

УДК 634.14: 58.036.5 (477.75)

DOI: 10.25684/NBG.boolt.129.2018.21

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ВИДОВ ХЕНОМЕЛЕСА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Руслана Адольфовна Пилькевич

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: pilkevich-r@mail.ru

На основе многолетнего комплексного изучения морозостойкости 26 селекционных форм хеномелеса, относящихся к видам: *Chaenomeles japonica* (Thumb.) Lindl ex Spach, *Ch. spesiosa* (Sweet) Nakai, *Ch. cathayensis* (Hemsl.) Schneid и гибридной группе *Ch. × superba* (Frahm) Rehder, при различных низкотемпературных режимах определены границы повреждающих температур и характер повреждений почек различной специализации. Установлена зависимость степени морозоустойчивости от фенофаз развития, обводнённости тканей побегов и почек. По количеству перспективных, проявивших относительно высокую потенциальную устойчивость к отрицательным температурам генотипов виды ранжированы по уровню морозостойкости (в порядке убывания): *Ch. cathayensis* – *Ch. × superba* – *Ch. spesiosa* – *Chaenomeles japonica*.

Ключевые слова: хеномелес; морозостойкость; обводнённость; некроз; фенофазы

Введение

Хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.), родиной из Японии и Китая, широко используемый в декоративном садоводстве многих стран мира как красиво цветущий кустарник, также является новой перспективной плодовой культурой. Плоды обладают ценным химическим составом и служат сырьем для консервной, кондитерской, хлебопекарной, фармацевтической, парфюмерной промышленности [4]. Изучение адаптации интродуцентов к новым условиям выращивания очень актуально в связи с меняющимися в последнее время погодно-климатическими условиями. Несмотря на то, что климат Южного берега Крыма отвечает критериям субтропичности [2], важным фактором снижения декоративности и урожайности культуры *Chaenomeles* в районе Никитского ботанического сада могут стать повреждения отрицательными температурами, поскольку морозы и заморозки наблюдаются на всей его территории ежегодно. Для зимы Крымского побережья не характерны сильные холода, однако преобладающие северо-восточные и юго-западные ветры вызывают понижение температур до -8°C , в редкие годы до -14°C [1]. Согласно многолетним данным, первый мороз наступает в конце ноября (но раз в 25 лет он случается в третьей декаде октября), последний – в конце марта. Зимой погода отличается большой изменчивостью и непостоянством термического режима, тёплые и аномально холодные зимы чередуются неравномерно, самый холодный месяц – январь. Особо следует сказать о зимних оттепелях (в январе-феврале), побуждающих растения к преждевременной вегетации. После такой провокационной оттепели у растений, попавших под очередной заморозок, велика вероятность поражения как генеративной, так и вегетативной сферы.

Весной, особенно ранней, часто преобладает неустойчивая с волнами тепла и холода погода, обусловленная активной фронтальной деятельностью, связанной с прохождением через Крым серии циклонов. В качестве критического фактора весны Южнобережного Крыма следует отметить возвратные заморозки, опасные для

вступивших в вегетацию растений. Понижения температур прекращаются в третьей декаде марта, но в первых числах апреля вероятны заморозки до -5°C . Положение усугубляет и повышенная влажность воздуха в холодное время года, причём, растения если и приобретают холодовую акклиматизацию (закалку) в течение осени и в начале зимы, то впоследствии быстро теряют её, преждевременно трогаясь в рост до окончания морозоопасного периода [3].

Целью работы являлась оценка степени морозостойкости видов хеномелеса на основе изучения ряда генотипов, принадлежащих к данным видам, и ранжировать виды по уровню устойчивости к отрицательным температурам.

Объекты и методы исследований

В исследования 2011-2015 годов были включены селекционные формы от свободного опыления, относящиеся к трём видам: *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Chaenomeles spesiosa* (Sweet) Nakai, *Chaenomeles cathayensis* (Hemsl.) Schneid и гибридной группе *Chaenomeles* × *superba* (Frahm) Rehd.

