

УДК 634.14:58.032.3:58.036.5(477.75)

УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАСУХЕ И МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ХЕНОМЕЛЕСА НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Р.А. ПИЛЬКЕВИЧ, Л.Д. КОМАР-ТЁМНАЯ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, Республика Крым, РФ

Представлены результаты изучения засухоустойчивости и морозостойкости 26 селекционных форм *Chaenomeles*. Показатели водоудерживающей способности листьев и степени восстановления ими тургора после завядания позволили выделить наиболее устойчивые формы: 1-2, 1-5 *Ch. x superba*; 2-2, 2-4, 2/5ПХ, 2/7ПХ *Ch. japonica*; 3-1, 3-4, 8/3ПХ, 8/6ПХ *Ch. spesiosa*; 4-1 *Ch. cathayensis*. Относительно морозоустойчивыми можно считать сеянцы, характеризующиеся более поздним выходом из биологического покоя (в период с II декады января по II декаду февраля) и сравнительно меньшим содержанием воды в тканях почек: 1-1, 1-2, 1-4 *Ch. x superba*; 2-1, 2-2, 2/6 ПХ, 2/7ПХ *Ch. japonica*; 3-2, 8/3ПХ, 8/6ПХ *Ch. spesiosa*; 4-1 – 4-4 *Ch. cathayensis*.

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

Введение

Исследование водного режима, засухоустойчивости и морозостойкости культурных интродуцентов – важная проблема изучения их физиологии. Из научных источников известно, что стойкие к засухе и морозам растения могут быть одновременно и высокоурожайными. Сочетание подобных качеств очень ценно для успешного возделывания таких культур в районах со сложными климатическими условиями. Подбор сортифта для каждой из экологических зон – вопрос актуальный, и его решение крайне важно для использования в селекции, зелёном строительстве и расширения ареала. Успех интродукции в значительной мере определяется степенью соответствия экологических особенностей вида новым условиям их произрастания [5].

Хеномелес (*Chaenomeles Lindl.*, айва японская) – сравнительно небольшой (0,5-1,5, иногда до 3 метров высоты) раннецветущий плодово-декоративный кустарник, родина – Китай, Япония. Имеет декоративное и фитомелиоративное значение (для укрепления склонов, оврагов, карьеров и берегов рек), используется как медонос и привой. Цветёт в январе-феврале до появления листьев, цветение начинается с 3-4 лет, длительное. Культура хеномелеса не требовательна к условиям произрастания и ухода, практически не имеет болезней и вредителей, отличается скороплодностью и ежегодным плодоношением. Плоды являются ценным сырьём для пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности благодаря богатому химическому составу. В них обнаружены биологически активные вещества (аскорбиновая кислота, в 10-15 раз превышающая цитрусовые, витамины В₁ и В₂), органические и ароматические кислоты, пектиновые, дубильные, красящие, минеральные вещества, сахара, масла [3]. Отмечено содержание важнейших (*Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Mo*) и условно важных (*V, Ni, As*) для организма человека элементов [4]. Хеномелес давно применяется в декоративном садоводстве как красивоцветущий кустарник. В последние десятилетия значительно вырос интерес к хеномелесу как к плодовой культуре с высоким содержанием биологически активных веществ, созданы новые сорта плодового назначения, закладываются промышленные насаждения. Благодаря широкой экологической пластичности он обладает большим интродукционным ареалом. Например, в Европе он возделывается на значительной территории, простирающейся с юга на север вплоть до Кольского полуострова. Существенная вариабельность культуры по многим морфолого-биологическим и хозяйственно ценным параметрам,

зависимость её продуктивности от биотических и абиотических факторов в разных регионах культивирования требует более детального изучения реакции растений на новые экологические условия, разработку соответствующих агротехнических приёмов выращивания.

Важными факторами снижения декоративности и урожайности *Chaenomeles* в южных регионах являются недостаточная устойчивость к почвенной и атмосферной засухе в летний период, а также поражение тканей морозами. Виды и селекционные формы хеномелеса с коротким биологическим покоем почек подвержены вероятности поражения тканей провокационными оттепелями в январе-феврале и возвратными весенними заморозками. Условия продолжительной засухи также негативно сказываются на состоянии растений и качестве урожая, несмотря на то, что хеномелес считается достаточно засухоустойчивым растением (благодаря хорошо развитой корневой системе, глубоко проникающей в почву и не уступающей по степени развития надземной части). Особенно актуальна проблема засухоустойчивости в Крыму, где периоды с высокими температурами воздуха и длительным отсутствием осадков как раз приходятся на заключительный этап формирования урожая. В то же время уникальность климатических условий Крыма может гарантировать полноценное вызревание, сохранность урожая хеномелеса, возможность получать разнообразную высоковитаминную, лечебную и диетическую продукцию, а также возможность использования малозимостойких, но наиболее крупноплодных видов. В решении данного вопроса невозможно обойтись без знания физиологических особенностей видов хеномелеса, потому изучение параметров водного режима и потенциальной морозостойкости представляется важной теоретической и практической задачей. Для ускорения интродукционного процесса необходимо быстро и объективно определять реакцию растений на новые экологические условия, что делает актуальными разработку и применение методов диагностики устойчивости к воздействию водного стресса и действию отрицательных температур.

