



## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОДСЕМЕЙСТВА OPUNTIOIDEAE K. SCH., ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Т.Б. ГУБАНОВА, О.В. БЕЛОУСОВА

Никитский ботанический сад — Национальный научный центр УААН  
Украина, 98648 Ялта, НБС—ННЦ УААН

*Описан опыт выращивания представителей подсемейства Opuntioideae K. Sch. в незащищенном грунте на Южном берегу Крыма. Оценена морозоустойчивость 16 видов, среди которых выделены перспективные для выращивания в незащищенном грунте. Установлена связь между морозоустойчивостью, общей обводненностью тканей и величиной осмотического потенциала клеточного сока.*

Семейство Сactaceae Juss. обладает огромным разнообразием жизненных форм, окраски стеблей, цветков и других морфологических признаков. Сравнительный эколого-географический анализ семейства Сactaceae позволил сделать вывод о том, что наиболее перспективными для интродукции на юге Украины являются представители подсемейства Opuntioideae K. Sch.

Подсемейство Opuntioideae — одно из самых многочисленных в видовом отношении: объединяет 16 родов и более 500 видов. Необычайная приспособляемость к изменениям условий окружающей среды позволила многим видам подсемейства распространиться на огромные территории от Канады (56° с. ш.) до Патагонии (45° ю. ш.), где они произрастают от побережья океанов до границы вечных снегов в Андах [13, 15].

Что касается практического использования, то многие виды подсемейства часто применяют в качестве декоративных, кормовых, пищевых, лекарственных растений в тропических и субтропических зонах как на родине, так и в других регионах, например, в Южной Европе, Австралии, Африке. *Opuntia amyclaea* Tenore, *O. ficus-*

*indica* (L.) Mill., *O. streptacantha* Lem. и другие выращиваются в Мексике как овощные культуры [16]. Кроме того, виды *Cylindropuntia tunicata* (Lehm.) Knuth, *Opuntia amyclaea*, *O. dillenii* (Ker-Gawl.) Haw., *O. ficus-indica* используют для создания лесозащитных полос возле плантаций цитрусовых и в противоэрозионных посадках на склонах гор [14]. Плоды и семена видов *O. engelmannii* SD., *O. ficus-indica*, *O. humifusa* Raf., *O. leucotricha* DC., *O. megacantha* SD., *O. phaeacantha* var. *camanchica* (Eng.) Borg и многие другие используют в пищу и применяют как лекарственные растения [6, 16, 17].

Анализ отечественной литературы по интродукции растений подсемейства Opuntioideae показал, что исследования этого вопроса носят отрывочный характер. Наиболее изученными оказались представители подрода *Platyopuntia* Bockb. [1—3, 7, 8, 10, 12]. На территории п-ова Крым, в частности в его южной части, отмечены одичавшие популяции *Opuntia humifusa*, *O. lindheimeri*, *O. phaeacantha* var. *camanchica* [4, 5], возраст которых предположительно датируется серединой XIX и началом XX в.

Коллекция подсемейства Opuntioideae Никитского ботанического сада — Национального научного центра УААН (НБС — ННЦ УААН) —



одна из самых обширных в Украине и странах СНГ. В настоящее время она насчитывает около 60 видов и разновидностей таксономически выверенных образцов. С 1997 г. в открытом грунте начаты испытания 30 видов подсемейства, относящихся к родам — *Austrocyli-dropuntia* Backbg., *Corynopuntia* Knuth, *Cylindropuntia* (Eng.) Knuth emend. Backbg., *Opuntia* (Tournef.) Mill., *Tephrocactus* Lem. emend. Backbg. Наблюдения за видами, выращиваемыми в открытом грунте, показали, что основным препятствием для увеличения их видового разнообразия на Южном берегу Крыма (ЮБК) является слабая изученность их морозоустойчивости, что и определило цель нашей работы.

В качестве объектов исследований нами были взяты представители родов *Austrocyli-dropuntia* — *A. subulata* (Mühlpfrdt.); *Cylindropuntia* — *C. imbricata* (Haw.) Knuth, *C. molesta* (Brand.) Knuth, *C. tunicata* (Lehm.) Knuth; *Opuntia* — *O. bergeriana* Web., *O. dillenii* (Ker-Gawl.) Haw., *O. engelmannii* SD., *O. ficus-indica* (L.) Mill., *O. leucotricha* DC., *O. lindheimeri* Eng., *O. microdasys* var. *albispina* Fobe, *O. microdasys* var. *rufida* f. *minima* Hort., *O. phaeacantha* Eng., *O. robusta* Wendl., *O. tomentosa* SD.; *Tephrocactus* — *T. articulatus* var. *papyracanthus* (Phil.) Backbg. Систематическая принадлежность изучаемых видов определялась по С. Backeberg [13], W. Haage [15].