Состояние зимующих в открытом грунте растений оценено визуально, продолжительность покоя установлена посредством наблюдений в природных условиях и лабораторным способом [3]. В экспериментах использован метод ступенчатого прямого промораживания однолетних побегов [5] в климатической камере при различных низкотемпературных режимах, продолжительностью 12-20 часов. Градиент изменения температуры составил 2°C в час, предварительное закалывание побегов проходило в течение 10-18 часов при 0°C . Учитывая своеобразность культуры хеномелеса (пролонгированное развитие почек в пределах побега), для корректной интерпретации результатов эксперимента применена схема промораживания побегов тех генотипов, почки которых находились на близких стадиях развития. Повреждения определены при помощи бинокулярного микроскопа, степень морозостойкости учитывалась по количеству живых почек (в процентах); для побегов – в процентном отношении к общей площади среза. Обводнённость тканей почек и побегов установлена весовым методом.

Результаты и обсуждение

До декабря почки различной специализации растений хеномелеса, как правило, находятся в состоянии покоя. Результаты пятилетних исследований, в том числе искусственного промораживания в продолжение декабря при -10°C в среднем показали, что у *Ch.* × *superba* некроз генеративной сферы составляет в среднем не более 13%, кроющих чешуй – у 8% почек. Повреждения *Ch. japonica* проявляются в гибели 4,5% почек апикальной части побегов и в виде точечных некрозов. У *Ch. spesiosa* погибает 8,6% генеративной сферы. У *Ch. cathayensis* отмечен точечный некроз кроющих чешуй 4% верхушечных почек.

Зима 2012 г. выдалась самой экстремальной по температурному режиму за все годы изучения, а следовательно, и наиболее показательной. В январе в результате оценки в условиях открытого грунта и после воздействия $-10...-14^{\circ}\text{C}$ в климатической камере было установлено, что генотипы вида *Ch.* × *superba* проявляют достаточно высокую степень морозостойкости (табл. 1), так как почки большей частью оставались в состоянии покоя (количество начинающих прорастание составило от 0,5 до 10-15% на побеге). Отмечены незначительные повреждения кроющих чешуй. В единичных случаях в различные годы полностью обмерзают апикальные части побегов до 5-6 см, и наблюдается гибель единичных почек (1-5) в базальной части каждого побега.

Таблица 1

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

Форма	Содержание воды в почках, % на сырую массу	Содержание воды в побегах, % на сырую массу	живые почки, % (климатическая камера, январь, 14 час, -10° С)	живые почки, % (открытый грунт, январь, -11,9° С)
<i>Chaenomeles × superba</i>				
1-1	72,7	46,4	83,0	96,0
1-2	79,2	46,5	91,8	100
1-3	62,5	46,8	88,0	100
1-4	60,0	43,8	100	99,8
1-5	68,2	45,5	100	100
<i>Chaenomeles japonica</i>				
2-1	71,4	45,0	100	75,0
2-2	71,4	50,6	100	82,0
2-3	81,0	48,0	95,5	93,0
2-4	80,0	48,3	100	97,5
2-5	70,0	46,3	99,0	0
<i>Chaenomeles spesiosa</i>				
3-1	88,1	45,5	42,0	81,5
3-2	72,2	45,0	100	91,6
3-3	68,7	42,5	91,5	98,0
3-4	71,9	47,7	100	87,0
<i>Chaenomeles cathayensis</i>				
4-1	50,0	51,4	96,2	99,5
4-2	68,6	51,8	99,9	100
4-3	65,2	52,5	100	100
4-4	70,0	57,7	100	99,0

Селекционные формы вида *Ch. japonica* получают более серьёзные повреждения, поскольку имеют большее количество почек на стадии раздвижения чешуй, у некоторых объектов до 45%. Характер повреждений – гибель почек различной специализации в пределах 7-25%, и побурение кроющих чешуй у 35-40% сохранившихся живыми почек. Несколько форм проявляют низкую морозостойкость в виде полного некроза 50% почек и обмерзания апикальной части побегов (1-1,5 см). У отдельных сеянцев гибнет до 20-25% почек без повреждения побегов.

