

УДК 634.2:631.524.85:632.111.5:58.084.1

МЕТОДИКА УСКОРЕННОЙ ОЦЕНКИ ЗИМОСТОЙКОСТИ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЯМОГО ПРОМОРАЖИВАНИЯ*

А.А. Таранов, М.И. Вышинская, В.А. Матвеев, В.С. Волот, М.Н. Васильева
РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалева, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@it.org.by

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы изменение климатических условий наложило свой отпечаток на продуктивность косточковых культур. Длительные оттепели с последующим резким понижением температуры в зимний период, весенние заморозки, холодная дождливая погода во время цветения, избыточное количество осадков в летний период приводят к повреждению плодовых образований, поражению монилиальным ожогом, плодовой гнилью и листовыми пятнистостями, снижению урожайности и качества плодов.

Возникает необходимость не только в создании новых, но и в выявлении уже существующих сортов с широким адаптивным потенциалом к абиотическим стрессорам, связанным с погодно-климатическими изменениями [1].

Важнейшим хозяйственно-биологическим показателем сортов косточковых культур, без которого невозможна реализация биологического потенциала продуктивности, является зимостойкость, а для культуры черешни является строго лимитирующим её распространение.

Зимостойкость древесных растений, находясь под контролем генетических факторов, изменяется в зависимости от погодных условий во время вегетации, при подготовке к закаливанию и на его этапах. Поэтому причины подмерзания необходимо рассматривать не только как следствие повреждающих факторов, но и как неспособность растений развить достаточно высокую устойчивость к неблагоприятным условиям во время вегетации. В связи с особенностями климата в каждой зоне нужны сорта, способные эффективно использовать местные агроклиматические ресурсы для формирования высокой устойчивости к основным повреждающим факторам среды [2, 3].

Повышение морозостойкости растений в процессе осенней закалики успешно происходит только при вступлении их в состояние покоя. Растения, не закончившие вегетацию, практически не закаляются и погибают даже при небольших отрицательных температурах. Таким образом, окончание вегетации является стартовым моментом для успешной подготовки деревьев к зимним условиям. В начальный период покоя в клетках растений происходят сложные физиолого-биохимические превращения и структурные изменения накопленных в период вегетации питательных веществ, приводящие к повышению их устойчивости к низким температурам.

Максимальную морозостойкость, присущую определённому виду и сорту, растения приобретают уже при наступлении постоянных суточных отрицательных температур.

Устойчивость к морозам существенно меняется на протяжении зимнего периода. Зимние оттепели снижают порог выносливости тканей коры, камбия, древесины и по-

*Рекомендована к публикации Ученым советом РУП «Институт плодоводства», протокол № 10 от 09.11.2011.

чек. Поэтому крайне важным фактором является способность тканей дерева к последующей закалке при наступлении повторных холодов в конце зимы.

До последнего времени основным методом испытания при определении зимостойкости являлся полевой метод, позволяющий проследить за проявлением повреждений и их влиянием на урожай и состояние растений в дальнейшем. Существенным недостатком полевого метода является необходимость длительных испытаний, так как годы с суровыми зимами встречаются в среднем 1 раз в 10 лет. Кроме этого, нужно отметить, что повреждающие факторы многообразны и имеют различные сочетания и проявления в отдельно взятую зиму, при этом важным является анализ влияния предшествующего вегетационного периода и степень поражения болезнями.

В настоящее время широкое распространение получают методы моделирования наиболее опасных ситуаций, проявляющихся в природе, в контролируемых условиях [4-7].

Сочетание полевого метода испытаний и метода искусственного промораживания позволяет ускорить селекционный процесс, сортоиспытание, а также дать прогноз урожая и состояния растений после зим с разными метеоусловиями, принять своевременные меры для сохранения продуктивности и восстановления поврежденных растений.

В условиях Беларуси выделяются 4 основных компонента зимостойкости: 1 – устойчивость к ранним морозам; 2 – максимальная величина морозостойкости, развиваемая растениями в период органического покоя в благоприятных для закалки условиях; 3 – способность сохранять устойчивость к низким температурам в период зимних оттепелей; 4 – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепелей [5].

При разработке программы испытания морозостойкости для условий конкретной природной зоны учитываются особенности местного климата и биологические особенности видов и сортов плодовых растений. В ходе создания программы испытания морозостойкости с помощью искусственного промораживания требуется: а) выявить основные повреждающие факторы зимы в данной климатической зоне; б) в соответствии с климатом зоны определить для каждой культуры основные компоненты зимостойкости; в) определить устойчивость к низким температурам тканей и органов, определяющих продуктивность и долговечность культуры [6].

В настоящей методике представлено моделирование повреждающих факторов зимы методом искусственного промораживания однолетних ветвей косточковых культур в климатической камере, позволяющее осуществить контроль за ходом процесса формирования морозостойкого состояния дерева, оценить уровень устойчивости растений после стрессового воздействия низкими отрицательными температурами и выявить характер основных компонентов и комплекса зимних повреждений. Полученные данные позволяют значительно ускорить селекционный процесс, способствуют более рациональному использованию родительских компонентов в создании новых сортов и позволяют создать базовую основу районирования без испытаний на зимостойкость в полевых условиях.

1. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ПЕРИОД 1985-2011 гг.

Подробный анализ погодных условий за двадцатиоднолетний период (1985-2006 гг.) приведен в «Методике ускоренной оценки зимостойкости яблони с использованием прямого промораживания» [5].

Условия последующих пяти зим 2006-2011 гг. существенно не отличались температурными минимумами от предыдущих зимних периодов (таблица 1).

В осенне-зимний период, с ноября по первую декаду декабря включительно, практически ежегодно наблюдаются понижения температуры воздуха до -11,5...-18,5 °С (таблица 1). Температура ниже -20 °С на протяжении 26 лет отмечена в 1988 г. (-20,5 °С) и 1998 г. (-24,3 °С).

Практически ежегодно в январе наблюдается неустойчивая погода, с частыми сменами отрицательных и положительных температур. Непродолжительные понижения до -15,0...-20,0 °С сменяются оттепелями +0,2...+9,7 °С. Снижение температуры до критического минимума (-29,0...-32,0 °С) наблюдается в середине зимы (январь) и отмечено в зимы 1986-1987 гг. (-32,0 °С), 1996-1997 гг. (-29,9 °С), 2002-2003 гг. (-29,3 °С).

В феврале и марте отмечаются ежегодные оттепели. Температурный максимум в этот период составляет от +0,1 °С до +15,7 °С. Зимы с понижениями температуры ниже -20 °С в феврале и марте за период 1985-2011 гг. отмечены 12 раз (с минимальными температурами -21,5...-25,8 °С). В этот период косточковые культуры находятся в состоянии вынужденного покоя и наиболее подвержены воздействию низких температур.

Таблица 1 – Метеорологические показатели за 1985-2011 гг.

Зимний период, год	Период компонентов зимостойкости					
	1-й компонент I дек. ноября – I дек. декабря		2-й компонент II дек. декабря – III дек. января		3-й и 4-й компоненты I дек. февраля – III дек. марта	
	min t, °С	max t, °С	min t, °С	max t, °С	min t, °С	max t, °С
1985-1986	-15,8	+8,0	-17,3	+2,4	-23,5	+9,7
1986-1987	-8,1	+8,1	-32,0	+8,1	-25,8	+4,3
1987-1988	-11,5	+7,7	-21,6	+6,1	-16,2	+12,0
1988-1989	-20,5	+2,6	-15,8	+5,5	-10,9	+11,8
1989-1990	-19,9	+5,4	-15,5	+5,6	-17,7	+18,5
1990-1991	-7,1	+9,1	-23,3	+6,5	-22,7	+12,7
1991-1992	-15,9	+7,6	-19,8	+5,1	-16,4	+13,4
1992-1993	-14,2	+10,2	-21,3	+7,6	-16,8	+11,9
1993-1994	-16,8	+5,1	-13,2	+5,1	-24,9	+10,6
1994-1995	-13,6	+12,4	-22,5	+5,7	-8,9	+14,0
1995-1996	-16,8	+5,9	-24,2	+2,8	-25,5	+3,7
1996-1997	-6,9	+13,1	-29,9	+1,9	-16,3	+13,2
1997-1998	-11,8	+12,8	-25,9	+3,7	-14,7	+11,1
1998-1999	-24,3	+7,1	-19,9	+4,8	-23,0	+14,4
1999-2000	-18,5	+11,0	-16,5	+6,2	-11,0	+8,9
2000-2001	-6,8	+14,5	-12,9	+8,6	-16,9	+11,8
2001-2002	-16,8	+13,3	-22,5	+4,8	-9,9	+14,7
2002-2003	-18,1	+15,2	-29,3	+2,3	-21,5	+13,7
2003-2004	-4,6	+11,2	-18,9	+3,7	-21,5	+15,1
2004-2005	-13,3	+10,2	-15,9	+9,1	-21,6	+5,9
2005-2006	-13,2	+10,0	-29,0	+2,4	-23,8	+9,6
2006-2007	-14,6	+16,3	-14,3	+9,7	-24,3	+15,7
2007-2008	-7,7	+8,4	-18,8	+4,8	-11,8	+14,1
2008-2009	-4,8	+11,8	-21,1	+3,2	-19,2	+10,0
2009-2010	-5,3	+9,7	-24,2	+2,4	-18,6	+13,3
2010-2011	-14,8	+12,5	-17,7	+3,1	-20,6	+10,2

На основании анализа погодных условий за последние 26 лет выделены 4 компонента зимостойкости, имеющие место в условиях центральной зоны Беларуси и определяющие исход перезимовки плодовых культур:

1-й – устойчивость к осенним заморозкам и ранним морозам, промораживание при температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (конец ноября – начало декабря);

2-й – максимальная величина морозостойкости, развиваемая растениями после окончания органического покоя в благоприятных для закалки условиях, промораживание при температуре -33 и $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ (январь);

3-й – способность сохранять устойчивость к низким температурам в период зимних оттепелей, промораживание при температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (февраль);

4-й – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепелей, промораживание при температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (февраль-март).

