

УДК 634.45: 632.111.5

Т.Б. ГУБАНОВА, Е.Л. ШИШКИНА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр НААН Украины
Украина, 98648 АР Крым, г. Ялта

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ МОРОЗО- И ЗИМОСТОЙКОСТИ ВИДОВ И СОРТОВ ХУРМЫ

Даны рекомендации по применению комплекса методов оценки морозо- и зимостойкости видов, сортов и форм хурмы для оптимального подбора сортимента с целью расширения культурного ареала.

Ключевые слова: хурма, интродукция, зимостойкость.

Род хурма (*Diospyros*) семейства *Ebenaceae* Gurke в коллекционных насаждениях лаборатории южных плодовых культур Никитского ботанического сада — Национального научного центра НААН Украины (НБС–ННЦ) представлен тремя видами — *D. lotus* L., *D. virginiana* L., *D. kaki* L. В настоящее время наиболее распространены сорта, созданные на основе хурмы восточной (*D. kaki*) [4]. Однако относительно низкая морозо- и зимостойкость, короткий и неглубокий биологический покой почек, характерный для большинства сортов *D. kaki*, являются причиной их повреждений даже в условиях Южного берега Крыма (ЮБК), когда зимние оттепели сменяются резким снижением температуры. Значительно более высокой устойчивостью к неблагоприятным зимним условиям обладает вид *Diospyros virginiana*, с участием которого селекционерами НБС–ННЦ получены сорта хурмы с повышенной морозо- и зимостойкостью, такие как Россиянка и Никитская Бордовая [6].

Для оценки морозостойкости имеющегося сортимента хурмы и полученного гибридного материала чаще всего используют полевой метод, требующий многолетних наблюдений. Для ряда плодовых культур

рекомендуется использовать комплекс методов с целью оценки зимо- и морозостойкости сортообразцов: 1) непосредственное промораживание побегов для определения потенциальной морозостойкости, 2) определение глубины биологического покоя почек, 3) оценка влияния провокационных оттепелей и переувлажнения на низкотемпературную устойчивость.

Цель работы — оптимизация методов для объективной диагностики низкотемпературной устойчивости сортов хурмы восточной и виргинской, а также их гибридов в связи с задачами интродукции и селекции.

Объекты и методы

В качестве объектов исследований выбраны сорта хурмы восточной (Зенджи-Мару, Хиакуме, Украинка, Спутник), вид *D. virginiana*, межвидовой гибрид Россиянка, сорта, полученные от семенного потомства сорта Россиянка (Никитская Бордовая, Новинка), 14 гибридных форм от свободного опыления сорта Никитская Бордовая и сорта хурмы виргинской (Miader, Weber). Эталоном морозостойкости служили хурма виргинская и межвидовой гибрид Россиянка.

Морозостойкость почек и однолетних побегов оценивали с помощью метода искусственного промораживания [4, 5]. Градиент понижения и повышения температуры в

камере был равен 2 °С/ч. Оценку повреждений осуществляли на 3-и-5-е сутки после окончания промораживания. О глубине биологического покоя почек судили по концентрации гиббереловой кислоты (ГК), необходимой для прерывания покоя. Для определения продолжительности покоя использовали метод Т.С. Елмановой [5]. Подмерзание почек и древесины оценивали визуально по пятибалльной шкале [7]:

1 балл — единичное повреждение почек на однолетних побегах;

2 балла — до 20 % поврежденных почек;

3 балла — от 21 до 40 % поврежденных почек, слабое повреждение древесины верхней части побегов прошлого года;

4 балла — до 80 % поврежденных почек и слабое повреждение древесины верхушек большинства однолетних побегов (более 50%);

5 баллов — более 80 % поврежденных почек и верхушек однолетних побегов с частичным подмерзанием 2–3-летней древесины.