У растений вида *Ch. spesiosa* в фазе раздвижения чешуй находится не более 10% почек, благодаря чему большинство форм этого вида демонстрируют относительно повышенную морозостойкость. Наблюдается некроз генеративной сферы отдельных почек в различных частях побегов, повреждения апикальной части (до 1 см) единичных побегов. Гибель генеративных почек некоторых селекционных форм иногда может достигать 40%.

Повреждения почек *Ch. cathayensis* – незначительный некроз кроющих чешуй почек менее морозостойких генотипов. За все этапы экспериментального исследования, независимо от количественного содержания влаги, ни у одного из объектов исследования при воздействии температуры до -12° С ткани побегов не повреждались, и только при -15° С отмечался некроз апикальной части побега (1-6 см) у отдельных форм *Ch. × superba*, *Ch. spesiosa* и *Ch. japonica*.

В феврале 2013 г. на фоне относительно тёплых зимних температур искусственное промораживание до -8...-11° С показало, что наибольшие повреждения получают генотипы, у которых произошёл частичный выход почек из состояния покоя. У *Ch. spesiosa* из покоя выходит 30-40% почек различной специализации, из них могут погибнуть 65-80 % (рис. 1).

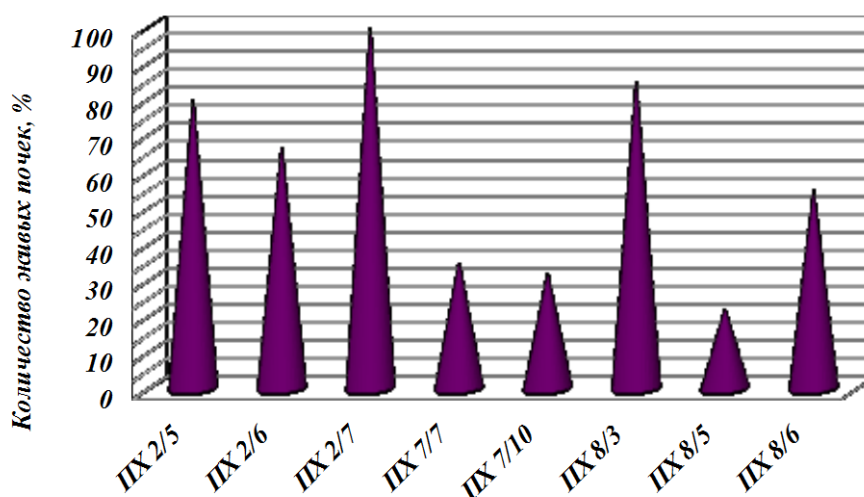


Рис. 1 Морозостойкость почек различной специализации некоторых форм видов *Chaenomeles* (-11° С, февраль 2013 г.).

ПХ 2/5, 2/7, 7/7, 7/10 – *Chaenomeles japonica*; ПХ 8/3, 8/5, 8/6 – *Chaenomeles spesiosa*

У *Ch. × superba* происходит гибель от 47 до 62% почек, вышедших на стадии раздвижения чешуй и бутонизации. Несколько селекционных форм *Ch. japonica*, 30-37% почек которых находятся в тех же фазах развития, теряют от 20 до 70% их количества (в единичных случаях – до 95%). У вида *Ch. cathayensis* на побегах присутствует не более 6% таких почек, их гибель отмечена в пределах 25-29,5%.

В марте имитация возвратных весенних заморозков в климатической камере после низкотемпературного воздействия -10° С продемонстрировала, что основным типом повреждений растений хеномелеса являются некроз генеративной сферы и появление некротических пятен на листьях. В отдельные годы вследствие более раннего, чем обычно, завершения периода покоя на фоне относительно тёплых среднесуточных температур зимы образуются повреждения высокой степени. У представителей *Ch. japonica* гибель генеративных почек может достигать 95%, до 24% – вегетативных.