Исследования проводили в условиях незащищенного грунта на участке площадью 600 м<sup>2</sup>, полузащищенного — на куртине, расположенной на опорной стене с южной экспозицией и прикрытой верхней части “козырьком” стеклянной крыши оранжереи, и защищенного — в оранжерее площадью 420 м<sup>2</sup> в зимне-весенний период 1999—2000 гг.

Морозоустойчивость растений оценивали путем визуального наблюдения за экземплярами, зимующими в незащищенном грунте, или методом искусственного промораживания. Искусственное промораживание проводили в условиях, максимально приближенных к погодным условиям в зимний период на ЮБК. Минимальная температура составляла 10 °С, градиент изменения температуры — 2 °С в час. Повреждения фиксировали в течение 2 недель. Сегменты опунций для искус-

ственного промораживания брали с растений, выращиваемых в условиях незащищенного (13 видов), защищенного (16 видов), полузащищенного грунта (3 вида). Параллельно в отобранных образцах определяли общее содержание воды путем высушивания в термостате при 105 °С и психрометрическим методом — осмотический потенциал [9].

В результате исследований нами установлено, что изучаемые виды по-разному реагируют на действие температуры –10 °С в течение 12 ч. Практически на всех сегментах, взятых с растений, выращенных в оранжерее (16 видов), после промораживания появились обширные некрозы и инфильтрационные пятна. Причем эти повреждения затрагивали не только поверхности сегментов, но и проникали в глуболежащие ткани, что привело к полной гибели сегментов через 7—10 дней. По нашему мнению, гибель сегментов опунций, независимо от видовой принадлежности, взятых с растений защищенного грунта при действии отрицательных температур, связана с отсутствием предварительного закалывания. Температура воздуха в оранжерее даже в зимний период не опускалась ниже +10 °С. Полученные результаты согласуются с результатами исследований, проведенных на других видах растений [11].

Промораживание сегментов растений полузащищенного грунта (3 вида) дало несколько иную картину: значительные повреждения наблюдались у видов *Opuntia bergeriana* и *O. dillenii*. Вид *Cylindropuntia molesta* перенес искусственное промораживание без видимых повреждений.

Среди сегментов, взятых с растений незащищенного грунта, выделены образцы, перенесшие промораживание с незначительными повреждениями, например, *Cylindropuntia molesta*, *O. engelmannii*, *O. lindheimeri*, *O. phaeacantha*, *Tephrocactus articulatus* var. *papyracanthus* (табл. 1).

Повреждения в виде точечных некрозов, занимающих около 10 % поверхности, появились у видов *Cylindropuntia imbricata*, *C. tunicata*, *Opuntia microdasys* var. *rufida*. Полностью погибли сегменты *Austrocyli-dropuntia subulata* и *Opuntia ficus-indica*.

Наблюдения за некоторыми видами подсе-



мейства *Opuntioideae*, зимовавшие в условиях незащищенного (с 1997 г.) и полузащищенного грунта в НБС—ННЦ УААН в течение нескольких лет, показали, что реакция изучаемых видов на зимние заморозки зависит как от условий выращивания, так и от видовой принадлежности. Общим является то, что годовые сегменты в большей степени подвержены поражению заморозками (–1, –3 °С) по сравнению с более старыми сегментами. В зимний период 1997 и 1998 гг. температура воздуха не опускалась ниже –8 °С. Все 13 видов незащищенного грунта перезимовали без видимых повреждений. Понижение температуры до –12 °С, наблюдавшееся в январе 2000 г., в сочетании с сильным ветром и мокрым снегом вызвало общую потерю тургора тканей сегментов, появление некрозов и белесого налета. Следует отметить, что сильнее повреждаются растения незащищенного грунта по сравнению с растениями полузащищенного грунта. Так, у экземпляров *Cylindropuntia molesta*, растущих на “кактусовой горке”, отмечалась повышенная хрупкость сегментов и небольшое количество точечных некрозов, а растения, зимовавшие в условиях полузащищенного грунта, перенесли понижение температуры до –12 °С без видимых повреждений. По нашему мнению, эти различия связаны с переувлажнением в зимний период растений незащищенного грунта (табл. 2).