Результаты и обсуждение

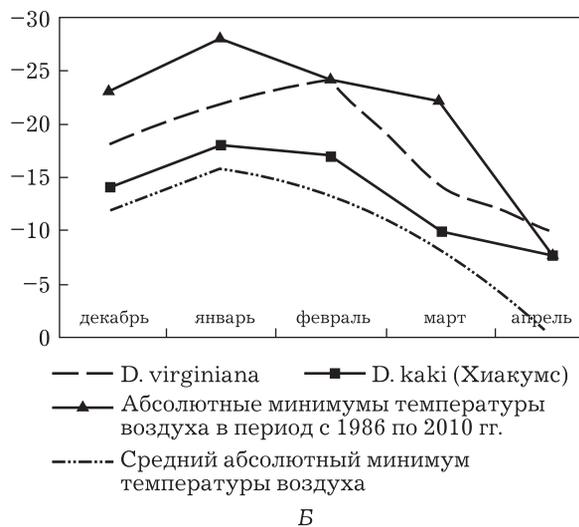
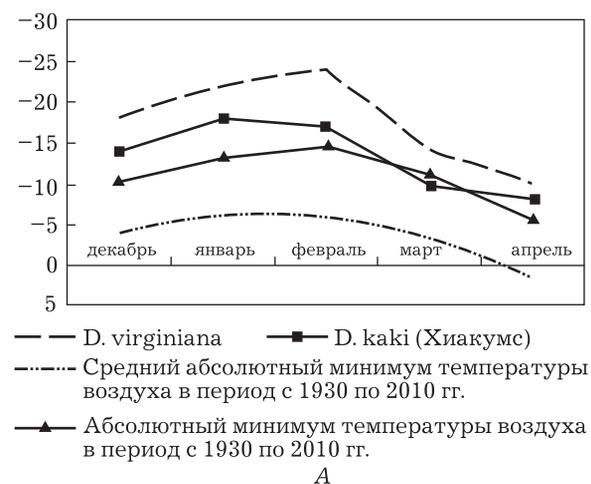
Использование метода прямого промораживания побегов хурмы в течение зимне-весеннего периода позволило определить типы морозных повреждений побегов и почек, особенности их распространения в пределах побега, установить значения критических температур [2]. Особый интерес представляют данные, характеризующие динамику морозостойкости сортов хурмы разного происхождения. Показано, что на ЮБК морозостойкость почек и побегов максимальна в январе-феврале (от -15 до -20 °С в зависимости от видовой принадлежности сорта). Высокая морозостойкость характерна для сортов хурмы виргинской, у которых в начале февраля при -17 °С повреждаемость почек составила от 20 до 40% (*D. virginiana*, Miader, Weber), тогда как у сортов хурмы восточной (Хиакуме, Зенджи-Мару и Украинка) при этой темпера-

туре наблюдали не только 100% повреждение почек, но и верхней части побегов (до 15 см). При температуре -17 °С повреждаемость почек у сортов хурмы восточной составила 40%, камбия и коры — 80 и 60% соответственно, в основном в верхней части побега (до 5 см).

Установлено, что для представителей обоих видов характерно снижение потенциальной морозостойкости в начале весны: устойчивость почек у сортов хурмы виргинской зафиксирована при температуре -10 °С, у сортов хурмы восточной — -8 °С. Анализ полученных результатов показал, что различия в значениях критических температур у хурмы виргинской и сортов хурмы восточной слишком существенны, что не позволяет проводить оценку сортоформ, относящихся к разным видам, при одном температурном режиме. Так, при одновременном промораживании побегов сортов Россиянка, Никитская Бордовая, Хиакуме, Украинка в зимне-весенний период при температурах, близких к критическим для хурмы виргинской, степень повреждения почек приближалась к 100%. Результаты искусственного промораживания характеризуют потенциальную морозостойкость и позволяют относительно быстро выявить перспективные сортообразцы для дальнейшего определения их зимостойкости. С помощью метода искусственного промораживания в лабораторных условиях из 14 форм, полученных от свободного опыления Никитской Бордовой, выделено 6 потенциально морозостойких сортообразцов, перспективных для дальнейшего изучения и селекционной работы.