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ

2.1 Оборудование и материалы

Оборудование: стационарная холодильная установка «Polar» CN075e польского производства или аналогичная другого производства, полиэтиленовые пакеты для хранения материала.

Материал: срезанные с деревьев, вступивших в период плодоношения, типичные для сорта 1-летние ветви длиной 20-30 см, с захватом 10-15 см двухлетней древесины.

2.2 Отбор и хранение образцов

Отбор образцов проводят на одновозрастных растениях, произрастающих на одном участке сада с одинаковыми агротехническими условиями возделывания.

Заготовку образцов осуществляют в конце ноября – начале декабря (при температуре воздуха $-5\text{...}-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и наличии снежного покрова). Нарезают 1-летние ветви с нескольких визуально здоровых растений, типичных для данного сорта, из средней части кроны с разных сторон дерева в количестве 20 штук. Срезанные в саду ветви распределяют на пучки (в четырёх повторностях по 5 штук в каждой), связывают, раскладывают в пакеты, этикетируют с указанием названия образца, времени среза. В каждом пакете может быть не один образец, а несколько, как правило – одна повторность испытуемых образцов с сортами-эталоном известного уровня зимостойкости. Пакеты с образцами заполняют снегом для предотвращения иссушения черенкового материала и помещают в холодильную камеру для хранения. Хранение образцов осуществляется при температуре $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Все подготовительные работы проводят либо на открытом воздухе, либо в холодном помещении.

3. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И СРОКИ ПРОМОРАЖИВАНИЯ ОБРАЗЦОВ

3.1 Оборудование и материалы

Оборудование: стационарная холодильная установка типа «Vötsch» VT 7011 немецкого производства или аналогичная другого производства для непосредственного промораживания исследуемого материала. Емкость рабочей камеры составляет 110 лит-

ров. Программное устройство позволяет автоматически поддерживать температуру в рабочей камере в пределах от -70° до $+180^{\circ}\text{C}$ с точностью до $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Материал: 1-летние ветви средней длины, типичные для сорта, с захватом 10-15 см двухлетней древесины.

3.2 Проведение промораживания образцов

Согласно метеорологическим данным и результатам исследования сезонных изменений морозоустойчивости в природных и контролируемых условиях адекватными режимами испытаний для косточковых культур (вишня, черешня, слива) в центральной зоне Беларуси являются следующие компоненты зимостойкости:

1-й компонент зимостойкости характеризует способность растений приобретать устойчивость к позднеосенним и раннезимним морозам. Минимальная температура воздуха в этот период отмечена в 1998 г. ($-24,3^{\circ}\text{C}$). Поэтому при промораживании по первому компоненту нами была выбрана критическая температура -25°C . Упакованные и этикетированные ветви переносят из камеры предварительного хранения «Polar» SN075e и укладывают в холодильную установку «Vötsch» VT 7011, где устанавливают начальную температуру камеры хранения (-2°C). В дальнейшем проводят последовательную закалку при температуре -5°C (72 часа) и -10°C (72 часа) со скоростью снижения до заданной температуры $2^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. После закалки снижают температуру до -25°C также со скоростью $2^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Продолжительность данной экспозиции 10 часов, с последующим повышением (со скоростью 2°C в час) до температуры $+2^{\circ}\text{C}$ и выдерживают 24 часа. При необходимости определения морозостойкости цветковых зачатков используют скорость снижения и повышения температуры $1^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Оптимальный срок промораживания – с третьей декады ноября по вторую декаду декабря включительно.

2-й компонент зимостойкости. Максимальная морозостойкость – важнейший показатель зимостойкости и основной составляющий элемент любой отдельно взятой суровой зимы. Согласно метеорологическим наблюдениям минимальные понижения температур в декабре-январе 1 раз в 10 лет достигают уровня $-29\text{...}-32^{\circ}\text{C}$. В связи с этим для промораживания по определению морозостойкости в середине зимы нами была взята температура -33°C . С использованием данной критической температуры были отработаны варианты с различной экспозицией и скоростью снижения и повышения температуры. Данные опыты проводились с использованием предварительной стандартной закалки, т.е. воздействию небольших отрицательных температур (-5°C в течение 72 ч и -10°C в течение 72 ч).

Наилучшие результаты искусственного промораживания черешни, сливы и отдельных образцов вишни (вишне-черешнёвого происхождения), сопоставимые с данными зимостойкости после суровых зим, получены при использовании критической температуры -33°C с экспозицией 10 часов и скоростью снижения $2^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. Данный режим позволяет получить повреждения тканей зимостойких образцов 1-2 балла, среднезимостойких – 2,5-3 балла и слабозимостойких – 3,5-4 балла и является оптимальным для определения потенциальной морозостойкости сортов сливы и черешни.

