

УДК 581.1

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ РАССАДЫ ДЕКОРАТИВНЫХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ СЕВЕРА

Е. Ф. Марковская, М. И. Сысоева, Е. Г. Шерудило

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Изучена реакция некоторых видов декоративных растений на суточные перепады температур и оценена перспективность обработки рассады кратковременным низкотемпературным воздействием на последующий рост растений в открытом грунте. Установлено, что использование приема ежесуточного кратковременного снижения температуры (ДРОП) не только вызывает термоморфогенетический эффект, но и способствует усилению бокового ветвления (немезия, петунья), стимулирует цветение (бархатцы), увеличивает количество цветков на растении (петунья, бархатцы), а также общую цветочную продуктивность за сезон вегетации (немезия) и значительно повышает холодоустойчивость растений (немезия, петунья, бархатцы). Ускорение развития, стимулирование процесса цветения и увеличение цветочной продуктивности в сочетании с повышенной устойчивостью к неблагоприятному температурному режиму обеспечивают преимущества такой рассады для выращивания в регионах с нестабильными условиями вегетационного периода.

Ключевые слова: *Petunia x hybrida*, *Nemesia*, *Tagetes patula* L., кратковременные снижения температуры, устойчивость, биомасса, развитие, цветение.

E. F. Markovskaya, M. I. Sysoeva, E. G. Sherudilo. HINTS FOR PREPARING SEEDLINGS OF FLOWERING ORNAMENTAL PLANTS FOR URBAN LANDSCAPING IN THE NORTH

The response of some ornamental plants to daily variations of the temperature was studied, and potential expediency of short-term exposure of the seedlings to low temperature to promote further growth of the plants after bedding them outdoor was assessed. The method of daily short-term exposure to low temperature (DROP) was found not only to have thermomorphogenetic effect, but also to intensify lateral branching (nemesia, petunia), enhance flowering (marigold), increase the number of flowers per plant (petunia, marigold) and overall flower production over the growing season (nemesia), and significantly raise the plants' cold resistance (nemesia, petunia, marigold). Faster growth, intensified flowering and higher flower production coupled with higher resistance to unfavourable temperatures make such seedlings more suited to growing in regions where the conditions during the growing season are variable.

Key words: *Petunia x hybrida*, *Nemesia*, *Tagetes patula* L., short-term temperature drops, resistance, biomass, development, flowering.

В соответствии с одним из сценариев изменения климата на ближайшие десятилетия суточная нестабильность температуры, связанная с резким переходом от оптимальных к субоптимальным значениям, особенно в ранневесенний период, будет усиливаться [Филатов и др., 2003]. В связи с этим возникает необходимость подбора для озеленения городских территорий видов, устойчивых к перепадам температур. Декоративные цветочные растения в городской среде северных регионов – это практически всегда интродуценты, выращенные из семян в условиях защищенного грунта и высаженные в открытый грунт. Поэтому подготовка рассады является одним из важных этапов выращивания декоративных растений, в процессе которого необходимо получить не только качественные по габитусу, но и устойчивые к неблагоприятным условиям открытого грунта растения. Одной из современных технологий подготовки рассады является технология ДРОП (от англ. drop – падение), в основе которой лежит прием ежесуточных кратковременных снижений температуры [Сысоева и др., 2001], причем короткодневные и длиннодневные растения существенно различаются по реакции на ДРОП-воздействия [Мое et al., 1995]. В последнее время значительное внимание уделяется изучению влияния условий выращивания растений в рассадный период на последующий их рост и развитие. В частности, для ряда декоративных видов (*Celosia*, *Impatiens*, *Salvia*, *Tagetes*, *Viola*) показано, что суточный интеграл света в период подготовки рассады может оказать существенное влияние на последующее развитие растений [Pramuk, Runkle, 2005]. Целью настоящей работы было изучить реакцию некоторых видов декоративных растений на суточные перепады температур и оценить перспективность обработки рассады кратковременным низкотемпературным воздействием на последующий рост растений в открытом грунте.

Материалы и методы

Растения петунии (*Petunia x hybrida*, сорт Hollow-Ноор), немезии (*Nemesia*, смесь) и бархатцев (*Tagetes patula* L., сорт Gold) в фазе рассады были получены от муниципального комбината благоустройства г. Петрозаводска (61°5' с. ш., 34°3' в. д.), где они с марта по май выращивались в теплицах при естественной длине дня. По 50 экземпляров растений каждого вида были высажены в почвенный субстрат, перенесены в камеры искусственного климата Института биологии КарНЦ РАН и адаптированы в течение недели к температуре 22 °С, фотопериоду 16/8 ч, освещенности 135 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Затем в течение 7 сут растения были подвергнуты действию трех температурных режимов: постоянной в течение суток низкой температуры 12 °С (вариант ПНТ), кратковременному ежесуточному снижению температуры с 23 до 12 °С на 3 ч в конце ночного периода (вариант ДРОП) и оптимальной суточной температуры 22 °С (вариант контроль). Кратковременное снижение температуры достигалось путем перемещения растений между камерами.

Для изучения последствий экспериментальных температурных обработок по их завершению в начале июня растения были высажены в открытый грунт, где они росли в течение трех месяцев.

