан. тургор, %
	август	сентябрь	авг.	сент.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b><i>Chaenomeles x superba</i></b>								
<b>1-1</b>	53,3±1,1	47,9±1,1	28,0	23,0	3 ч. 15 мин.	75,0	3 ч. 15 мин.	94,4
<b>1-2</b>	43,7±1,3	53,7±1,3	31,3	28,1	2 ч. 05 мин.	99,3	2 ч. 10 мин.	85,0
<b>1-3</b>	56,3±1,2	47,7±1,1	16,2	44,4	1 ч. 30 мин.	88,0	1 ч. 25 мин.	56,5
<b>1-4</b>	50,8±1,0	47,6±1,0	31,1	46,7	4 ч. 10 мин.	98,0	2 ч. 15 мин.	98,0
<b>1-5</b>	45,4±1,4	39,0±1,4	35,6	37,4	3 ч. 20 мин.	91,7	2 ч. 15 мин.	96,0

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Chaenomeles japonica</i>								
ПХ 2/5	53,8±0,8	55,4±1,1	35,1	35,0	2 ч. 55 мин.	99,6	2 ч. 40 мин.	99,8
ПХ 2/6	42,9±1,1	48,0±0,9	28,3	26,2	2 ч. 05 мин.	94,3	2 ч. 00 мин.	72,6
ПХ 2/7	54,5±1,2	42,2±1,2	10,0	37,5	2 ч. 30 мин.	98,3	2 ч. 05 мин.	97,2
ПХ 7/7	58,8±1,1	44,4±1,1	53,2	53,3	2 ч. 20 мин.	66,7	1 ч. 45 мин.	52,0
ПХ 7/10	51,8±1,5	33,9±1,5	37,7	52,0	2 ч. 15 мин.	84,0	2 ч. 55 мин.	70,0
<i>Chaenomeles speciosa</i>								
3-2	50,0±0,7	62,7±1,3	13,1	8,3	2 ч. 30 мин.	100	5 ч. 40 мин.	60,0
3-4	48,2±1,1	51,3±1,0	6,0	12,7	5 ч. 15 мин.	98,0	3 ч. 05 мин.	73,3
ПХ 8/3	48,4±1,4	45,6±0,9	29,8	35,8	1 ч. 45 мин.	99,2	2 ч. 50 мин.	99,6
ПХ 8/5	32,3±1,0	48,0±1,1	38,7	35,2	2 ч. 00 мин.	92,5	1 ч. 30 мин.	96,7
ПХ 8/6	44,3±0,9	37,5±2,3	41,5	40,8	4 ч. 20 мин.	97,0	2 ч. 50 мин.	88,0
<i>Chaenomeles cathayensis</i>								
4-1	49,0±1,1	38,7±1,0	27,5	31,8	3 ч. 00 мин.	97,0	4 ч. 20 мин.	28,3
4-2	49,4±1,0	44,3±1,0	22,1	56,8	4 ч. 15 мин.	90,0	3 ч. 05 мин.	69,2
4-3	54,0±1,3	45,5±1,6	16,2	40,6	2 ч. 35 мин.	99,6	2 ч. 50 мин.	44,0
4-4	47,5±1,9	52,2±1,9	16,9	32,2	5 ч. 10 мин.	75,0	3 ч. 00 мин.	93,5

У формы *Ch. x superba* 1-5 в августе опали прилистники. У *Ch. japonica* ПХ 7/10 на кусте имелось 5% листьев с ожогами, опавших было около 30% от общего количества. Единичные листья опали у образца *Ch. cathayensis* 4-1, на кустах формы 4-4 находилось 5-7% пожелтевших листьев. У *Ch. speciosa* ПХ 8/3 желтели и опали единичные листья и прилистники, форма 3-3, произрастающая в условиях орошения, сбросила 15-20% листьев.

После потери 35% воды репарация тканей листьев у всех образцов произошла в среднем на уровне 88,6-97,3; после 40% – от 58,7% у сеянцев *Ch. cathayensis* до 86,0% у растений *Ch. x superba*. У представителей *Ch. cathayensis*, на фоне относительно благоприятных летних условий, период отдачи 35% влаги продлился от 2½ до 5 ч. Репарационный процесс в листьях сеянцев осуществился в среднем на 90,4%. Практически полное восстановление тургора (99,8%) отмечено в тканях листьев образца 4-3, утратившего воду за самый короткий период времени. Листья растений *Ch. x superba* теряли влагу за 1½-4 ч., средний показатель уровня репарации – 92,4%. Образцы *Ch. japonica* отдали воду за 2-3 ч., восстановление – на 88,6%. Сеянцы *Ch. speciosa* теряли воду на протяжении 1¾-4½ ч. (форма 3-4 в течение 6 ч.), средняя репарация внутри вида составила 97,3%.