Определение потенциальной морозостойкости образцов вишни обыкновенной необходимо проводить при критической температуре -38°C . В опытах с использованием данной критической температуры в течение 10 часов наблюдали повреждение тканей однолетних ветвей зимостойких сортов вишни до 3 баллов, средне- и слабозимостойких – необратимые повреждения до 4-5 баллов.

Упакованные и этикетированные ветви переносят из камеры предварительного хранения «Polar» CN075e и укладывают в холодильную установку «Vötsch» VT 7011, где устанавливают начальную температуру камеры хранения (-2 °С). Далее проводят последовательную закалку при -5 °С и -10 °С по три дня со скоростью снижения до заданной температуры 2 °С/ч. После закалки снижают температуру до -33 °С (определение максимальной и потенциальной морозостойкости сортообразцов сливы и черешни, определение максимальной морозостойкости вишни), до -38 °С (определение потенциальной морозостойкости образцов вишни) также со скоростью 2 °С/ч. Продолжительность данной экспозиции 10 часов, с последующим повышением (со скоростью 2 °С в час) до температуры +2 °С и выдерживают 24 часа. При необходимости определения морозостойкости цветковых зачатков во втором компоненте при -33 °С используют скорость снижения и повышения температуры 1 °С/ч.

Оптимальный срок промораживания – с третьей декады декабря по третью декаду января включительно.

3-й компонент зимостойкости характеризует способность сохранять морозостойкость после оттепелей (стабильность морозостойкости). В последнее время февральские оттепели стали неотъемлемым элементом белорусской зимы, и способность сохранять достаточный уровень морозостойкости тканей в период вынужденного покоя рассматривается как один из важных элементов, составляющих уровень зимостойкости современного сорта. Как было отмечено ранее, зимы с понижениями температуры ниже -20 °С в феврале и марте за двадцатипятилетний период отмечены 11 раз с минимальными температурами (-21,5...-25,8 °С). При моделировании режимов промораживания (3-й и 4-й компоненты) нами использованы критическая температура -25 °С и температура оттепели +4 °С, как наиболее часто встречающиеся.

Упакованные и этикетированные ветви переносят из камеры предварительного хранения «Polar» CN075e и укладывают в холодильную установку «Vötsch» VT 7011, где устанавливают начальную температуру камеры хранения (-2 °С). Далее проводят повышение температуры со скоростью 2 °С/ч до отметки +4 °С и выдерживают в течение 72 часов. После этого снижают температуру до -25 °С также со скоростью 2 °С/ч. Продолжительность данной экспозиции 10 часов, с последующим повышением (со скоростью 2 °С/ч) до температуры +2 °С и выдерживают 24 часа. Оптимальный срок промораживания – первая-третья декады февраля.

4-й компонент зимостойкости определяет способность восстанавливать морозостойкое состояние после оттепелей и повторной закалки. В природе резкая смена оттепели сильными морозами всё же редкость. Чаще всего существенному понижению температуры (до -25 °С) предшествует постепенное снижение температуры до -5 °С и -10 °С. В этой связи способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепели рассматривается как приспособительный признак сорта.

Упакованные и этикетированные ветви переносят из камеры предварительного хранения «Polar» CN075e и укладывают в холодильную установку «Vötsch» VT 7011, где устанавливают начальную температуру камеры хранения (-2 °С). Для моделирования оттепели проводят повышение температуры со скоростью 2 °С/ч до отметки +4 °С и выдерживают трое суток. В дальнейшем проводят последовательную закалку при -5 °С (72 часа) и -10 °С (72 часа) со скоростью снижения до заданной температуры 2 °С/ч. После закалки снижают температуру до -25 °С также со скоростью 2 °С/ч. Продолжительность данной экспозиции 10 часов, с последующим повышением (со скоростью 2 °С/час) до температуры +2 °С и выдерживают 24 часа. Оптимальный период промораживания – февраль-март.

4. МЕТОД ОТРАЩИВАНИЯ И ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЙ

4.1 Оборудование и материалы

Оборудование: окулировочный нож, лезвие, пластмассовые емкости или сосуды, полиэтиленовые пакеты для хранения материала.

Материал: 1-летние промороженные ветви исследуемых образцов с захватом 10-15 см двухлетней древесины.

4.2 Проведение отращивания ветвей

После промораживания и оттаивания ветви испытуемых образцов подрезают у основания на 2-3 см и ставят на отращивание в сосуды с водой при комнатной температуре. Для создания эффекта влажной камеры сосуды с ветвями накрывают полиэтиленовыми пакетами, увлажненными с внутренней стороны. Воду в сосудах необходимо менять через 3-4 дня, периодически обновляя срезы. Длительность отращивания составляет 7-14 дней. При более длительном отращивании наблюдается частичное осыпание вегетативных и генеративных почек.

4.3 Оценка повреждений ветвей

После отрастания промороженных ветвей в сосудах с водой проводят оценку повреждений по побурению тканей.

