

УДК 634.14:58.036.5(477.75)

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ХЕНОМЕЛЕСА НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Руслана Адольфовна Пилькевич

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита
silverija@rambler.ru

Представлены результаты комплексного исследования 26 селекционных форм, относящихся к трём видам: *Ch. japonica*, *Ch. spesiosa*, *Ch. cathayensis* и гибридной группе *Ch. x superba*. При различных режимах низкотемпературного воздействия определён характер повреждений почек различной специализации и границы повреждающих температур. Установлена зависимость степени морозостойкости от уровня оводнённости тканей побегов и почек, а также от глубины и продолжительности биологического покоя. Выделены образцы с относительно высокой потенциальной устойчивостью к отрицательным температурам: *Ch. x superba* 1-1, 1-2, 1-4; *Ch. japonica* 2-4, 2-5, ПХ 2/6, ПХ 2/7; *Ch. spesiosa* 3-2, ПХ 8/3, ПХ 8/5; *Ch. cathayensis* 4-1, 4-2.

Ключевые слова: хеномелес; морозостойкость; оводнённость; некроз; биологический покой.

Введение

Хеномелес (*Chaenomeles* Lindl., айва японская), родина – Китай, Япония, сравнительно небольшой (0,5-1,5, иногда до 3 м высоты), раннецветущий плодово-декоративный кустарник. Зацветает в марте-апреле до появления листьев, отличается скороплодностью и ежегодным плодоношением, имеет фитомелиоративное значение. Плоды хеномелеса являются ценным сырьём для пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности благодаря богатому химическому составу [6, 7]. Благодаря широкой экологической пластичности хеномелес обладает большим интродукционным ареалом. 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. Успех интродукции в значительной мере определяется степенью соответствия экологических особенностей вида новым условиям их произрастания [2, 9]. Подбор сортимента для каждой из экологических зон – вопрос актуальный, и его решение крайне важно для использования в селекции, зелёном строительстве и расширения ареала.

Уникальность климатических условий Крыма может гарантировать полноценное вызревание и сохранность урожая хеномелеса, возможность получать разнообразную высоковитаминную, лечебную и диетическую продукцию, а также использования малозимостойких, но наиболее крупноплодных видов [6]. Важным фактором снижения декоративности и урожайности культуры *Chaenomeles* в условиях южнобережного Крыма могут стать повреждения отрицательными температурами. Зимние ветры, преимущественно восточные и северо-восточные, приводят к падению температур до -5°...-15°C. Согласно многолетним данным, первый мороз наступает в конце ноября, а последний – в конце марта, самый холодный месяц – январь. Зимой погода отличается непостоянством термического режима, часто возникает вероятность поражения тканей

провокационными оттепелями в январе-феврале, что отрицательно сказывается на перезимовке растений. В качестве критического фактора весны, особенно ранней, следует отметить возвратные заморозки, опасные для рано начинающих вегетацию растений. Положение усугубляет ещё и повышенная влажность среды в холодное время года, причём, растения если и приобретают холодовую акклимацию (закалку) в течение осени и в начале зимы, то быстро теряют её впоследствии, преждевременно трогаясь в рост до окончания морозоопасного периода [1]. Поэтому целью работы стало изучение потенциальной морозостойкости ряда селекционных форм хеномелеса различной видовой принадлежности для отбора наиболее перспективных, способных максимально сохранять жизнеспособность вегетативных и генеративных почек после низкотемпературного стресса, тем самым обеспечивая наименьшую потерю декоративных качеств и высокую урожайность.