Таким образом, в летний период 2013 г. повышенной водоудерживающей способностью выделились селекционные формы *Ch. x superba* 1-2, 1-4, 1-5, *Ch. japonica* ПХ 2/5, ПХ 2/7, *Ch. speciosa*, 3-2, 3-4, ПХ 8/3, ПХ 8/6, *Ch. cathayensis* 4-1, 4-2, 4-3 (табл. 7). Сравнительно низкую устойчивость и нестабильность в условиях дефицита водообеспечения продемонстрировали формы *Ch. x superba* 1-1, 1-3, *Ch. japonica* ПХ 7/7, *Ch. speciosa* ПХ 8/5, *Ch. cathayensis* 4-4.



Таблица 7

Водоудерживающая способность листьев *Chaenomeles* (август 2013 г.)

Форма	Содержание воды в листьях, полное обводнение, % на сырую массу	Утрачено воды в процессе завядания				Листья, восстан. тургор
		1 час, %	2 часа, %	3 часа, %	4 часа, %	
<b><i>Chaenomeles x superba</i></b>						
1-1	61,2±2,1	40,0±2,7	-			66,7
1-2	57,1±1,0	19,6±1,1	35,7±1,7			99,7
1-3	60,7±1,3	23,3±1,6	45,0±1,9			86,4
1-4	59,2±0,8	17,3±1,4	23,6±1,5	29,7±1,0		100
1-5	58,4±1,1	17,2±1,1	30,5±1,3			100
<b><i>Chaenomeles japonica</i></b>						
ПХ2/5	52,1±0,9	15,7±1,2	24,0±1,2	30,2±1,1		99,9
ПХ2/6	52,5±1,1	14,0±0,8	29,1±1,0			92,9
ПХ2/7	57,1±1,2	14,8±1,1	22,7±1,4	28,4±1,2		99,4
ПХ7/7	63,5±1,8	16,5±1,3	33,9±1,9			86,7
ПХ7/10	58,9±1,0	12,0±1,7	25,6±1,6			92,0
<b><i>Chaenomeles speciosa</i></b>						
3-2	59,5±1,1	16,5±0,9	23,5±1,2	31,6±1,3		100
3-4	56,1±0,7	11,2±1,1	16,7±1,0	24,0±0,8	29,2±0,9	98,3
ПХ8/3	57,6±0,7	14,2±0,9	27,4±1,0			100
ПХ8/5	57,4±2,1	14,1±1,3	33,3±2,2			80
ПХ8/6	52,6±2,0	13,8±1,1	17,2±1,0	27,6±1,1	32,4±1,0	98,6
<b><i>Chaenomeles cathayensis</i></b>						
4-1	59,3±1,5	18,1±1,6	31,1±1,8			97,8
4-2	58,1±2,4	13,5±1,0	23,0±1,1	30,4±1,2		99,0
4-3	61,7±1,2	16,9±1,4	26,8±1,0			100
4-4	58,6±1,3	18,0±1,7	30,4±2,2			88

**Выводы**

В процессе изучения летней динамики водного режима на протяжении 2011-2013 гг. выявлена характерная особенность селекционных форм разных видов хеномелеса – стремительная потеря воды листьями в первые часы увядания, достигающая 55% от сырой массы. Экспериментальные результаты индивидуальной оценки показателей параметров водного режима показали, что наиболее стабильный уровень обводнённости ( $\pm 2,7$  - 6,8%) и, как правило, небольшие различия величин водного дефицита ( $\pm 0,2$  - 4,5% в отсутствие засухи и  $\pm 1,9$  - 7,0% при её ужесточении) сохраняют селекционные формы *Ch. x superba* 1-1, 1-2, 1-5, *Ch. speciosa* 3-2, *Ch. cathayensis* 4-2, 4-4. При этом названные образцы не обладают схожей водоудерживающей способностью и неодинаково восстанавливают тургор после обезвоживания. Наилучшими водоудерживающими характеристиками, сочетающимися с высокой репарационной способностью (свыше 96%) после критического обезвоживания в период летнего дефицита влаги, обладают селекционные формы *Ch. x superba* 1-4, 1-5, *Ch. japonica* 2-2, 2-4, ПХ2/5, ПХ 2/7, *Ch. speciosa* 3-4, ПХ8/3, ПХ8/6, *Ch. cathayensis* 4-1. Они рекомендуются для дальнейшей селекционной оценки. Наиболее низкую устойчивость и нестабильность в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды демонстрируют формы *Ch. x superba* 1-4, *Ch. japonica* 2-3, 2-5, ПХ 7/7, *Ch. speciosa* 3-3, *Ch. cathayensis* 4-3 и 4-4.