Для оценки повреждений тканей ветвей делают ручные срезы в средней части, а иногда используется нижняя и верхняя части ветви.

Оценку повреждений проводят по степени побурения тканей аналогично как при полевых исследованиях [8] по шкале:

- 0 – ткань здоровая, светлая;
- 1 – окраска ткани желтоватая, имеющая отдельные светло-коричневые пятна;
- 2 – ткань светло-коричневая;
- 3 – ткань коричневая;
- 4 – ткань темно-коричневая, слоями;
- 5 – ткань темно-коричневая или полностью черная.

Переходы в окраске тканей отмечаются добавлением 0,5 балла.

По общему баллу подмерзания образцы по каждому компоненту распределяются на пять групп:

- 1 – высокоморозостойкие;
- 2 – морозостойкие;
- 3 – среднеморозостойкие;
- 4 – слабоморозостойкие;
- 5 – неморозостойкие.

Сохранность цветковых зачатков определяется путём количественного учёта здоровых и погибших цветковых зачатков. Для этого на генеративных почках делаются поперечные срезы острым лезвием. Погибшие цветковые зачатки имеют коричневую окраску, а неповреждённые – светло-зелёную. От общего числа проанализированных цветковых зачатков определяется процент сохранившихся.

5. ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ ЭТАЛОННЫХ СОРТОВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР СПОСОБОМ ПРЯМОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРОМОРАЖИВАНИЯ

5.1 Морозостойкость сортообразцов косточковых культур

В процессе исследований зимостойкости при большом наборе сравниваемых образцов в каждом компоненте обычно используется одна температура промораживания. Степень повреждения исследуемых сортов сопоставляется с сортами уже известной устойчивости к низким температурам (эталоны). Согласно исследованиям Э.П. Сябаровой [9, 10], Р.М. Сулимовой [11], М.И. Вышинской, А.А. Таранова [12-14], В.А. Матвеева [15] среди сортов вишни были выделены в условиях Республики Беларусь сорта-эталон: высокозимостойкий – Новодворская, зимостойкий – Вянок, среднезимостойкий – Облачинская, слабозимостойкий – Чудо вишня; среди сортов черешни: зимостойкий – Северная, среднезимостойкий – Сябаровская, слабозимостойкий – Ярославна; среди сортов сливы домашней: высокозимостойкий – Даликатная, среднезимостойкий – Эдинбургская, слабозимостойкий – Анна Шпет.

1-й компонент зимостойкости – способность растений приобретать устойчивость к позднеосенним и раннезимним морозам. Данные по промораживанию по первому компоненту представлены в таблице 2.

Анализ повреждений по 1-му компоненту показал, что образцы вишни, черешни и сливы являются стабильно устойчивыми к морозам в начале зимы при условии предварительной закалки, т.е. воздействию небольших отрицательных температур (-5 °С и -10 °С). Подмерзание тканей ветвей сортообразцов вишни и сливы не превышало 2 баллов. Среди образцов черешни только слабозимостойкий сорт черешни Ярославна имел подмерзание 3,0 балла.

Таблица 2 – Результаты оценки морозостойкости образцов вишни, черешни и сливы по 1-му компоненту при искусственном промораживании (t = -25 °С)

Сортообразец	Сохранность цветковых зачатков, %	Повреждение тканей однолетних ветвей, балл				
		сосудисто-проводящая ткань подпочечного узла	кора	камбий	древесина	сердцевина
Вишня						
Новодворская	100	0,5	0	0	0	0,5
Вянок	100	0,5	0	0	1,0	0,5
Облачинская	100	2,0	1,0	0	1,0	1,5
Чудо вишня	70	1,0	1,5	0	1,5	1,5
Черешня						
Северная	81	1,0	0,5	0	1,0	1,5
Сябаровская	76	1,5	1,5	0	1,5	1,5
Ярославна	35	2,5	2,0	0	2,5	3,0
Слива						
Даликатная	60	1,0	1,0	0	0,5	1,0
Эдинбургская	40	1,5	1,0	0	1,0	1,5
Анна Шпет	25	1,5	2,0	0	2,0	2,0

Таким образом, сортообразцы вишни, сливы и черешни характеризовались устойчивостью по первому компоненту зимостойкости, и существенных повреждений у них не отмечено (подмерзание до 2 баллов). Причём, цветковые зачатки у всех образцов вишни сохранились на 70-100 %, у сортов черешни – на 35-81 %, у сортов сливы – на 25-60 %.

2-й компонент – максимальная величина морозостойкости, развиваемая растениями в период органического покоя в благоприятных для закалки условиях.

Как показали наши исследования, при воздействии критической температуры $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 часов у большинства образцов в большей степени повредились сосудисто-проводящие пучки, кора, древесина и сердцевина и слабее – камбий (таблица 3).