Объекты и методы исследования

В Никитском ботаническом саду селекционный фонд хеномелеса представлен более 400 формами [8]. В течение осенне-зимне-весеннего периода 2011-2013 гг. изучались 26 селекционных форм, относящихся к трём видам: *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. spesiosa* (формы 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, ПХ 8/3, ПХ 8/5, ПХ 8/6), *Ch. cathayensis* (формы 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 исследованиях использован метод ступенчатого прямого промораживания однолетних побегов в холодильной камере при разных температурах [4], продолжительностью 12-20 часов. Градиент падения температуры – 2°C/час, предварительное закалывание побегов длилось 10-18 часов при 0°C. Учитывая своеобразность культуры хеномелеса (отсутствие дружного выхода почек из покоя, их разнокачественность на побегах), для корректной интерпретации результатов эксперимента применена схема одновременного промораживания побегов тех образцов, почки которых находятся на данном этапе приблизительно в одинаковой стадии развития. Повреждения определены визуально и при помощи бинокля, степень морозостойкости выражена в процентах уцелевших живых почек. Продолжительность покоя установлена в процессе полевых наблюдений и в условиях лаборатории [3], оводнённость тканей почек и побегов – весовым методом.

Результаты и обсуждение

В исследованиях 2011 г. отмечено повышенное содержание воды в почках и, как следствие, больший процент повреждений отрицательными температурами у отдельных представителей каждого вида. Например, у *Ch. spesiosa* почки сеянца 3-1 содержали 80% воды на сырую массу, а почки образца 3-2 – 58%. Разница в степени низкотемпературных повреждений этих форм составила 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 *Ch. x superba* 1-1 и *Ch. japonica* 2-1, а форма *Ch. japonica* 2-2 выделялась наибольшим её количеством.

После промораживания при температурах -8-10°C отмечен выход из покоя без существенных повреждений (до 8%) почек сеянцев *Ch. x superba* 1-1, 1-4; *Ch. japonica* 2-1, 2-2 и *Ch. spesiosa* 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 *Ch. x superba* 1-5 лишилась 49,5% почек; образцы *Ch. japonica* 2-4, 2-5 – 24,5 и 41%. Промораживание в феврале и первой декаде марта не причинило

ущерба формам *Ch. japonica* 2-2 и *Ch. spesiosa* 3-1, а в апреле они серьёзно пострадали. В конце марта и середине апреля при воздействии температуры -5°C произошло повреждение генеративной сферы у видов: *Ch. x 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. Самый высокий процент их гибели наблюдался у следующих форм: *Ch. spesiosa* 3-3 (некроз 50%), *Ch. japonica* 2-2, 2-4 (45,5% и 32%), *Ch. x superba* 1-5 (17,6%). Основным типом повреждений растений видов рода *Chaenomeles* при имитации весенних заморозков являются потемнение края наружных листовых пластинок (особенно у образцов *Ch. japonica* 2-5 и *Ch. spesiosa* 3-2) и появление некротических пятен (у сеянца *Ch. x superba* 1-5 до $\frac{1}{3}$ площади листа). Наименее устойчивыми к отрицательным температурам оказались образцы *Ch. japonica* 2-3 и *Ch. spesiosa* 3-4 – гибель почек различной специализации отмечена на уровне 87 и 62%. В итоге, в зимне-весенний период 2011 г. в соответствии с потенциальной морозостойкостью наиболее выносливые формы *Chaenomeles* расположились в порядке убывания следующим образом: *Ch. spesiosa* (3-2); *Ch. x 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 *Ch. spesiosa* 3-1 (табл. 1).

Таблица 1

Потенциальная морозостойкость форм видов *Chaenomeles* (2012 г.)

Форма	Содержание воды в почках, % на сырую массу	Содержание воды в побегах, % на сырую массу	% живых почек (климатическая камера, январь, 14 ч. -10°C)	% живых почек (открытый грунт, февраль, $-11,9^{\circ}\text{C}$)	Общее состояние растений, %
1	2	3	4	5	6
<i>Chaenomeles x superba</i>					
1-1	72,7	46,4	83,0	96,0	96
1-2	79,2	46,5	91,8	100	100
1-3	62,5	46,8	88,0	100	100
1-4	60,0	43,8	100	99,8	99,8
1-5	68,2	45,5	100	100	100
<i>Chaenomeles japonica</i>					
2-1	71,4	45,0	100	75,0	75
2-2	71,4	50,6	100	82,0	82
2-3	81,0	48,0	95,5	93,0	93
2-4	80,0	48,3	100	97,5	97,5
2-5	70,0	46,3	99,0	0	100
<i>Chaenomeles spesiosa</i>					
3-1	88,1	45,5	42,0	81,5	78
3-2	72,2	45,0	100	91,6	86
3-3	68,7	42,5	91,5	98,0	98
3-4	71,9	47,7	100	87,0	87