Важным методическим аспектом при оценке потенциальной морозостойкости сортов и форм хурмы является определение оптимальных сроков и температурных режимов промораживания побегов. Для этого необходимо учитывать климатические особенности конкретного региона (абсолютный минимум температуры воздуха,

средний абсолютный годовой минимум, продолжительность морозного периода). Последние две характеристики представляют наибольшую ценность, поскольку среднее значение абсолютного годового минимума — это минимальная температура, которую можно ожидать примерно через год, а продолжительность морозного периода служит одним из показателей морозоопасности зоны интродукции. Температурный режим для конкретной даты искусственного промораживания выбирают с учетом погодных условий (среднесуточная температура воздуха, наличие/отсутствие условий закалывания в природе). Поскольку наиболее холодным месяцем на ЮБК является февраль, оценка устойчивости сортов и форм хурмы к низкотемпературному фактору именно в этот месяц необходима для оптимального подбора сортамента хурмы. Для объективной оценки зимостойкости сортов и форм хурмы в условиях интродукции имеет смысл сравнить среднемноголетние результаты искусственного промораживания побегов с многолетними значениями (не менее чем за 20–50 лет) абсолютных минимумов температуры воздуха, средними значениями абсолютных минимумов по месяцам в зимне-весенний период (рисунок, А). При интерпретации полученных результатов погодные условия во все годы наблюдений сравнивают со среднемноголетними данными ближайшей метеостанции, при этом особое внимание следует обратить на частоту провокационных оттепелей (особенно для сортов с неглубоким и коротким покоем) и вероятность возвратных заморозков весной. В частности, для ЮБК вероятность понижения температуры воздуха до $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже не превышает 3%. Заморозки ($-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже) в апреле зарегистрированы всего лишь трижды за период с 1930 по 2000 г. Поскольку выращивание культуры принято считать рентабельным, если вероятность критических температур не превышает 10–20%, то есть опасные для расте-



Потенциальная морозостойкость *Diospyros virginiana* и *D. kaki* в условиях Южного берега Крыма (А) и Херсонской области (Б)

ний морозы наблюдаются 1–2 раза в 10 лет, то культура хурмы на ЮБК экономически оправдана [4].

При подборе сортамента хурмы для выращивания в степной зоне юга Украины можно пользоваться данными метеостанции, расстояние до которой не превышает 50 км. Например, погодные условия весенне-зимнего периода в Херсонской области неблагоприятны для выращивания сортов хурмы восточной, поскольку абсолютный

минимум температуры воздуха в феврале — $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$, а средний абсолютный минимум для этого месяца — $-13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]. Понижение температуры воздуха в этом регионе часто сопровождается адвекцией арктических воздушных масс с последующим радиационным выхолаживанием. У сортов хурмы восточной именно в феврале заканчивается физиологический покой почек, а значения критических температур составляют $-15...-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. В связи с этим выращивание сортов хурмы восточной за пределами ЮБК возможно только на приусадебных участках южной экспозиции, защищенных от холодных ветров.

Перспективными для Херсонской области будут сорта, созданные на основе хурмы виргинской, как более морозостойкие (см. рисунок, Б).

Применение методов прямого промораживания побегов и определения потенциальной морозостойкости и некоторых элементов зимостойкости (продолжительность и глубина биологического покоя) позволяет быстро и объективно с помощью полевых наблюдений подобрать сорта и гибридные формы для оценки устойчивости к факторам зимовки при интродукции. Для получения данных о реальной зимостойкости в условиях конкретного региона следует соблюдать следующие требования: 1) сортообразцы (количество растений — не менее 3) необходимо размещать на участках с выровненным агрофоном и сопоставимыми микроклиматическими и эдафическими условиями; 2) оценку морозных повреждений проводят сразу после первого понижения температуры и далее в течение всего холодного периода до устойчивого перехода среднесуточных температур через отметку $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 3 лет и более.