Объекты и методы исследования

В настоящее время в Никитском ботаническом саду создан селекционный фонд хеномелеса, представленный более чем 400 формами. В исследования 2011-2013 гг. были включены 26 селекционных форм, относящихся к трём видам: *Ch. japonica* (формы 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2/5ПХ, 2/6ПХ, 2/7ПХ, 7/7ПХ, 7/10ПХ), *Ch. speciosa* (3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 8/3ПХ, 8/5ПХ, 8/6ПХ), *Ch. cathayensis* (4-1, 4-2, 4-3, 4-4) и одной гибридной группе *Ch. x superba* (формы 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5).

В модельных исследованиях применён метод прямого промораживания однолетних побегов [8] в камере низких температур, градиент падения температуры – 2°C в час, длительность – от 12 до 16 часов. Закаливание побегов 10-12 часов при 0°C. Повреждения определяли визуально и с помощью бинокля, степень морозостойкости выражали в процентах повреждённых почек с побуревшими элементами, а для побегов – от общей площади среза. Продолжительность покоя устанавливали в процессе полевых наблюдений и в условиях лаборатории [1].

Водоудерживающая способность и стойкость к обезвоживанию определены по классическим методикам диагностики [2, 7]; водный дефицит – по методу М.Д. Кушниренко [6]; оводнённость тканей – весовым методом.

Результаты и обсуждение

В продолжение летнего периода 2011 г. показатели содержания общей воды в листьях изучаемых объектов колебались в диапазоне 47,7-60,5%, в состоянии максимального обводнения – в пределах 55,0-68% (табл. 1).

Таблица 1

Водоудерживающая способность и восстановление тургора листьев *Chaenomeles* (август 2011 г.)

Форма	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Содержание воды в листьях, полное насыщение, % на сырую массу	Утрачено воды в процессе завядания:			Листья, восст. тургор, %
			через 1 час, %	через 2 часа, %	через 3 часа, %	
<i>Chaenomeles 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	39,4±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

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%. Исключение – образец 4-4 *Ch. cathayensis*, восстанавливающий только 45-55% тканей. Выявлена способность листьев сеянца 3-2 *Ch. speciosa* 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 3-3 *Ch. speciosa* и 1-5 *Ch. superba* теряют 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 итоге, наилучшими водоудерживающими характеристиками в период летнего дефицита влаги 2011г. обладали формы 1-1 *Ch. superba*; 2-1, 2-3 *Ch. japonica*, 3-2 *Ch. speciosa*, а высокой репарационной способностью после критического обезвоживания – сеянцы, относящиеся к группе вида *Ch. japonica*: 2-2, 2-3, 2-4. Наиболее низкую устойчивость и нестабильность в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды проявили формы 1-3, 1-5 *Ch. superba*, 2-5 *Ch. japonica*, 4-4 *Ch. cathayensis*.

На фоне рекордно высоких (начиная с 1930 г.) температур воздуха летнего периода 2012г. - до 37,8°C при влажности 25% и 62,5°C на поверхности почвы, содержание общей воды в тканях листьев сеянцев всех видов снижалось до отметок

60,5-39,5%, что меньше уровня предыдущего года от 0,5 до 14,5%, тогда как в состоянии полного насыщения эти показатели составляли 67,9-53,9%. У образцов *Ch. japonica* и *Ch. x superba* по мере углубления водного стресса накопление водного дефицита может достигать особенно высоких значений (34,5 и 42,5% соответственно) (табл. 2).

Таблица 2

**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, %
<i>Chaenomeles x superba</i>				
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
<i>Chaenomeles japonica</i>				
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
<i>Chaenomeles spesiosa</i>				
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
<i>Chaenomeles cathayensis</i>				
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

Относительно невысокие показатели водного дефицита отмечаются у сеянцев *Ch. cathayensis* (14-27%), минимальный показатель – 9,9% – зафиксирован у формы 3-4 *Ch. spesiosa* в августе. *Ch. spesiosa* среди других видов выделяется наиболее низкими значениями, но имеет при этом невысокую водоудерживающую способность, потому сильнее страдает от недостатка влаги, что нередко можно наблюдать визуально по ожогам листовой поверхности и большему количеству опавших листьев.