Таблица 3 – Морозостойкость образцов вишни, черешни и сливы по 2-му компоненту при искусственном промораживании ($t = -33\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Сортообразец	Сохранность цветковых зачатков, %	Повреждение тканей однолетних ветвей, балл				
		сосудисто-проводящая ткань подпочечного узла	кора	камбий	древесина	сердцевина
Вишня						
Новодворская	87	1,5	1,5	0	1,0	2,0
Вянок	80	2,0	1,5	0	2,0	1,5
Облачинская	49	3,0	2,0	0	3,0	2,0
Чудо вишня	40	2,5	1,0	0	2,0	2,0
Черешня						
Северная	30	2,0	2,0	0	2,0	1,5
Сюбаровская	25	2,5	2,0	0	2,0	2,0
Ярославна	0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0
Слива						
Даликатная	-	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5
Эдинбургская	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Анна Шпет	-	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5
Примечание. - - не определяли						

Зимостойкие образцы вишни обыкновенной, черешни и сливы имели при данном режиме промораживания незначительные повреждения (до 2 баллов). Повреждением тканей (2,5-3,0 балла) характеризовались среднезимостойкие сорта вишни и черешни, а также слабовзимостойкий сорт вишни Чудо вишня. Сильное подмерзание (3,5-5 баллов) отмечено у слабовзимостойких сортов-эталонов черешни селекции Артёмовской ОСП ИС УААН (Украина) Ярославна и сливы Анна Шпет. Образцы вишни отличались сохранностью цветковых зачатков – 40-87 %, черешни – 0-30 %.

Таким образом, режим промораживания при температуре $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ является оптимальным для определения потенциальной морозостойкости образцов черешни и сливы.

Определение потенциальной морозостойкости сортов вишни по 2-му компоненту при температуре $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Потенциальная морозостойкость образцов вишни по 2-му компоненту при искусственном промораживании ($t = -38\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Сортообразец	Повреждение тканей однолетних ветвей, балл				
	сосудисто-проводящая ткань подпочечного узла	кора	камбий	древесина	сердцевина
Зимостойкие					
Новодворская	2,0	1,5	0	3,0	3,0
Вянок	2,5	1,5	1,0	3,0	3,0
Облачинская	3,0	2,5	2,0	4,0	4,0
Чудо вишня	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

При промораживании с использованием критической температуры $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ с экспозицией 10 часов у зимостойких сортов вишни обыкновенной наблюдали повреждения тканей однолетних ветвей, способных к восстановлению. В большей степени у высокозимостойкого и зимостойкого сортов вишни Новодворская и Вянок повредились древесина, сердцевина и подпочечный узел (до 3 баллов). Среднезимостойкий сорт Облачинская и славозимостойкий сорт Чудо вишня имели необратимые повреждения (4-5 баллов).

3-й компонент. Определение способности сортообразцов косточковых культур сохранять морозостойкость после оттепелей (стабильность морозостойкости) представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Морозостойкость образцов вишни, черешни и сливы по 3-му компоненту при искусственном промораживании ($t = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Сортообразец	Повреждение тканей однолетних ветвей, балл				
	сосудисто-проводящая ткань подпочечного узла	кора	камбий	древесина	сердцевина
Вишня					
Новодворская	2,0	2,5	1,0	2,0	1,0
Вянок	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5
Облачинская	4,0	2,5	2,0	3,0	3,0
Чудо вишня	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0
Черешня					
Северная	3,0	3,0	2,0	2,5	2,0
Сюбаровская	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0
Ярославна	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0
Слива					
Даликатная	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5
Эдинбургская	3,5	3,0	2,0	3,0	3,0
Анна Шпет	4,0	5,0	4,0	3,5	3,5

При промораживании по 3-му компоненту (температура $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ без предварительной закалки после оттепели) высокозимостойкие и зимостойкие сорта-эталон вишни, черешни и сливы имели средний уровень морозостойкости (подмерзание 2,5-3,0 балла).

Среднезимостойкие и слабовзимостойкие образцы имели сильные повреждения (4-5 баллов). Данный режим промораживания является довольно жёстким, при котором у части образцов наблюдаются необратимые повреждения. Как было отмечено ранее, в природе резкая смена оттепели сильными морозами (-25 °С) является редкостью.

4-й компонент – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепели.

Тестируемые образцы косточковых культур обладают способностью восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепели, показывая при этом различный уровень морозостойкости (таблица 6).

Таблица 6 – Морозостойкость образцов по 4-му компоненту при искусственном промораживании (t = -25 °С)

Сортообразец	Повреждение тканей однолетних побегов, балл				
	сосудисто-проводящая ткань подпочечного узла	кора	камбий	древесина	сердцевина
Вишня					
Новодворская	2,0	2,0	0	1,0	1,0
Вянок	2,0	2,0	1,0	1,5	1,5
Облачинская	2,5	1,5	0	2,0	2,0
Чудо вишня	4,0	3,0	2,0	3,0	3,0
Черешня					
Северная	2,5	2,5	1,0	2,5	2,0
Сюбаровская	3,0	2,0	1,0	2,5	3,0
Ярославна	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
Слива					
Даликатная	2,0	1,5	1,5	1,0	1,5
Эдинбургская	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5
Анна Шпет	4,0	3,0	3,0	3,0	3,5

Закалка в период вынужденного покоя способствовала повышению морозостойкости по 4-му компоненту. Повреждение тканей однолетних ветвей зимостойких сортов вишни, черешни и сливы на 0,5-1,5 балла было меньше по сравнению с промораживанием по 3-му компоненту без закалики.