Климат юга Украины характеризуется частыми перепадами температур в зимнее время и так называемыми возвратными заморозками весной. Одними из параметров, определяющих зимостойкость плодовых

культур, могут служить глубина и продолжительность биологического покоя почек [4, 5]. В результате наших исследований выявлено, что продолжительный покой почек характерен для сортов хурмы виргинской. Ранние сроки выхода из покоя (I–II декада декабря) отмечены у сортов Хиакуме и Зенджи-Мару. Несколько позднее выходят из покоя почки у сорта Украинка, межвидового гибрида Россиянка и форм, полученных из его семенного потомства, — Никитской Бордовой и Новинки. По глубине покоя сорта можно расположить так: Хиакуме, Украинка (50 мг/л ГК) → Никитская Бордовая, Новинка, Зенджи-Мару (100 мг/л ГК) → Россиянка, Спутник (200 мг/л ГК) → *D. virginiana*, Miader, Weber (400 мг/л ГК и выше).

По результатам сопоставления продолжительности и глубины биологического покоя почек у сортов разного происхождения с динамикой морозостойкости и особенностями температурного режима на ЮБК в зимне-весенний период установлено, что для культуры хурмы вероятность морозных повреждений почек возвратными заморозками высока, особенно у сортов хурмы восточной. Полевая оценка видов, сортов и форм хурмы в коллекции НБС–ННЦ в нетипичные зимне-весенние периоды 2003/2004 и 2011/2012 гг. позволила получить интересные данные для оптимизации методических подходов к определению морозо- и зимостойкости хурмы. В зимний период 2003/2004 гг. в НБС–ННЦ было достаточно тепло. Минимальная температура воздуха в январе составляла $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при среднемесячной $-5,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), а в феврале — $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при среднемесячной $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). В конце марта 2004 г. наблюдали поступление теплого воздуха со Средиземного моря со среднесуточной температурой воздуха $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (максимальная — $21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Такое значительное потепление в марте за период с 1930 г. на территории Никитского сада отмечено только четыре раза: в 1947, 1983, 1993 и 2004 гг.

По данным агрометеостанции «Никитский сад», в начале апреля 2004 г. в связи с адвекцией холодного полярного воздуха на ЮБК наблюдали очень сильные заморозки. Так, 3 апреля 10 ч подряд сохранялись отрицательные температуры воздуха при сильном северо-западном ветре и низкой относительной влажности воздуха (35–39 %). В ночь с 3 на 4 апреля минимальная температура воздуха опускалась до $-5,5$ °С, на поверхности почвы — до $-8,5$ °С. Такой комплекс погодных условий способствовал выходу из покоя почек у сортов хурмы восточной, что привело к значительным повреждениям, проявившимся после массового распускания листьев.

Коллекция хурмы лаборатории южных плодовых культур Никитского ботанического сада насчитывает 122 сортообразца (238 деревьев), большая часть которых представлена сортами и формами хурмы восточной. В результате проведенной оценки морозных повреждений оказалось, что практически на всех деревьях имеет место повреждение почек. Однако более значительные повреждения, в том числе подмерзание побегов, выявлены у сортов и форм хурмы восточной. У основной массы деревьев (46,1 % от общего количества растений) отмечено повреждение почек, оцененное 4 баллами (табл. 1), тогда как у хурмы виргинской почки были повреждены на один балл.

В январе 2012 г. на ЮБК преобладала относительно прохладная, а в третьей декаде — морозная погода. Среднемесячная температура воздуха составила $2,8$ °С, что на $0,3$ °С ниже нормы. Минимальная температура воздуха — $-10,1$ °С. В начале февраля на побережье резко похолодало. Минимальная температура воздуха во время февральской адвекции холодных арктических масс опускалась в районе агрометеостанции «Никитский сад» до $-10...-11,9$ °С и удерживалась на этом уровне 1–2 февраля более 13 ч подряд, на поверхности почвы

Таблица 1. Оценка подмерзания почек хурмы (по 5-балльной шкале) в НБС–ННЦ в 2004 г.