Обезвоживание листьев до потери равного количества воды (35% от её содержания в состоянии полного насыщения) показало следующее. У представителей *Ch. cathayensis* на протяжении летней засухи 2012 г. период отдачи влаги оказался продолжительнее: от ½ до 1ч. 15 мин. Это говорит о возрастании водоудерживающих сил при ужесточении засухи, благодаря чему тургор листьев растений восстановился полнее (79,5%). Селекционные формы *Ch. japonica* и *Ch. x superba* (кроме 1-5), наоборот, теряли воду быстрее – время водоотдачи сократилось от ½ до 4 ч. При этом данные растения восстановились достаточно хорошо: в среднем на 87,8-89,6%, отдельные формы – полностью. Как и раньше, проявилась способность листьев сеянца 3-2 *Ch. spesiosa* экономнее растений того же и других видов расходовать и удерживать влагу. Период отдачи воды хоть и существенно сократился (на 3½ ч.), тем не менее,

продлился более 5 ч., а репарация листовой площади осуществилась на уровне 96%. Установлено, что наилучшими водоудерживающими характеристиками, сочетающимися с высокой репарационной способностью после критического обезвоживания в период летнего дефицита влаги, обладали селекционные формы 1-5 *Ch. x superba*; 2-2, 2-4 *Ch. japonica*; 3-1, 3-4 *Ch. spesiosa*. Наиболее низкую устойчивость и нестабильность в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды продемонстрировали формы 1-4 *Ch. x superba*, 2-3 и 2-5 *Ch. japonica*, 3-3 *Ch. spesiosa*, 4-3 и 4-4 *Ch. cathayensis*.

Следует иметь в виду, что в отличие от большинства плодовых культур, в случае хеномелеса низкая водоудерживающая способность листьев далеко не всегда сочетается с меньшей устойчивостью к засухе. Несмотря на недостаточную водоудерживающую силу листьев, приводящую к потере от 30 до 40% влаги через 1-2 ч. от начала завядания, листья образцов *Ch. japonica* и *Ch. x superba* на высоком уровне восстанавливали нормальную зелёную окраску и хорошую тургесцентность. При этом *Ch. japonica* демонстрирует большие адаптивные возможности – медленнее теряет влагу по сравнению с *Ch. x superba*.

В летний период 2013 г. установлено, что содержание общей воды в листьях изучаемых объектов находилось в пределах 42,9-56,3%, варибельность этого параметра – от 6,5% (вид *Ch. cathayensis*) до 17,7% у *Ch. spesiosa*, наиболее низкой оводнённостью (32,3%) выделился образец данного вида 8/5ПХ. В состоянии полного насыщения показатели составляли 52,6-63,5% в августе и 55,4-70,8% в сентябре. У формы 1-5 *Ch. superba* в августе опадали прилистники. У 7/10ПХ *Ch. japonica* на кусте имелось 5% листьев с ожогами, опавших около 30% от общего их количества. Единичные листья опадали у образцов *Ch. cathayensis* 4-1, на кустах формы 4-4 насчитывалось 5-7% пожелтевших листьев. У *Ch. spesiosa* 8/3ПХ единичные пожелтевшие и единичные опавшие прилистники; растения формы 3-3, находящиеся на поливе, сбросили 15-20% листьев.

Сравнительно с вегетационным периодом 2012 г., ввиду отсутствия серьёзных проявлений засухи, растения испытывали меньший дефицит влаги в различной степени: на 3,5-14,5% – сеянцы *Ch. x superba*, на 2,2-3,9% – *Ch. spesiosa* (формы 3-2 и 3-4 продолжают демонстрировать минимальные его значения) (табл. 3). Показатели реального водного дефицита в листьях, как и ранее, существенно варьируют в пределах вида. Особенно высоких значений дефицит влаги достиг в тканях образцов 8/6ПХ *Ch. spesiosa* и 7/7ПХ *Ch. japonica* в августе (41,5 и 53,2% соответственно).