Таблица 2

Потенциальная морозостойкость почек видов *Chaenomeles*

22.02.2014 г. 0° С (18 час), -11° С (20 час)		19.03. 2014 г. 0° С (18 час), -10° С (19 час)	
живые почки, %			
Форма	Почки различной специализации	Вегетативные почки	Генеративные почки
1	2	3	4
<i>Chaenomeles superba</i>			
1-1	98,0	100	70,2
1-2	51,4	44,5	40,0
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

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
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

У вида *Ch. cathayensis* последствия промораживания проявляются в гибели 90% генеративной сферы, и 36% вегетативных почек в различных частях побегов. Вегетативные почки практически всех растений *Ch. × superba* остаются живыми. На листьях образуются краевые некрозы и некротические пятна, поражающие 10-45% площади листьев, у единичных образцов гибель листовой площади составляет 60%, выживаемость генеративных почек варьирует в диапазоне от 26 до 100%. У растений *Ch. spesiosa* повреждаемость до 55% генеративной сферы, вегетативной – 20-42%. При -10°C побеги не повреждались ни у одного из объектов исследования.

Искусственное промораживание в апреле при -5°C выявило наименьшее количество повреждений у растений вида *Ch. cathayensis* и гибридной группы *Ch. × superba* (11-12%) (рис. 2).

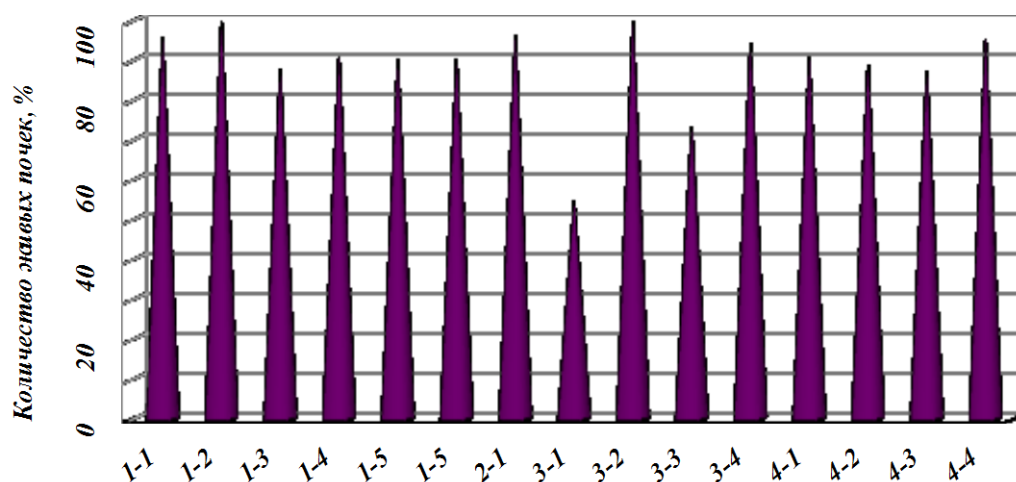


Рис. 2 Морозостойкость почек различной специализации селекционных форм видов *Chaenomeles* (-5°C , апрель, 2014 г.)

1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5 – *Ch. × superba*; 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5 – *Chaenomeles japonica*
3-1, 3-2, 3-3, 3-4 – *Chaenomeles spesiosa*; 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 – *Ch. cathayensis*

Степень повреждений генотипов *Ch. spesiosa* не превышает 27%, и только у единственной формы отмечалась полная гибель и вегетативной, и генеративной сферы. Среди изучаемых селекционных форм *Ch. japonica* границы повреждений наблюдались

в широких пределах – от 4 до 75,5%, что говорит о высокой чувствительности растений этого вида к весенним заморозкам.