У натурализовавшегося в Крыму вида *Opuntia lindheimeri* и у произрастающего в незащищенном грунте вида *O. phaeacantha* наблюдались синеватая окраска, что, вероятно, является защитной реакцией.

Некрозы эпидермальных тканей типичны для видов *Opuntia dillenii*, *O. microdasys*, *O. robusta*. Практически без повреждений перезимовали виды *Opuntia ficus-indica*, *O. lindheimeri*, *Tephrocactus articulatus* var. *papyracanthus*. Незначительные повреждения наблюдались у видов *Cylindropuntia imbricata*, *C. molesta*, *Opuntia microdasys* var. *rufida* f. *minima*. Они составили менее 10 %. Поверхностные некрозы, занимающие 20–25 % поверхности, наблюдались у видов *Opuntia bergeriana*, *O. leucotricha*. Полностью погиб вид *Austrocyllindropuntia subulata*. Минимальной степенью повреждения следует считать появление белесого налета, который бесследно исчезает через 7–10 дней после ус-

ТАБЛИЦА 1. Морозоустойчивость сегментов вида подсемейства *Opuntioideae* при воздействии температуры воздуха –10 °С в течение 12 ч (% общей площади сегмента)

Вид	Вид повреждения		
	Белесый налет	Некроз	Инфильтрационные пятна и гибель сегментов
<i>Незащищенный грунт</i>			
<i>Austrocyllindropuntia subulata</i>	Нет	Нет	100 %
<i>Cylindropuntia molesta</i>	Нет	Отдельные точечные некрозы	Нет
<i>C. imbricata</i>	"	20 %	"
<i>C. tunicata</i>	100 %	Многочисленные точечные некрозы	"
<i>Opuntia engelmannii</i>	100 %	Нет	"
<i>O. ficus-indica</i>	Нет	"	80 %
<i>O. leucotricha</i>	100 %	Краевые точечные некрозы	Нет
<i>O. lindheimeri</i>	100 %	Нет	Нет
<i>O. microdasys</i> var. <i>rufida</i> f. <i>minima</i>	70 %	10 %	"
<i>O. phaeacantha</i>	80 %	Нет	"
<i>O. robusta</i>	100 %	"	10 %
<i>O. tomentosa</i>	100 %	40 %	30 %
<i>Tephrocactus articulatus</i> var. <i>papyracanthus</i>	Нет	5 %	Нет
<i>Полузащищенный грунт</i>			
<i>Opuntia bergeriana</i>	100 %	Нет	75 %
<i>O. dillenii</i>	Нет	"	100 %
<i>Cylindropuntia molesta</i>	"	"	Нет

тановления положительных температур. Наши исследования показали, что основным компонентом налета являются соли щавелевой кислоты. Некрозы, появившиеся на коре, “отшелушились” весной (начало апреля), и декоративные качества полностью восстановились.

Для детального изучения влияния отрицательных температур на декоративность представителей подсемейства *Opuntioideae* были поставлены опыты с разновидностями *Opuntia microdasys* var. *albispina*, *O. microdasys* var. *rufida* f. *minima*, выращенными в вегетационных сосудах и перенесенных осенью для зимовки на “кактусовую горку”. Установлено, что большая часть повреждений у этих растений отрицательными температурами –12 °С были

ТАБЛИЦА 2. Динамика обводненности (% на единицу сырой массы) сегментов в осенне-зимний период представителей подсемейства *Opuntioideae*