Так, высокозимостойкий и зимостойкий сорта вишни (Новодворская, Вянок) и высокозимостойкий сливы (Даликатная) являются морозостойкими по четвёртому компоненту морозостойкости. Среднезимостойкие в естественных условиях сорта вишни, черешни и сливы, проявившие слабую морозостойкость по 3-му компоненту, оказались среднезимостойкими (максимальный балл подмерзания – 2,5-3,0) при промораживании с использованием повторной закалики. Максимальное повреждение тканей слабовзимостойких сортов составило 4,0 балла.

Изученные сортообразцы обладают различной устойчивостью к низким температурам по основным компонентам зимостойкости. Наблюдается также различное сочетание устойчивости по компонентам зимостойкости у каждого, отдельно взятого образца.

Наиболее достоверные результаты по зимостойкости образцов вишни, черешни и сливы получены в суровую зиму 2002-2003 гг., наступившую после засушливого веге-

тационного периода, вызвавшего депрессию коккомикоза и клястероспориоза, что бывает крайне редко (как правило, многие сорта сильно подмерзают и погибают в морозные зимы не по причине недостаточной зимостойкости, а в связи с преждевременным – в июле-августе – сбрасыванием листьев, поражённых болезнями).

Результаты опытов по искусственному промораживанию с установленными критическими температурами: 1-й компонент – минус 25 °С (декабрь), 2-й компонент – минус 33 °С (январь), 3-й компонент – минус 25 °С (февраль), 4-й компонент – минус 25 °С (февраль-март), при изучении зимостойкости сортообразцов вишни, черешни и сливы подтверждаются полевыми исследованиями, проведёнными после критической зимы 2002-2003 гг. (таблица 7).

Таблица 7 – Сравнительная оценка зимостойкости сортообразцов вишни и черешни в критическую зиму 2002-2003 гг. и при искусственном промораживании

Сортообразец	Общая степень подмерзания в зиму 2002-2003 гг. при -32,6 °С, балл	Устойчивость тканей однолетних ветвей по основным компонентам зимостойкости			
		1-й	2-й	3-й	4-й
		-25 °С декабрь	-33 °С январь	-25 °С февраль	-25 °С март
Вишня					
Новодворская	0,5	++	++	+	++
Вянок	1,0	++	++	+	++
Облачинская	2,5	++	+	-	+
Чудо вишня	4,0	++	+	-	-
Черешня					
Северная	2,0	++	++	+	+
Сюбаровская	2,5	++	++	-	+
Ярославна	3,5	+	-	-	-
Слива					
Даликатная	1,0	++	++	+	++
Эдинбургская	2,5	++	++	-	+
Анна Шпет	3,5	++	-	-	-
Примечание: ++ – морозостойкие (0-2,0 балла), + – среднеморозостойкие (2,5-3,0 балла), - – маломорозостойкие (3,5-5 балла).					

Выделенные в критическую зиму высокзимостойкий и зимостойкий сорта вишни Новодворская, Вянок и высокзимостойкий сливы Даликатная оказались морозостойкими по первому, второму и четвёртому компонентам при искусственном промораживании и среднеморозостойкими по третьему. Среднезимостойкие сорта вишни, черешни и сливы морозостойки или среднеморозостойки по первым двум и четвёртому компонентам и маломорозостойки по третьему. Слабозимостойкий сорт вишни Чудо вишня имеет высокую морозостойкость по первому компоненту, среднюю по второму и теряет морозостойкость в период оттепелей.

Зимостойкий в естественных условиях сорт черешни Северная морозостоек по первым двум и среднеморозостоек по третьему и четвёртому компонентам. Среднезимостойкие сорта черешни и сливы имеют достаточно высокую морозостойкость в начале зимы и максимальную морозостойкость, среднюю – по четвёртому компоненту и

слабую – по третьему. Слабозимостойкий сорт черешни Ярославна среднеморозостоек только по первому компоненту и слабоморозостоек по остальным. Эталон слабой зимостойкости сливы – сорт Анна Шпет проявил высокую морозостойкость только в начальный период зимовки и терял морозостойкость по остальным компонентам.

Исходя из этого, вышеуказанные изученные сорта могут служить стандартом при проведении опытов по искусственному промораживанию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Критические периоды, определяющие исход перезимовки яблони, выделенные в РУП «Институт плодоводства», являются идентичными и для косточковых культур.

Основными компонентами, определяющими зимостойкость сортов косточковых культур, являются: второй компонент – максимальная морозостойкость в середине зимы (январь) и четвёртый – способность восстанавливать морозостойкость после оттепелей (февраль-март).