Совокупность результатов искусственного промораживания однолетних побегов при различных температурных режимах, и оценка повреждений морозами в естественных условиях произрастания позволили установить для изучаемых видов хеномелеса пороги повреждающих температур в условиях зимы на ЮБК. Высокая чувствительность к действию отрицательных температур присуща видам *Ch. spesiosa* и *Ch. japonica*, что, вероятно, связано с относительно коротким периодом биологического покоя. Стадия раздвижения чешуй приходится на II-III декады декабря, а обмерзание кустов может достигать 17-25%, с частичной или полной гибелью целых побегов. В контролируемых условиях повреждающими становятся температуры $-7...-9^{\circ}\text{C}$. Выявлено, что степень повреждения морозами коррелирует с числом генеративных почек, вступивших в фазы раздвижения чешуй, появления первого листа и бутонизации. У *Ch. \times superba* наступление фазы прорастания почек происходит с I-II декад января, повреждения морозом в природных условиях составляют не более 4%. Границы повреждающих температур в климатической камере отмечаются в пределах $-8...-10^{\circ}\text{C}$ (гибель почек составляет 7%). Формы этой гибридной группы редко цветут зимой, что обеспечивает максимальную сохранность эстетической привлекательности и урожайности. Самое позднее начало стадий раздвижения почечных чешуй и прорастания почек (с III декады января по II декаду февраля) наблюдается у вида *Ch. cathayensis*, поэтому растения практически не повреждаются при понижении температур до $-11...-12^{\circ}\text{C}$, благодаря чему сохраняются их декоративные качества.

Анализ экспериментальных данных, полученных в контролируемых условиях, показал, что у растений хеномелеса в первую очередь повреждаются почки с генеративными структурами, затем вегетативные почки, и последними – побеги. Следовательно, декоративные качества, а также урожайность напрямую зависят от адаптивных особенностей генеративных почек. В годы с относительно повышенными температурами осенних месяцев ускоряется развитие отдельных генеративных почек у некоторых форм, что в последствии влияет на степень их морозостойкости.

Изучение водного режима в зимне-весенний период показало, что количество воды в тканях почек и побегов может значительно различаться у селекционных форм одного вида. Понижение обводнённости почек и листьев является одним из важнейших моментов, определяющих морозостойкость хеномелеса. Повышенное содержание влаги в почках и, как следствие, большее количество повреждений отрицательными температурами отмечено у отдельных представителей каждого вида. Рано зацветающие формы, у которых начало цветения в теплые зимы приходится на конец февраля-начало марта, в случае возвратных морозов получают частичное или полное обмерзание раскрытых цветков, что в последствии приводит к небольшому снижению урожайности.

Основной тип повреждений отрицательными температурами видов рода *Chaenomeles* – побурение кроющих чешуй и генеративных структур почек, образование на листьях краевых некрозов и некротических пятен. Начальной повреждающей температурой для тканей апикальных частей побегов (некроза, распространяющегося вглубь и поражающего сердцевину), является -15°C .

Применение метода прямого промораживания для видов рода *Chaenomeles* имеет ряд специфических моментов. Поскольку селекционные формы в рамках одного вида могут существенно различаться по срокам прохождения различных этапов развития, то для экспериментального определения их морозоустойчивости необходимо выбирать близкие по фазам развития генотипы разных видов. Таким способом можно определить максимальное количество потенциально устойчивых к отрицательным температурам генотипов, созданных на основе каждого вида.

Существенная вариабельность видов хеномелеса по признаку морозостойкости предоставляет возможность для отбора среди них наиболее адаптивных селекционных форм. Морозоустойчивые генотипы 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 этой культуры перспективнее и предпочтительнее будет являться выбор не только между видами, а индивидуальный отбор селекционных форм в пределах вида.

Выводы

Выявлено, что морозостойкие генотипы различного видового происхождения хеномелеса характеризуются более поздним вступлением в фазы развития почечных чешуй, прорастания почек и начала бутонизации – в период со II декады января по II декаду февраля, а также относительно меньшим содержанием воды в тканях почек, что может служить диагностическим признаком устойчивости к отрицательным температурам.