Таблица 3

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

Форма	Содержание воды в листьях, % на сырую массу	Водный дефицит в листьях, %	Время потери листьями 35% воды	Листья, восстановившие тургор, %
<i>Chaenomeles superba</i>				
1-1	53,3±1,1	28,0	3 часа 15 мин.	75,0

1-2	43,7±1,3	31,3	2 часа 05 мин.	99,3
1-3	56,3±1,2	16,2	1 час 30 мин.	98,0
1-4	50,8±1,0	31,1	4 часа 10 мин.	98,0
1-5	45,4±1,4	35,6	3 часа 20 мин.	91,7
<i>Chaenomeles japonica</i>				
2/5 ПХ	53,8±0,8	35,1	2 часа 55 мин.	99,6
2/6 ПХ	42,9±1,1	28,3	2 часа 05 мин.	94,3
2/7 ПХ	54,5±1,2	10,0	2 часа 30 мин.	98,3
7/7 ПХ	58,8±1,1	53,2	2 часа 20 мин.	66,7
7/10 ПХ	51,8±1,5	37,7	2 часа 15 мин.	84,0
<i>Chaenomeles spesiosa</i>				
3-2	50,0±0,7	13,1	2 часа 30 мин.	100
3-4	48,2±1,1	6,0	5 часов 15 мин.	98,0
8/3 ПХ	48,4±1,4	29,8	1 час 45 мин.	99,2
8/5 ПХ	32,3±1,0	38,7	2 часа 00 мин.	92,5
8/6 ПХ	44,3±0,9	41,5	4 часа 20 мин.	97,0
<i>Chaenomeles cathayensis</i>				
4-1	49,0±1,1	27,5	3 часа 00 мин.	97,0
4-2	49,4±1,0	22,1	4 часа 15 мин.	90,0
4-3	54,0±1,3	16,2	2 часа 35 мин.	99,6
4-4	47,5±1,9	16,9	5 часов 10 мин.	75,0

После отдачи 35% воды (на сырую массу) репарация тканей листьев всех образцов всех произошла на уровне 88,6-97,35; с потерей 40% – от 58,7% у вида *Ch. cathayensis* до 86,0% у растений *Ch. x superba*. Несмотря на характерную особенность водоудерживающих сил листьев хеномелеса – стремительно терять влагу в первые часы завядания, после обезвоживания свыше 35 и до 45%, восстанавливать нормальную зелёную окраску и тургесцентность на высоком уровне (от 93 до 100% листовой площади) способны сеянцы: *Ch. x superba* (за исключением формы 1-3); 2/5ПХ и 2/7ПХ *Ch. japonica*; 8/3 ПХ и 8/6 ПХ *Ch. spesiosa*; 4-4 *Ch. cathayensis*. У представителей вида *Ch. cathayensis* на фоне относительно благоприятных летних условий, период отдачи 35% влаги продлился от 2½ до 5ч. Практически полное восстановление тургора (99,8%) отмечено в тканях листьев образца 4-3, утратившего воду за наиболее короткий период времени; репарационный процесс в листьях произошёл на уровне 90,4%. Селекционные формы *Ch. x superba* потеряли воду быстрее (за 1½-4ч.), восстановились в среднем на 92,4%. Образцы *Ch. japonica* утратили влагу за 2-3 часа, а восстановление листовой площади осуществилось на 88,6%. Сеянцы *Ch. spesiosa* теряли воду на протяжении 1¾-4½ ч. (форма 3-4 – в течение 6ч.), репарация внутри вида – 97,3%. По результатам индивидуальной оценки особенностей водного режима установлено, что в период 2013 г. наилучшие характеристики засухоустойчивости показали селекционные формы 1-4, 1-5 *Ch. x superba*; 2/5ПХ, 2/5ПХ *Ch. japonica*, 3-4, 8/3ПХ, 8/6ПХ *Ch. spesiosa*, 4-1 *Ch. cathayensis*. Наиболее низкую устойчивость и нестабильность в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды продемонстрировали формы 1-3 *Ch. x superba*; 7/7 ПХ *Ch. japonica*, 8/5ПХ *Ch. spesiosa*, 4-1 *Ch. cathayensis*.

В условиях южнобережного Крыма весна является критическим периодом, особенно ранняя, когда зачастую преобладает неустойчивая с волнами тепла и холода погода, обусловленная активной фронтальной деятельностью, связанной с прохождением через Крым серии циклонов. В качестве неблагоприятного фактора ранней весны следует отметить заморозки, опасные для рано начинающих вегетацию теплолюбивых растений. Главной же причиной низкого уровня зимостойкости генеративных почек является очень короткий период биологического покоя. Зимой в

Крыму дуют преимущественно восточные и северо-восточные ветры, вызывающие снижение температуры до -5°C , -15°C . Первый мороз, по многолетним данным, наступает в конце ноября, а последний – в конце марта. Самый холодный месяц – январь. Зимние погоды отличаются большой изменчивостью и постоянством, часто возникают резкие переходы от тёплых дней к холодным, что отрицательно сказывается на перезимовке растений.