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
<i>Chaenomeles cathayensis</i>					
4-1	50,0	51,4	96,2	99,5	99,5
4-2	68,6	51,8	99,9	100	100
4-3	65,2	52,5	100	100	100
4-4	70,0	57,7	100	99,0	99,0

У образцов *Ch. x superba* 1-1 и 1-3 сохранялось без повреждений от 83 до 88% почек различной специализации. У сеянца этого же вида 1-2 и *Ch. spesiosa* 3-3 – около 92%. Остальные селекционные формы изучаемых видов или вовсе не имели повреждений, или же они являлись незначительными, составляя не более 5%. Результаты искусственного промораживания побегов и оценка повреждений растений морозом в естественных условиях (особенно после зимнего минимума $-11,9^{\circ}\text{C}$ и -19°C на почве) позволили установить для форм и видов хеномелеса пороги повреждающих температур в условиях ЮБК. Под начальной температурой повреждения понимается такая температура, при которой повреждается не более 15% почек, критической становится температура, наносящая ущерб будущему урожаю [5]. Условно принято считать, что нормальное плодоношение сохраняется даже при повреждении 60% почек.

Относительно короткий период биологического покоя (окончание 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 повреждений коррелирует с числом генеративных почек, вышедших из периода покоя. За счёт находящихся в глубоком покое почек (как правило, их большинство) осуществляется сбережение декоративности и урожайности, несмотря на повреждения. У *Ch. x superba* биологический покой продолжительнее – до I-II декад января, повреждения морозом 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 других видов завершают период покоя сеянцы *Ch. cathayensis* (с III декады января по II декаду февраля), благодаря чему практически не повреждаются при падении температуры до $-11-12^{\circ}\text{C}$. Цветение у них также позднее, потому декоративность и урожайность сохраняются на высоком уровне.

С помощью модельного эксперимента имитации возвратных весенних заморозков в климатической камере определена максимально возможная степень повреждений растений хеномелеса в фенофазах закрытого бутона и начала цветения после воздействия -10°C (табл. 2).

Таблица 2

Потенциальная морозостойкость почек видов *Chaenomeles* (% живых почек)

Форма	22.02.2013 г. 0°C (18 ч), -11°C (20 ч)		19.03.2013 г. 0°C (18 ч), -10°C (19 ч)	
	1	2	3	4
	Почки различной специализации		Вегетативные почки	
<i>Chaenomeles superba</i>				
1-1	98,0	100	70,2	
1-2	51,4	44,5	40,0	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
1-3	47,7	75,0	38,9
1-4	100	100	100
1-5	38,0	90,6	26,3
<i>Chaenomeles japonica</i>			
2-1	78,8	50,2	0
2-2	86,7	76,4	12,5
2-3	65,5	100	7,5
2-4	76,2	80,0	54,5
2-5	84,6	100	63,6
ПХ 2/5	80,0	90,5	100
ПХ 2/6	92,4	88,3	97,2
ПХ 2/7	91,0	93,1	100
ПХ 7/7	35,5	5,1	5,5
ПХ 7/10	32,8	90,0	10,3
<i>Chaenomeles spesiosa</i>			
ПХ 8/3	85,0	80,1	45,0
ПХ 8/5	77,8	77,3	69,0
ПХ 8/6	63,7	70,6	42,4
3-4	100	100	10,0
<i>Chaenomeles cathayensis</i>			
4-1	73,6	85,0	10,2
4-2	72,8	81,4	10,0
4-3	75,0	64,2	10,1
4-4	71,4	62,0	9,8

Вегетативные почки практически всех растений *Ch. x superba* сохранились живыми, местами отмечен незначительный краевой некроз, и лишь у отдельных образцов гибель листьев достигла 60% [10]. 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 94,9%. 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 отдельными формами – 80-95%.