Определено, что у более морозоустойчивых селекционных форм *Ch. × superba* уровень обводнённости почек в период максимальной вероятности наступления морозов на ЮБК (январь-февраль) находится в диапазоне 60-69% (относительно сырой массы) и 69,0-75,0% в марте; у *Ch. cathayensis* – 65,2-68,6% в январе-феврале, не более 70% в марте. У образцов *Ch. japonica* – 71,5-72,0% в январе-феврале и 78,5% в марте; у *Ch. spesiosa* 72-88,0% – январь-февраль и 58,5-60,2% – март.

Установлено, что максимальная морозостойкость почек видов и форм *Chaenomeles* на ЮБК приходится на ноябрь-декабрь, и снижается в январе-феврале, что, вероятно, связано со сроками биологического покоя. В зимние месяцы наиболее морозостоек вид *Ch. cathayensis*, затем следуют гибридная группа *Ch. × superba* и вид *Ch. spesiosa*, наименьшую устойчивость проявляют растения *Ch. japonica*. Относительно стойкости к возвратным весенним заморозкам по степени убывания виды располагаются в ряду: *Ch. × superba* – *Ch. spesiosa* – *Ch. cathayensis* – *Ch. japonica*. В качестве косвенных параметров, характеризующих устойчивость к неблагоприятным зимним условиям, для хеномелеса можно рекомендовать определение степени обводнённости почек, а также количества почек, находящихся в состоянии вынужденного покоя в конце холодного времени года как один из показателей низкотемпературной устойчивости.

Список литературы

1. Антюфеев В.В., Казмирова Р.Н., Евтушенко А.П. Агроклиматические, микроклиматические и почвенные условия в приморский полосе Южного берега Крыма. Теоретические основы и практические рекомендации для рационального размещения растений при реконструкции насаждений // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2014. – Том 137. – С. 90.
2. Антюфеев В.В. Агроклиматический потенциал субтропического садоводства в Крыму // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2015. – № 4 (54). – С.185-188.
3. Губанова Т.Б. Потенциальная морозостойкость и особенности морозных повреждений у представителей семейства Oleaceae в условиях Южного берега Крыма // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира. Материалы Междунар. науч. конф., посвященной 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси, (Минск. 6–8 июня). – Минск, – 2017 г. – Ч. 2. – С. 50-52.

4. Комар-Тёмная Л.Д. Взаимосвязь продуктивности хеномелеса с абиотическими факторами среды // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар. – 2017. – № 4 (67). – С. 88-91.

5. Физиологические и биофизические методы в селекции плодовых культур. Методические рекомендации /под ред. Лищука А.И. / М. – 1991. – 68 с.

Статья поступила в редакцию 23.08.2018 г.

Pilkevich R.A. The frost resistance of *Chaenomeles* cultivars in conditions of the Southern Coast of the Crimea // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2018. – № 129. – P. 137-144.

As the result of perennial complex frost resistance study of 26 *chaenomeles* breeding forms, belong to the species: *Chaenomeles japonica* (Thumb.) Lindl ex Spach, *Ch. spesiosa* (Sweet) Nakai, *Ch. cathayensis* (Hemsl.) Schneid and hybrid group *Ch. × superba* (Frahm) Rehder under various low-temperature regimes there were defined the limits of harmful temperatures and the character of buds damages of various specialty. The dependence of frost resistance degree on duration of phenophase development, water cut of shoots and buds tissues was established. The cultivars were ranked according to the frost resistance level by the number of perspective genotypes that demonstrated relatively high potential stability to freezing temperatures in descending order: *Ch. cathayensis* – *Ch. × superba* – *Ch. spesiosa* – *Chaenomeles japonica*.

Key words: *chaenomeles; frost resistance; water cut; necrosis; phenophase*