Исходя из анализа метеоданных и степени зимостойкости сортов косточковых культур, проявленную в полевых условиях после суровых зим, были смоделированы режимы промораживания для определения компонентов зимостойкости:

1-й (устойчивость к низким температурам в осенне-зимний период) – промораживание при температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 часов;

2-й (устойчивость к критическим морозам в середине зимы) – промораживание в течение 10 часов при температуре $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ для определения морозостойкости косточковых культур по минимальной температуре, встречающейся в естественных условиях, и потенциальной морозостойкости для сортообразцов сливы и черешни, и при $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ для определения потенциальной морозостойкости вишни;

3-й (устойчивость к быстрому нарастанию мороза после оттепели) – промораживание при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 часов;

4-й (способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепели) – промораживание при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 часов.

Результаты опытов по искусственному промораживанию сортообразцов вишни, черешни и сливы подтверждаются полевыми исследованиями, проведёнными после критической зимы 2002-2003 гг.

Для ускоренной оценки морозостойкости образцов необходимо использовать скорость снижения и повышения температуры $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час, а при определении морозостойкости цветковых почек – $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час.

Метод испытаний апробирован на сортах-эталонах, обладающих высокой зимостойкостью – сорт вишни Новодворская, сливы – Даликатная, зимостойкостью – сорт вишни Вянок, черешни – Северная, средней зимостойкостью – сорт вишни Облачинская, черешни – Сюбаровская, сливы – Эдинбургская, слабой зимостойкостью – сорт вишни Чудо вишня, черешни – Ярославна, сливы – Анна Шпет.

Данный метод можно применять на разных этапах селекционного процесса: при подборе доноров отдельных компонентов зимостойкости из существующего генофонда, при отборе морозостойких новых гибридов, при оценке устойчивости отборных форм и сортов в ходе экологического испытания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Генетический потенциал устойчивости плодовых культур к абиотическим стрессорам / Н.И. Савельев [и др.]. – Мичуринск – Научград, 2010. – 210 с.
2. Дебискаева, С.Ю. Причины нестабильной продуктивности черешни в предгории Северного Кавказа / С.Ю. Дебискаева // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства; под ред. И.М. Куликова [и др.]. – М., 2008. – Т. 20. – С. 61-65.
3. Еремин, Г.В. Слива и алыча / Г.В. Еремин. – Москва: АСТ, 2003. – 301 с.
4. Карташова, О.Н. Устойчивость сортов вишни к морозам в середине зимы в Подмоскowie / О.Н. Карташова, Н.Г. Морозова // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технолог. ин-т садоводства и питомниководства; под ред. И.М. Куликова [и др.]. – М., 2008. – Т. 20. – С. 112-119.
5. Козловская, З.А. Методика ускоренной оценки зимостойкости яблони с использованием прямого промораживания / З.А. Козловская, С.А. Ярмолич, Г.М. Марудо // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодoводства»; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2008. – Т. 20. – С. 265-276.
6. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях: метод. указ. / М-во сельского хозяйства Рос. Федерации, Рос. академия с.-х. наук, ВСТИСП; авт.-сост. М.М. Тюрина [и др.]; под общ. ред. В.И. Кашина. – Москва, 2002. – 120 с.
7. Таранов, А.А. Предварительные результаты определения зимостойкости сортообразцов вишни и черешни методом искусственного промораживания / А.А. Таранов, М.И. Вышинская, В.А. Матвеев // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодoводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 186-197.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур; под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
9. Сюбарова, Э.П. Вишня / Э.П. Сюбарова. – Минск: Выд-ва АН БССР, 1954. – 102 с.
10. Сюбарова, Э.П. Черешня / Э.П. Сюбарова. – Минск: Урожай, 1964. – 107 с.
11. Сулимова, Р.М. Некоторые биологические особенности сортов вишни в условиях Белорусской ССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.534 / Р.М. Сулимова; БелНИИ земледелия. – Жодино, 1972. – 24 с.
12. Вышинская, М.И. Адаптивность черешни в условиях Беларуси / М.И. Вышинская, А.А. Таранов // Плодоводство: науч. тр. / Ин-т плодoводства НАН Беларуси; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2004. – Т. 16. – С. 23-26.
13. Вышинская, М.И. Результаты коллекционного изучения вишни / М.И. Вышинская, А.А. Таранов // Плодоводство: науч. тр. / Институт плодoводства НАН Беларуси; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2006. – Т. 18, ч. 1. – С. 24-28.
14. Вышинская, М.И. Результаты коллекционного изучения черешни / М.И. Вышинская, А.А. Таранов // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодoводства»; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2007. – Т. 19. – С. 124-130.
15. Матвеев, В.А. Хозяйственная и селекционная ценность сортов и гибридов сливы домашней коллекции РУП «Институт плодoводства» / В.А. Матвеев, В.С. Волот // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодoводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 22. – С. 101-111.

Дата поступления статьи в редакцию 01.03.2012