Вид	Содержание воды					
	Октябрь		Ноябрь		Декабрь	
	Верхушка	Основание	Верхушка	Основание	Верхушка	Основание
<i>Незащищенный грунт</i>						
<i>Austrocyliandropuntia subulata</i>	97 ± 1,2	84 ± 1,6	95 ± 1,3	85 ± 1,7	86 ± 1,1	88 ± 1,4
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	86 ± 1,4	83 ± 1,2	83 ± 1,6	79 ± 2,3	74 ± 1,6	85 ± 1,8
<i>Cylindropuntia molesta</i>	87 ± 1,3	78 ± 1,6	81 ± 1,5	85 ± 1,7	75 ± 1,6	79 ± 1,3
<i>Opuntia bergeriana</i>	92 ± 2,1	90 ± 1,8	85 ± 1,8	80 ± 1,4	86 ± 2,1	79 ± 1,3
<i>O. ficus-indica</i>	97 ± 2,1	94 ± 1,6	95 ± 2,3	86 ± 2,0	87 ± 1,4	85 ± 1,6
<i>O. leucotricha</i>	90 ± 2,4	88 ± 1,8	89 ± 2,1	91 ± 1,4	83 ± 1,2	94 ± 2,5
<i>O. lindheimeri</i>	84 ± 1,4	80 ± 1,2	78 ± 1,3	87 ± 1,4	76 ± 1,5	81 ± 1,2
<i>O. microdasys</i> var. <i>rufida</i> f. <i>minima</i>	91 ± 2,1	84 ± 1,3	79 ± 1,6	84 ± 1,7	75 ± 2,1	87 ± 1,2
<i>O. phaeacantha</i>	87 ± 0,8	83 ± 1,1	73 ± 1,5	80 ± 1,2	72 ± 1,4	77 ± 1,6
<i>Tephrocactus articulatus</i> var. <i>papyracanthus</i>	75 ± 1,5	80 ± 1,6	72 ± 2,3	81 ± 1,4	73 ± 1,7	81 ± 2,0
<i>Полузащищенный грунт</i>						
<i>Cylindropuntia molesta</i>	80 ± 1,8	75 ± 2,3	76 ± 1,7	73 ± 2,1	70 ± 2,4	70 ± 1,8
<i>Opuntia bergeriana</i>	89 ± 1,6	87 ± 1,4	88 ± 2,9	81 ± 2,1	82 ± 1,8	76 ± 2,3
<i>O. dillenii</i>	87 ± 2,4	79 ± 2,5	83 ± 1,6	74 ± 2,6	75 ± 2,1	73 ± 2,8

ТАБЛИЦА 3. Осмотический потенциал у различных видов подсемейства *Opuntioideae*

Вид	Осмотический потенциал, бар
<i>Austrocyliandropuntia subulata</i>	-3,2 ± 0,3
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	-10,6 ± 0,2
<i>C. molesta</i>	-13,9 ± 0,6
<i>C. tunicata</i>	-12,6 ± 0,4
<i>Opuntia bergeriana</i>	-6,3 ± 0,1
<i>O. dillenii</i>	-7,2 ± 0,1
<i>O. ficus-indica</i>	-5,2 ± 0,2
<i>O. leucotricha</i>	-9,8 ± 0,7
<i>O. lindheimeri</i>	-12,4 ± 0,6
<i>O. phaeacantha</i>	-14,8 ± 0,3

в виде некрозов и белесых налетов, которые располагались в верхней части молодых сегментов. Образование некрозов не сопровождалось усыханием глубинных тканей, что свидетельствует об их целостности. Более устойчивой к действию мороза -12 °С оказалась *Opuntia microdasys* var. *rufida* f. *minima*, у которой повреждено не более 20 % поверхности годичных сегментов, тогда как *O. microdasys* var. *albispina* была повреждена на 50 %. Дальнейшие наблюдения показали, что в начале вегетации (вторая декада апреля) у этих растений происходило отслоение поврежденных тканей, что привело в дальнейшем к полному восстановлению декоративных качеств.

Мы считаем, что потеря декоративных качеств у изучаемых видов в результате действия отрицательных температур может быть связана только с гибелью большей части надземной массы (*Austrocyliandropuntia subulata*) или с глубокими повреждениями паренхимных тканей (*Opuntia bergeriana*).

Для выяснения причин различной степени морозоустойчивости изучаемых видов в условиях незащищенного грунта были проведены опыты по изучению общей обводненности тканей и величины осмотического потенциала клеточного сока годичных сегментов. Результаты исследований показали, что существуют различия в обводненности верхушки и основания сегментов (см. табл. 2). В большей степени обводнены верхушки сегментов, которые сильнее повреждаются отрицательными температурами по сравнению с основанием.

Причем нами была обнаружена тенденция к снижению обводненности верхней части сегментов к зиме особенно у относительно морозоустойчивых видов (*Cylindropuntia molesta*, *Opuntia lindheimeri*, *O. microdasys* var. *rufida* f. *minima*, *O. phaeacantha*, *Tephrocactus articulatus* var. *papyracanthus*). Например, верхушки сегментов *Opuntia phaeacantha* в октябре содер-



жали 87 % воды, тогда как зимой (декабрь) — 72 %. У *Austrocylandropuntia subulata* с низкой степенью морозоустойчивости в верхней части сегментов в октябре содержалось 97, в декабре 88 %.

Исследования осмотического потенциала клеточного сока показали, что морозоустойчивость коррелирует с его значением (табл. 3).