В ходе использования различных режимов низкотемпературного воздействия (от -5° до -15°C) и последующего количественного анализа характера морозных повреждений побегов и почек различной специализации установлено, что в первую очередь повреждаются почки с генеративными структурами, затем вегетативные почки, и последними – побеги. Это говорит о том, что декоративные качества, а также урожайность кустарников хеномелеса напрямую зависят от адаптивных возможностей генеративных или потенциально генеративных почек. Своеобразие культуры хеномелес состоит в том, что его почкам не присущ дружный выход из покоя, как это наблюдается у многих других плодово-декоративных растений. Процесс происходит постепенно, и на побегах одновременно присутствуют почки в состоянии глубокого покоя, почки I-III категорий, полностью раскрывшиеся цветки и листья. Поэтому для получения достоверных результатов необходимо было разработать и применить особую поэтапную схему промораживания.

В исследованиях зимне-весеннего периода 2011 г. повышенное содержание воды в почках и, как следствие, больший процент повреждений отрицательными температурами, отмечалось у отдельных представителей каждого вида. К примеру, почки сеянца 3-1 группы *Ch. spesiosa* содержали 80% воды на сырую массу, а почки образца 3-2 – 58%. Степень морозных повреждений этих форм имела существенную разницу, составляющую 45%. Количество влаги в почках гораздо выше, чем в побегах, показатели оводнённости значительно отличались у образцов внутри вида. Менее всего воды находилось в побегах образцов 1-1 *Ch. superba* и 2-1 *Ch. japonica*, а форма 2-2 *Ch. japonica* выделяется наибольшим её количеством. После понижения температуры до $-8-10^{\circ}\text{C}$ отмечен выход из покоя без существенных повреждений (до 8%) у сеянцев 1-1, 1-4, 2-1, 2-2, 3-2, что является показателем относительно высокой низкотемпературной устойчивости. Наименьший процент выживаемости почек показали сеянцы 3-3 и 3-4, относящиеся к виду *Ch. spesiosa* (гибель 65 и 89% соответственно). Форма 1-5 *Ch. superba* лишилась 49,5% почек; образцы 2-4, 2-5 *Ch. japonica* – 24,5 и 41%. Промораживание в феврале и первой декаде марта не причинило ущерба формам 2-2 и 3-1, но в апреле они пострадали достаточно серьёзно. В конце марта и середине апреля при воздействии температуры -5°C отмечено повреждение генеративной сферы у видов: *Ch. superba* – от 10 до 17% (формы 1-5, 1-4, 1-3), *Ch. japonica* – на 30-32% (формы 2-2, 2-4), *Ch. spesiosa* – до 45% (формы 3-3, 3-1). В апреле отмечено снижение морозостойкости вегетативных почек. Наибольший процент гибели наблюдался у следующих форм: 3-3 *Ch. spesiosa* (некроз 50%), *Ch. japonica* 2-2, 2-4 (45,5% и 32%), 1-5 *Ch. superba* (17,6%). Основным типом морозных повреждений видов рода *Chaenomeles* при имитации весенних заморозков являются потемнение края наружных листовых пластинок (особенно сильно выражено у образцов 2-5 и 3-2), и появление некротических пятен (у сеянца 1-5 ими покрывается до 1/3 площади листа). Наименее морозостойкими оказались образцы 2-3 *Ch. japonica* и 3-4 *Ch. spesiosa* – гибель их почек различной специализации составила 87 и 62%. В соответствии с потенциальной морозостойкостью, наиболее выносливые виды и формы *Chaenomeles* расположились следующим образом (в порядке убывания): *Ch. spesiosa* (3-2); *Ch. superba* (1-4, 1-2, 1-1), *Ch. japonica* (2-2, 2-1).

В экспериментах 2012 г. после воздействия температуры -10°C в климатической камере наименьший процент выживаемости почек (42%) отмечен у формы 3-1 *Ch. spesiosa* (табл. 4).

Таблица 4

Морозостойкость почек и побегов видов *Chaenomeles* (февраль 2012 г.)