У *Ch. spesiosa* гибель вегетативных почек произошла в пределах 20-29,4%, выжившие подверглись частичному некрозу края листовых пластинок, также имелись некротические пятна различной величины. Цветочные почки пострадали серьезнее – без повреждений оставалось от 4,1 до 69,0% на побеге, соответственно, декоративность части растений сильно снизилась.

У вида *Ch. cathayensis* последствия проявились в гибели 90% генеративной сферы и до 36% вегетативных почек на разных частях побегов. Повреждения такой высокой степени образовались вследствие более раннего, чем обычно, завершения периода покоя на фоне относительно тёплых среднесуточных температур в течение зимних месяцев 2013 г., что снизило морозостойкость почек.

За предыдущий период исследования, независимо от количественного содержания влаги, ни у одного из образцов побеги не повреждались. Только после воздействия температуры -15°C отмечен некроз верхней части однолетних побегов (1-6 см), распространяющийся вглубь и поражающий сердцевину у отдельных форм: *Ch. x*

superba (1-3), *Ch. spesiosa* (ПХ 8/5) и *Ch. japonica* (2-2, ПХ 7/7). У более морозостойких сеянцев *Ch. x superba* уровень оводнённости почек в январе-феврале находится в диапазоне 60,0-68,8% (относительно сырой массы) и 69,2-75,0% в марте. У образцов вида *Ch. japonica* – 71,4-72,0% в январе-феврале и 77,8-78,3% в марте; у *Ch. spesiosa* 72,2-88,1% – январь-февраль и 58,3-60,2% в марте; у *Ch. cathayensis* – 65,2-68,6% в январе-феврале, не более 70% в марте. Количество влаги в почках может значительно различаться у образцов одного вида.

Выводы

На основании анализа данных с применением различных режимов низкотемпературного воздействия (от -5° до -15°С) и последующего количественного анализа характера повреждений побегов и почек различной специализации установлено, что в первую очередь повреждаются почки с генеративными структурами, затем – вегетативные почки, и последними – побеги. Следовательно, декоративные качества, а также урожайность кустарников хеномелеса, напрямую зависят от адаптивных возможностей генеративных почек. Основным типом повреждений видов рода *Chaenomeles* при имитации весенних заморозков являются потемнение края наружных листовых пластинок и появление некротических пятен. Выделены образцы с относительно высокой низкотемпературной устойчивостью в условиях Южного берега Крыма: *Ch. x superba* 1-1, 1-2, 1-4; *Ch. japonica* 2-4, 2-5, ПХ 2/6, ПХ 2/7; *Ch. spesiosa* 3-2, ПХ 8/3, ПХ 8/5; *Ch. cathayensis* 4-1, 4-2.

Теплые температуры осенних месяцев способствуют быстрому развитию и выходу из покоя отдельных генеративных почек у определённых форм, что сказывается на степени морозостойкости и зимостойкости в целом. Изменение степени морозоустойчивости показывает: её значения в ноябре-декабре выше величин, определённых в январе и феврале у всех изучаемых видов, что, вероятно, связано с глубиной биологического покоя растений. Сеянцы некоторых образцов в разные годы проявляют различную степень морозоустойчивости в зависимости от складывающихся условий внешней среды.

Исследования водного режима в состоянии покоя и в начале вегетации показало, что понижение содержания воды в тканях является одним из важнейших моментов, определяющих морозостойкость растений *Chaenomeles*. В зимне-весенний период повышенное содержание влаги в почках и, как следствие, больший процент повреждений отрицательными температурами отмечается у отдельных представителей каждого вида. Морозостойкие формы отличаются более глубоким и продолжительным биологическим покоем, выход из которого наблюдается в период примерно со II декады января по II декаду февраля, и сравнительно меньшим содержанием воды в тканях почек.