Подмерзание почек	Количество растений, шт.	% от общего количества растений
1 балл	6	4,2
2 балла	17	11,9
3 балла	35	24,5
4 балла	66	46,1
5 баллов	18	12,6

минимальная температура опускалась до $-15...-19$ °С. Морозы ослабели 4–6 февраля, но 7–8 февраля опять усилились, минимальная температура воздуха опустилась до $-9,4$ °С. Понижение температуры воздуха до $-7...-9$ °С сопровождалось штормовым северо-восточным ветром, порывы которого по всему побережью достигали 21–24 м/с при очень низкой относительной влажности воздуха (24–27 %).

Оценка повреждений видов, сортов и форм коллекционных насаждений хурмы показала, что нетипично холодные погодные условия зимы 2011/2012 г. не вызвали серьезных повреждений почек и побегов. Это можно объяснить тем, что морозная погода во второй и третьей декадах января способствовала закаливанию растений и препятствовала выходу из покоя, в-вторых, температуры воздуха не превысили значений критических температур для большинства сортов и форм хурмы. Заморозки, наблюдавшиеся в апреле 2004 г., также не превысили значений критических температур для хурмы ($-8...-10$ °С). Это объясняется комплексом погодных условий, сопровождавших понижение температуры (сильный ветер и низкая влажность воздуха), а также тем, что необычно теплая погода в марте способствовала раззакаливанию и активизации ростовых процессов.

Для того чтобы получить более детальную информацию, следует учитывать весь комплекс факторов: морозоопасность территории, влажность воздуха и скорость ветра. В результате многолетних наблюдений сотрудниками агрометеостанции «Никитский сад» составлена карта морозоопасности территории Никитского ботанического сада, с помощью которой можно определить реальную температуру воздуха на участках, удаленных от метеоплощадки. Агрометеостанция «Никитский сад» находится на высоте 208 м н. у. м., а коллекция хурмы — 50–60 м н. у. м. Чтобы получить реальную температуру на коллекционных участках в соответствии с картой морозоопасности территории к температуре воздуха на метеоплощадке при адвективной погоде следует прибавить 1,1 °С, а при радиационном выхолаживании — 0,8 °С [8]. Для оценки зимостойкости следует рассчитать эквивалентно-эффективную температуру, учитывая комплексное влияние ветра и относительной влажности воздуха на растения (по формуле А. Миссенарда):

$$\begin{aligned} \Delta T = & \frac{37 - (37 - T_a)}{0,68 - 0,0014 \cdot RH + \frac{1}{1,76 + 1,4 \cdot V^{0,75}}} - \\ & - (0,29 \cdot T_a \cdot (1 - \frac{RH}{100})), \end{aligned}$$

где ΔT — эквивалентная эффективная температура; RH — относительная влажность воздуха; T_a — температура воздуха; V — скорость ветра.

Сопоставление погодных условий и соответствующие им реальные и эквивалентно-эффективные температуры представлены в табл. 2.

Расчет эквивалентно-эффективной температуры показал, что морозные повреждения, отмеченные в апреле, соответствуют действию температуры $-18...-19$ °С, что согласуется с результатами полевой оценки и данными искусственного промораживания побегов. Аналогичный вывод можно сделать и относительно влияния стихийно-гидрометеорологических явлений, имевших место в январе–феврале 2012 г.