Форма	Содержание воды в почках, % на сырую массу	Содержание воды в побегах, % на сырую массу	Степень повреждений в открытом грунте, ($-11,9^{\circ}\text{C}$), %	Общее состояние растений, %
<i>Chaenomeles x superba</i>				
1-1	72,7	46,4	4,0	96
1-2	79,2	46,5	0	100
1-3	62,5	46,8	0	100
1-4	60,0	43,8	0,2	99,8
1-5	68,2	45,5	0	100
<i>Chaenomeles japonica</i>				
2-1	71,4	45,0	25,0	75
2-2	71,4	50,6	18,0	82
2-3	81,0	48,0	7,0	93
2-4	80,0	48,3	2,5	97,5
2-5	70,0	46,3	0	100
<i>Chaenomeles spesiosa</i>				
3-1	88,1	45,5	17-20	78
3-2	72,2	45,0	7-10	86
3-3	68,7	42,5	2,0	98
3-4	71,9	47,7	12-14	87
<i>Chaenomeles cathayensis</i>				
4-1	50,0	51,4	0,5	99,5
4-2	68,6	51,8	0	100
4-3	65,2	52,5	0	100
4-4	70,0	57,7	1,0	99,0

У образцов 1-3, 1-5 *Ch. x superba* невредимыми осталось от 83 до 88% почек. У семянца этого же вида 1-2 и 3-3 *Ch. spesiosa* – около 92%. Все остальные изучаемые формы либо не имели повреждений, или они составляли не более 5%. Результаты промораживания однолетних побегов, и оценка морозных повреждений в естественных условиях произрастания, особенно после зимнего температурного минимума $-11,9^{\circ}\text{C}$ и -19°C на почве, позволили установить для форм и видов *Chaenomeles* пороги повреждающих температур в условиях ЮБК. Относительно короткий период физиологического покоя с окончанием к II-III декадам декабря, и высокая чувствительность к действию отрицательных температур наблюдались у видов *Ch. spesiosa* и *Ch. japonica* – степень обмерзания кустов может достигать 17-25%, с частичной или полной гибелью целых побегов. Повреждающими являются температуры $-7-9^{\circ}\text{C}$. Отмечено, что процент повреждения морозом коррелирует с числом генеративных почек, вышедших из периода покоя. За счёт находящихся в глубоком покое почек, (как правило, их большинство), происходит сохранность декоративности и урожайности, несмотря на повреждения.

У *Ch. x superba* биологический покой продолжительнее – до I-II декад января, морозные повреждения составляют не более 4%, границы повреждающих температур отмечены в пределах $-8-10^{\circ}\text{C}$. Формы этой гибридной группы редко цветут зимой, что даёт возможность сохранения декоративных качеств. Позже всех (с III декады января по II декаду февраля) завершают период покоя сеянцы вида *Ch. cathayensis*, цветение так же позднее. Потому растения практически не повреждаются после понижения

температур до $-11-12^{\circ}\text{C}$, благодаря чему их декоративность и урожайность сохраняются на высоком уровне.

Имитация повреждений видов хеномелеса возвратными весенними заморозками в марте 2013 г. после низкотемпературного воздействия -10°C продемонстрировала следующее. Вегетативные почки практически всех растений *Ch. superba* остались живыми, местами отмечен незначительный краевой некроз, и лишь у отдельных образцов гибель листьев достигла 60%. На листовой поверхности имелись некротические пятна, достигающие 10-45% площади листа. В отдельных случаях – гибель внутренних листочков. Выживаемость цветочных почек варьировала в пределах 26,3-100%. У образцов вида *Ch. japonica* максимальная гибель вегетативных почек составила 9,5%. При этом у всех растений отмечены некротические пятна (от 13,8% до 50% площади листа), гибель наружных (до 18,2%) или внутренних листочков (8-12%), некроз краёв и верхушки листовых пластинок (10-27,3%), частичный некроз жилки (до 20%), реже – точечный некроз. Утрата декоративных качеств у отдельных форм – 80% (рис. 1).