В среднем по видам установлено: наиболее устойчивы к засухе растения *Ch. x superba* – 87,6% сеянцев демонстрируют стабильно высокие показатели способности восстанавливать тургор после завядания. Далее следуют виды *Ch. speciosa* и *Ch. japonica*, признаки засухоустойчивости проявляют от 68,5 до 77,9% их изученных форм. *Ch. cathayensis* характеризуется наименьшей среди других видов засухоустойчивостью – необходимый уровень оводнённости восстанавливается только у 64,2% растений.

Анализ совокупности результатов исследований позволяет сделать вывод, что виды хеномелеса проявляют существенную вариабельность по признаку засухоустойчивости, что предоставляет широкую возможность отбора среди них наиболее адаптивных селекционных форм. Поэтому для ведения дальнейшей селекционной работы и возделывания данной культуры крайне важно проводить отбор не только между видами, но и индивидуальный отбор потенциально устойчивых к проявлениям водного стресса форм в пределах каждого вида.

### Список литературы

1. Еремеев Г.Н. Отбор засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений / Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Методические указания. – Ялта, 1974. – 18 с.
2. Зац Е.Н. Характеристика климатических условий в Никитском ботаническом саду // Тр. Никит. ботан. сада. – 1960. – Т. 32. – С. 161-164.
3. Комар-Тёмная Л.Д. Хеномелес - новая плодовая культура для Крыма // Тез. докл. научно-практ. конф. «Сохранение и использование генофонда в селекции овощных и плодово-ягодных культур на юге России». – Крымск, 2000. – С. 193-194.
4. Комар-Темная Л.Д. Основные направления селекции хеномелеса в Крыму / Л.Д. Комар-Темная // Основные направления и методы селекции семечковых культур: материалы к международ. науч.-метод. конф. – Орел, 2001. – С. 45-46.
5. Комар-Темная Л.Д., Пилькевич Р.А. Засухоустойчивость хеномелеса в Крыму // Сб. матеріалів Міжнародної наукової конференції «Селекція та генетика сільськогосподарських рослин: традиції та перспективи». – Одеса, 2012. – С. 255-256.
6. Комар-Темная Л.Д., Полонская А.К. Интродукционные испытания хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) в качестве плодовой культуры в Крыму // Интродукция нетрадиционных и редких растений: Сб. материалов VIII Междунар. научно-методической конф. Мичуринск-наукоград РФ, 8-12 июня 2008 г. – Воронеж: Кварта, 2008. – Т. 1. – С. 220-222.
7. Кормилицын А.М. Деревья и кустарники арборетума Государственного Никитского ботанического сада / Инвентарный список растений с указанием их экологической стойкости и плодоношения по многолетним наблюдениям // Труды Государственного Никитского ботанического сада. – 1960. – Т. 32. – С. 173-213.
8. Кушниренко М.Д., Курчатова Г.П., Крюкова Е.В. Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений / Кушниренко М.Д., – Кишинёв: Штиинца, 1976. – 21 с.
9. Лищук А.И. Методика определения водоудерживающей способности и стойкости к обезвоживанию листьев плодовых культур // Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур. Методические рекомендации. – М., 1991. – С. 33-36.
10. Пилькевич Р.А., Комар-Темная Л.Д. Особливості водного режиму і посухостійкість айви японської в умовах Південного берега Криму // Вісник аграрних наук. – 2013. – № 10. – С. 24-27.
11. Пилькевич Р.А. Особенности водного режима листьев видов и форм *Chaenomeles* в условиях воздействия комплексной засухи // Тез. доп. IV-го Відкритого

з'їзду фітобіологів Причорномор'я, присвяченого ювілею професора Михайла Федосійовича Бойка (Херсон, 19 січня 2012 р.). – Херсон: Айлант, 2012. – С. 47.

12. Федулова Ю.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов и форм хеномелеса в условиях Центрально-Черноземного региона России. – Автореф. к. с.-х. н. – Мичуринск – наукоград РФ, 2009. – 22 с.

**Pilkevitch R.A., Komar-Tyomnaya L.D. Water regime dynamics of *Chaenomeles* in the south of Crimea** // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2015. – V. 140. – P. 195-205.

There are represented the water regime and drought resistance studying results of 26 selective forms *Chaenomeles japonica*, *Ch. spesiosa*, *Ch. cathayensis* and *Ch. x superba*. On the basis of the physiological indicators complex investigation the perspective specimen are allocated which have the high level of adaptability and ability to carry out the physiological processes in conditions of water stress. The indicators of leaves' water keeping ability and their turgor rehabilitation level after wilting allow us to allocate the most drought resistant forms: *Ch. x superba* 1-2, 1-5, *Ch. japonica* 2-2, 2-4, ПХ 2/5, ПХ 2/7, *Ch. spesiosa* 3-1, 3-4, ПХ 8/3, ПХ 8/6, *Ch. cathayensis* 4-1.

**Key words:** *Chaenomeles*, water regime, water-retaining ability, water deficit, turgor, drought resistance.