Таблица 2. Сравнительная характеристика погодных условий 2004 г. (апрель) и 2012 г. (февраль), вызвавших морозные повреждения растений хурмы в коллекции НБС–ННЦ

Данные агрометеостанции «Никитский сад»	Реальная температура на коллекционном участке хурмы, °С	Эквивалентно-эффективная температура, °С
<i>Апрель 2004 г. (адвективное выхолаживание)</i>		
3–4 апреля 10 ч удерживались отрицательные температуры воздуха, минимальная температура — $-5,5$ °С, скорость ветра — 11–15 м/с, относительная влажность воздуха — 35–39 %	– 4,4	– 19,4
<i>Февраль 2012 г.</i>		
Радиационное выхолаживание		
1–2 февраля температура воздуха — $-10...-11$ °С удерживалась более 12 ч, скорость ветра — 2–5 м/с, относительная влажность воздуха — 45–50 %	– 9,3... – 10,3	– 15,5
Адвективное выхолаживание		
7–8 февраля температура воздуха — $-9,4$ °С, относительная влажность воздуха — 24–27 %, штормовой ветер — 21–24 м/с	– 7,6	– 24,3

Выводы

1. При подборе сортимента хурмы для выращивания в новых климатических условиях необходимо оценить потенциальную морозостойкость побегов и почек.

2. Критическим этапом в отношении зимостойкости является короткий и неглубокий биологический покой почек, характерный для хурмы восточной и ее сортов. Необходимо учитывать вероятность провокационных оттепелей в феврале и возвратных заморозков в начале весны при интродукции сортов и форм *D. kaki*.

3. При оценке зимостойкости культуры хурмы в конкретных климатических условиях с целью получения объективной информации необходимо учитывать комплекс погодных условий (влажность воздуха, скорость ветра, реальная температура воздуха) для определения эквивалентно-эффективных температур, а также экспозицию участка.

1. *Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіди, А.Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 108 с.*

2. *Губанова Т.Б., Шишкіна Е.Л. Морозостойкость видов и сортов хурмы в условиях Южного берега Крыма // Материалы междунар. науч. конф. «Збереження біорізноманіття тропічних та субтропічних рослин». — К., 2009. — С. 233–236.*

3. *Гутіев Г.Т., Мосіяш А.С. Климат и морозостойкость субтропических растений. — Л.: Гидрометиздат, 1977. — 280 с.*

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. — 150 с.*

6. *Пасенков А.К. Итоги сортоизучения восточной хурмы в Никитском ботаническом саду // Тр. Никит. ботан. сада. — 1970. — Т. 42. — С. 5–92.*

7. *Пасенков А.К. Методические указания по первичному сортоизучению восточной хурмы. — Ялта, 1973. — 29 с.*

8. *Фурса Д.И., Корсакова С.П., Фурса В.П. Агрориматическая характеристика морозоопасности территории Никитского ботанического сада по данным агрометеостанции «Никитский сад» за 1930–2000 гг. // Тр. Никит. ботан. сада. — 2004. — Т. 123. — С. 45–51.*

Рекомендовал к печати П.А. Мороз

Т.Б. Губанова, О.Л. Шишкіна

Нікітський ботанічний сад —
Національний науковий центр НААН України,
АР Крим, смт Нікіта

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ МОРОЗО- ТА ЗИМОСТІЙКОСТІ ВИДІВ ТА СОРТІВ ХУРМИ

Надано рекомендації щодо застосування комплексу методів оцінки морозо- та зимостійкості видів, сортів та форм хурми для оптимального відбору сортименту з метою розширення культурного ареалу.

Ключові слова: хурма, інтродукція, зимостійкість.

T.B. Gubanova, E.L. Shishkina

Nikitsky Botanical Gardens — National Scientific Center, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Crimea, Nikita

METHODS ASPECTS OF FROST- AND WINTER RESISTANCE EVALUATION OF PERSIMMON SPECIES AND VARIETIES

The recommendations on using the complex methods of evaluation of frost- and winter resistance of persimmon varieties and forms for optimal selection of assortment in connection with spreading the cultural areal are given.

Key words: persimmon, introduction, winter resistance.