Существенная вариабельность видов хеномелеса по признаку морозостойкости предоставляет возможность для отбора среди них наиболее адаптивных форм. Морозоустойчивые селекционные формы могут представлять интерес для использования в селекционной работе и внедрения в производство, в области декоративного садоводства и интродукции. В связи с этим для широкого производственного испытания и успешного возделывания культуры хеномелеса перспективнее и предпочтительнее будет являться выбор не только между видами, а также индивидуальный отбор в пределах каждого вида.

Список литературы

1. *Важов В.И.* Агроклиматическое районирование Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92-120.

2. Деменина Л.Д., Жавкина Т.М., Помогайбин А.В., Розно С.А., Рузаева И.В. Особенности адаптации некоторых древесных и травянистых интродуцентов в лесостепи среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 4 (1). – С. 719-722.

3. Елманова Т.С., Ахматова З.П. Продолжительность и глубина покоя у вегетативных почек персика // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада, 1984. – Вып. 55. – С. 95-99.

4. Елманова Т.С. Методические рекомендации по комплексной оценке зимостойкости южных плодовых культур. – Ялта. – 1976. – 23 с.

5. Елманова Т.С., Опанасенко Н.Е. Эколого-физиологические особенности персика. – К.: Аграрна наука, 2010. – 152 с.

6. Комар-Тёмная Л.Д., Рихтер А.А. Преемственность идей Л.П. Симиренко в культуре хеномелеса в Крыму // Материалы научно-практической конференции «Крымское плодоводство: прошлое, настоящее, будущее» / Под. ред. П.В. Вольвача. Симферополь: Таврия, 2004. – С. 192-199.

7. Комар-Тёмная Л.Д., Остапко И.Н., Закотенко С.Н. Элементный состав плодов *Chaenomeles* Lindl. // Материалы VIII Международной научной конференции по садоводству «Современные научные исследования в семеноводстве» (Ялта, 11-13 сентября 2000 г.). – Ялта, 2000. – Ч. II. – С. 71-73.

8. Комар-Тёмная Л.Д. Формирование рабочей коллекции хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) Никитского ботанического сада – Национального научного центра // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство: Материалы Междунар. научн. конф., посвящ. 200-летию Никит. ботан. сада (г. Ялта, 5-8 июня 2012 г.). – Ялта, 2012. – Т. 1. – С. 174.

9. 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 Гос. Никит. ботан. сада. – 1960. – Т. 32. – С. 173-213.

10. Пилькевич Р.А. Морозостойкость хеномелеса в Крыму // Материалы VI Международной научно-практической конференции: «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты)» (г. Ялта, Республика Крым, Россия, 12-17 октября 2014 г.). – Ялта, 2014. – С. 250.

Статья поступила в редакцию 28.01.2015 г.

Pilkevich R.A. Potential frost-resistance of chaenomeles on South coast of the Crimea // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2015. – № 115. – P. 49-56.

The article presents results of comprehensive analysis of 26 selective forms which belong to 3 cultivars: *Ch. japonica*, *Ch. spesiosa*, *Ch. Cathayensis* and hybrid group *Ch. x superb*. A character of injured buds with various specialization and a range of damaging temperature were determined under conditions of different low-temperature regimes. In terms of investigation it was revealed frost-resistance depends upon watering level of shoots and bud tissue, depth and duration of biological rest. Specimens with high potential resistance to negative temperatures were marked out: *Ch. x superba* 1-1, 1-2, 1-4; *Ch. japonica* 2-4, 2-5, ПХ 2/6, ПХ 2/7; *Ch. spesiosa* 3-2, ПХ 8/3, ПХ 8/5; *Ch. cathayensis* 4-1, 4-2.

Key words: *chaenomeles, frost-resistance, watering, necrosis, biological rest.*