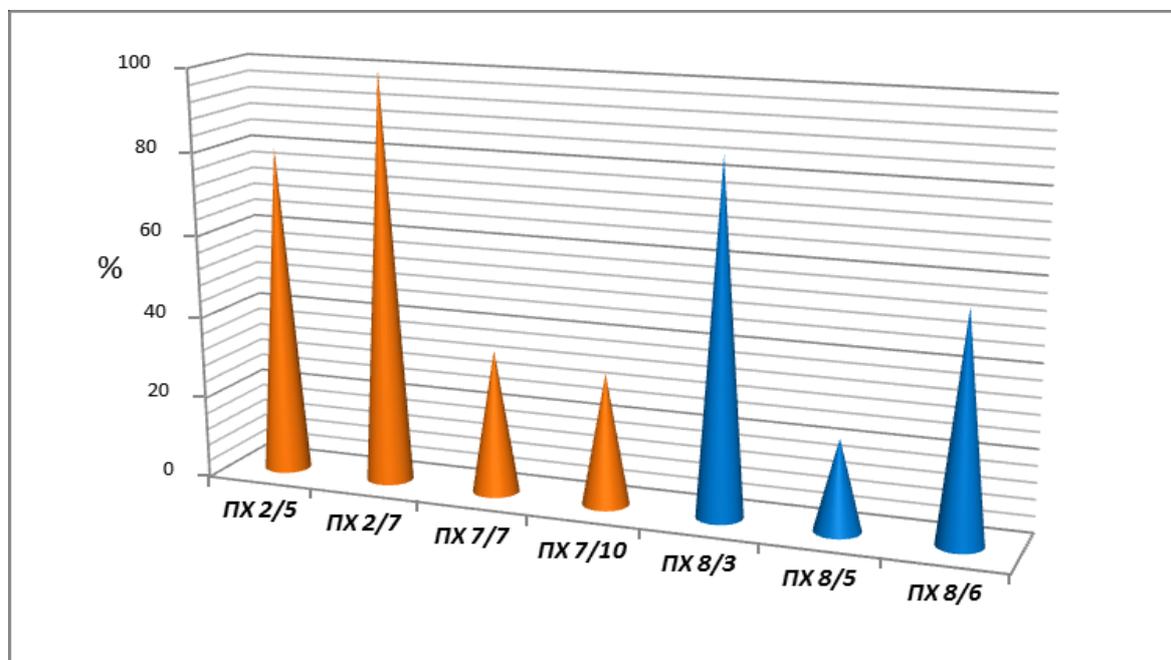


Рис. 1 Морозостойкость почек различной специализации некоторых форм видов *Chaenomeles* (%повреждений, -11°C , февраль 2013 г.). ПХ 2/5, 2/7, 7/7, 7/10 – *Chaenomeles japonica*; ПХ 8/3, 8/5, 8/6 – *Chaenomeles spesiosa*.

У *Ch. spesiosa* гибель вегетативных почек произошла в пределах 20-29,4%, остальные подверглись частичному некрозу краёв листовых пластинок. Наблюдались также некротические пятна различной величины. Цветочные почки пострадали серьезнее – без повреждений оставалось от 4,1 до 69,0% на побеге. В целом, декоративность растений сильно снизилась. У вида *Ch. cathayensis* последствия проявились в гибели 90% генеративной сферы и 36% вегетативных почек в различных частях побегов. Повреждения такой степени образовались вследствие более раннего, чем обычно, завершения периода покоя на фоне относительно тёплых среднесуточных температур зимы 2013 года.

Выводы

В процессе изучения летней динамики водного режима выявлена характерная особенность видов хеномелес – стремительная потеря воды листьями уже в первые часы завядания, достигающая у некоторых образцов 55% от сырой массы. Результаты 3-летней индивидуальной оценки экспериментально установленных особенностей водного режима показали: наиболее стабильный уровень оводнённости ($\pm 2,7-6,8\%$) и, в связи с этим, 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 1-1, 1-2, 1-5 *Ch. x superba*; 3-2 *Ch. spesiosa*; 4-2, 4-4 *Ch. cathayensis*. При этом перечисленные 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 1-5 *Ch. x superba*; 2-2 и 2-4 *Ch. japonica*, 3-1 и 3-4 *Ch. spesiosa*. Наиболее низкую устойчивость и нестабильность в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды демонстрируют формы 1-4 *Ch. x superba*, 2-3 и 2-5 *Ch. japonica*, 3-3 *Ch. spesiosa*, 4-3 и 4-4 *Ch. cathayensis*.

В среднем по видам установлено: наиболее устойчива к засухе группа *Ch. x superba* – 87,6% сеянцев демонстрируют стабильно высокие показатели способности восстанавливать тургор после завядания. Далее следуют виды *Ch. spesiosa* и *Ch. japonica*, признаки засухоустойчивости проявляют от 68,5 до 77,9% их форм. *Ch. cathayensis* характеризуется наименьшей среди других видов устойчивостью – необходимый уровень оводнённости восстанавливается только у 64,2% растений. По совокупности результатов исследований можно констатировать, что виды хеномелеса проявляют существенную вариабельность по признаку засухоустойчивости, что предоставляет возможность для отбора среди них наиболее адаптивных форм. Наиболее перспективным и предпочтительным для возделывания в открытом грунте является отбор не только между видами, но и индивидуальный отбор в пределах каждого вида.