Так, у более морозоустойчивого вида *Cylindropuntia molesta* осмотический потенциал составил -13,9 бар, а у относительно неустойчивого вида *Opuntia bergeriana* -6,3 бар.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что виды *Cylindropuntia molesta*, *Opuntia lindheimeri*, *O. microdasys* var. *rufida* f. *minima*, *O. phaeacantha*, *Tephrocactus articulatus* var. *paruracanthus* обладают высокой морозоустойчивостью и могут быть рекомендованы для выращивания в условиях незащищенного грунта на ЮБК. Уровень обводненности тканей и осмотического потенциала клеточного сока могут служить косвенными показателями при диагностике морозоустойчивости представителей подсемейства *Opuntioideae*, что должно учитываться при интродукции этих растений и разработке технологий выращивания.

1. Анисимова А.И. Кактусовые // Тр. Никит. ботан. сада. — 1948. — 22, вып. 3—4. — С. 173—186.
2. Анисимова А.И. Кактусы // Итоги интродукции древесных растений в Никитском ботаническом саду за 30 лет (1926—1955). — Ялта, 1957. — С. 25.
3. Анисимова А.И. Опунции на Южном берегу Крыма // Сов. ботаника. — 1939. — № 5. — С. 55—56.
4. Белоусова О.В. Интродукция видов рода *Opuntia* Mill. в Никитском ботаническом саду // Бюл. Никит. ботан. сада. — 1998. — Вып. 80. — С. 65—74.
5. Белоусова О.В., Багрикова Н.А. О натурализации *Opuntia engelmannii* в центральном южном берегу Крыма // Интродукция растений. — 1999. — № 3—4. — С. 15—18.
6. Бербанк Л. Избранные сочинения. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955. — С. 714.
7. Борисенко Т.И. Кактусы. — Киев: Наук. думка, 1986. — С. 278.
8. Гайдаржи М.М. Ритмика росту і розвитку рослин родини кактусових: Методична розробка // Інтродукція рослин. — 1999. — № 3—4. — С. 90—94.
9. Ильницкий О.А., Лищук А.И., Ушкаренко В.А. Фитомониторинг в растениеводстве. — Херсон, 1997. — 227 с.
10. Приходько С.М. Кактусы. — К.: Наук. думка, 1974. — 205 с.

11. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозоустойчивости растений. — М.: Наука, 1979. — 343 с.
12. Чепинога Т.И. Опунция каманская в Полтавской области // Бюл. Гл. ботан. сада АН УССР. — 1968. — 105. — С. 5—10.
13. Backeberg C. Das Kakteenlexicon. — Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1980. — 822 s.
14. Fatta del Bosco G. The use of windbreaks in citrus growing // Frutticoltura. — 1968. — V. 30. — P. 803-9 [bibl. 14, illus].
15. Haage W. Kalteen von AbisZ. — Leipzig—Badebeul: Neumann Verlag, 1983. — 751 s.
16. Hollis Y.B., Scheinvar L. El interesante mundo de las Cactoceas. — Mexico, 1995. — 233 s.
17. Meyer B.N., McLaughlin J.L. Economic Uses of *Opuntia* // Cactus & Succulent J. — 1981. — V. 53. — P. 107—112.

Поступила 19.10.2000

ДЕЯКІ ПИТАННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ  
ПРЕДСТАВНИКІВ ПІДРОДИНИ OPUNTIOIDEAE  
K. SCH., ІНТРОДУКОВАНИХ НА ПІВДЕННОМУ  
БЕРЕЗІ КРИМУ

Т.Б. Губанова, О.В. Белоусова

Нікітський ботанічний сад —  
Національний науковий центр УААН, Україна, Ялта

Описано досвід вирощування представників підроддини *Opuntioideae* K. Sch. у відкритому ґрунті на Південному узбережжі Криму. Дано оцінку морозостійкості 16 видів, серед яких виділено перспективні для вирощування у відкритому ґрунті. Встановлено зв'язок між морозостійкістю, загальним обводненням тканин та величиною осмотичного потенціалу клітинного соку.

SOME PROBLEMS OF FROST-RESISTANCE  
OF SUBFAMILY OPUNTIOIDEAE K. SCH.  
REPRESENTATIVES INTRODUCED INTO  
THE SOUTH COAST OF THE CRIMEA

T.B. Gubanova, O.V. Belousova

Nikita Botanical Gardens,  
National Scientific Centre  
Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Ukraine, Yalta

The experience of growing plants from subfamily *Opuntioideae* K. Sch. in the open air on the Southern Coast of the Crimea has been described. The frost resistance of 16 species has been evaluated. The promising species were selected among them. The relation between the frost resistance, general availability of water in tissue and the osmotic potential value of cell sap has been established.