Основным типом морозных повреждений видов рода *Chaenomeles* при имитации весенних заморозков являются потемнение края наружных листовых пластинок и появление некротических пятен. За все этапы промораживания, независимо от количественного содержания влаги, ни у одного из объектов исследования при воздействии до -12°C ткани побегов не повреждались, и только при -15°C отмечен некроз верхушки побега (1-6 см) у отдельных форм *Ch. superba*, *Ch. spesiosa* и *Ch. japonica*.

Исследования водного режима в состоянии зимнего покоя и в начале вегетации показало, что понижение содержания воды является одним из важнейших моментов, определяющих морозостойкость растений *Chaenomeles*. В зимне-весенний период повышенное содержание воды в почках и, как следствие, больший процент повреждений отрицательными температурами отмечается у отдельных представителей каждого вида. Морозоустойчивые виды и формы характеризуются относительно меньшим содержанием воды в тканях почек. Для вида *Ch. superba* это пределы оводнённости 60,0-72,2%; *Ch. japonica* 70-71,4%; *Ch. spesiosa* 68,7-72,2%; *Ch. cathayensis* 50-68,6%. Количество влаги в почках гораздо выше, чем в побегах, а показатели содержания влаги могут значительно отличаться у образцов внутри вида. Морозостойкие формы отличаются более глубоким и продолжительным биологическим покоем, выход из которого наблюдается в период примерно с II декады января по II декаду февраля. Теплые температуры осенних месяцев способствуют

быстрому развитию и выходу из покоя отдельных генеративных почек у некоторых форм, что сказывается на степени морозостойкости и зимостойкости в целом. Изменение степени морозоустойчивости показывает: их значения в ноябре-декабре выше величин, определённых в январе и феврале у всех изучаемых видов, что, вероятно, связано с глубиной физиологического покоя растений.

Список литературы

1. Елманова Т.С., Ахматова З.П. Продолжительность и глубина покоя у вегетативных почек персика // Бюл. Гос. Никитского ботанического сада, 1984. – Вып. 55. – С. 95 – 99.
2. Елманова Т.С. Методические рекомендации по комплексной оценке зимостойкости южных плодовых культур. – Ялта. – 1976. – 23 с.
3. Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Отбор засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений. Методические указания. – Ялта, 1974. – 18 с.
4. Комар-Тёмная Л.Д., Рихтер А.А., Тёмная Л.Д. Преимущество идей Л.П. Симиренко в культуре хеномелеса в Крыму // Крымское плодоводство: прошлое, настоящее, будущее: материалы научно-практической конференции. – Симферополь: Таврия, 2004. – С. 192 – 199.
5. Комар-Тёмная Л.Д., Остапко И.Н., Закотенко С.Н. Элементный состав плодов *Chaenomeles Lindl* // Современные научные исследования в семеноводстве: материалы VIII международной научной конференции по садоводству (Ялта, 11-13 сентября 2000 г.). – Ялта, 2000. – Ч. II. – С. 71 – 73.
6. 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.
7. Кушниренко М.Д., Курчатова Г.П., Крюкова Е.В. Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений. – Кишинёв: Штиинца, 1976. – 21 с.
8. Лищук А.И. Методика определения водоудерживающей способности и стойкости к обезвоживанию листьев плодовых культур // Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур. Методические рекомендации. – Москва, 1991. – С. 33-36.

Статья поступила в редакцию 22.09.2014 г.

Pilkevich R.A., Komar-Tyemnaya L.D. The drought and frost resistance of *Chaenomeles* in South Coast of the Crimea // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2014. – № 112. – P. 38 – 48.

The drought and frost resistance studying results of 26 selective forms of *Chaenomeles* have been presented. Indicators of leaves water keeping ability and their rehabilitation level of turgor after wilting allow to select the most resistant forms: 1-2, 1-5 *Ch. x superba*; 2-2, 2-4, 2/5ПХ, 2/7ПХ *Ch. japonica*; 3-1, 3-4, 8/3ПХ, 8/6ПХ *Ch. spesiosa*; 4-1 *Ch. cathayensis*. Seedlings, considered relatively frost resistant, are characterized by more late awakening from biological rest (during the period approximately from 2 decade of January to 2 decade of February) and by comparatively low water content in bud tissue: 1-1, 1-2, 1-4 *Ch. x superba*; 2-1, 2-2, 2/6 ПХ, 2/7ПХ *Ch. japonica*; 3-2, 8/3ПХ, 8/6ПХ *Ch. spesiosa*; 4-1 – 4-4 *Ch. cathayensis*.

Key words: *Chaenomeles*, water regime, water keeping ability, turgor, drought resistance, frost resistance.