Сухую массу растений и их органов, высоту растений (от поверхности почвы до верхушки основного стебля), количество листьев, боковых побегов, цветков и бутонов определяли после завершения температурных обработок и по окончании всего эксперимента. Холодоустойчивость растений контролировали до начала низкотемпературных обработок, сразу после их завершения и в ходе вегетации в открытом грунте. О величине холодоустойчивости судили по температуре гибели паренхимных клеток листа (LT_{50}) после 5-мин промораживания листовых высеков в термоэлектрическом микрохолодильнике [Дроздов и др., 1976]. В течение вегетационного периода с июня по сентябрь вели регулярные фенологические наблюдения.

Данные о среднесуточной температуре воздуха и ее снижении в период выращивания растений в открытом грунте получены через Интернет © www.meteocenter.net.

Эксперименты проведены в 2005 и 2006 гг. Выявленные в разные годы закономерности оказались схожими, что позволило представить в статье экспериментальные данные по 2005 г. Данные обработаны с использованием пакета статистических программ Statgraphics. Достоверность отличий между вариантами опытов оценивали по критерию Фишера ($P < 0,05$).

Результаты

Nemesia. Сразу после завершения температурных обработок перед высадкой в открытый грунт растения немезии всех вариантов находились в фазе 4-х листьев (табл. 1). Согласно анализу биометрических показателей различия между контролем и вариантами низкотемпературных обработок по числу боковых побегов, высоте и биомассе растений отсутствовали. Действие постоянной низкой температуры несколько увеличило отток ассимилятов в корни (табл. 1). Низкотемпературная обработка

Таблица 1. Влияние предпосадочных низкотемпературных обработок (ДРОП – ежесуточных кратковременных снижений температуры и ПНТ – постоянной низкой температуры) на рассаду немезии, петунии и бархатцев

Вариант опыта	Число листьев, шт.	Высота растения, см	Число боковых побегов, шт.	Число цветков, шт.	Число бутонов, шт.	Сухая масса растения, мг	Соотношение массы надземных органов и массы корней, %
<i>Nemesia</i>							
Контроль	4,1 ± 0,1	13,3 ± 0,7	3,0 ± 0,3	0	0	110,3 ± 9,9	88 : 12
ДРОП	4,0 ± 0,3	12,0 ± 0,8	4,2 ± 0,5	0	0	113,7 ± 10,2	87 : 13
ПНТ	4,4 ± 0,2	11,4 ± 0,6	3,1 ± 0,5	0	0	114,8 ± 13,2	84 : 16
<i>Petunia x hybrida</i>							
Контроль	14,5 ± 0,5	11,3 ± 0,7	1,1 ± 0,1	0,30 ± 0,02	1,5 ± 0,03	168,3 ± 17,0	90 : 10
ДРОП	13,4 ± 1,2	10,4 ± 1,0	2,8 ± 0,2*	0,60 ± 0,03*	1,8 ± 0,05*	183,1 ± 26,5	90 : 10
ПНТ	13,3 ± 0,6	9,9 ± 1,4*	1,3 ± 0,3	0,30 ± 0,02	1,1 ± 0,05	141,9 ± 42,3	90 : 10
<i>Tagetes patula L.</i>							
Контроль	3,9 ± 0,3	14,2 ± 0,7	4,0 ± 0,4	0,60 ± 0,03	1,4 ± 0,02	392,4 ± 34,1	79 : 21
ДРОП	3,3 ± 0,2	14,3 ± 0,2	4,0 ± 0,5	1,00 ± 0,02*	1,6 ± 0,03*	450,1 ± 48,6*	79 : 21
ПНТ	4,3 ± 0,4	13,9 ± 0,6	3,0 ± 0,4	0,40 ± 0,04	1,8 ± 0,03*	367,1 ± 76,3	75 : 25

Примечание. * – статистически достоверные отличия от контроля (P < 0,05).

индуцировала рост холодоустойчивости растений по сравнению с контролем, при этом величина прироста устойчивости в варианте ДРОП значительно превышала аналогичный показатель у растений варианта ПНТ (рис., А).

Через 2 недели после высадки растений немезии в открытый грунт отмечено цветение 13 % контрольных растений, 14 % растений варианта ПНТ и только 5 % растений варианта ДРОП. Спустя месяц роста в открытом грунте в варианте ПНТ цвело 79 % растений, в контроле и варианте ДРОП – по 50 и 37 %, соответственно, 100%-е цветение растений контроля и варианта ПНТ зафиксировано в середине июля, а варианта ДРОП – лишь спустя две недели, к концу июля. К моменту завершения эксперимента в варианте ПНТ только 75 % растений оставались в фазе цветения, в то время как все растения в контроле и в последствии ДРОП-обработки продолжали цвести (табл. 2), причем в варианте ДРОП отмечены были еще и нераскрывшиеся бутоны. Общая цветочная продуктивность за период вегетации у растений, подвергнутых в рассадный период кратковременным или длительным низкотемпературным обработкам, была одинаково высокой и превы-

шала контроль практически в 1,5 раза (табл. 3), при этом в варианте ДРОП на момент завершения эксперимента количество цветков было значительно большим, чем в двух других вариантах опыта. Накопление сухой массы растениями немезии было практически одинаковым в контроле и варианте ДРОП и значительно меньшим в варианте ПНТ (табл. 3). Различий по боковому ветвлению всех вариантов опыта к концу вегетации не выявлено.

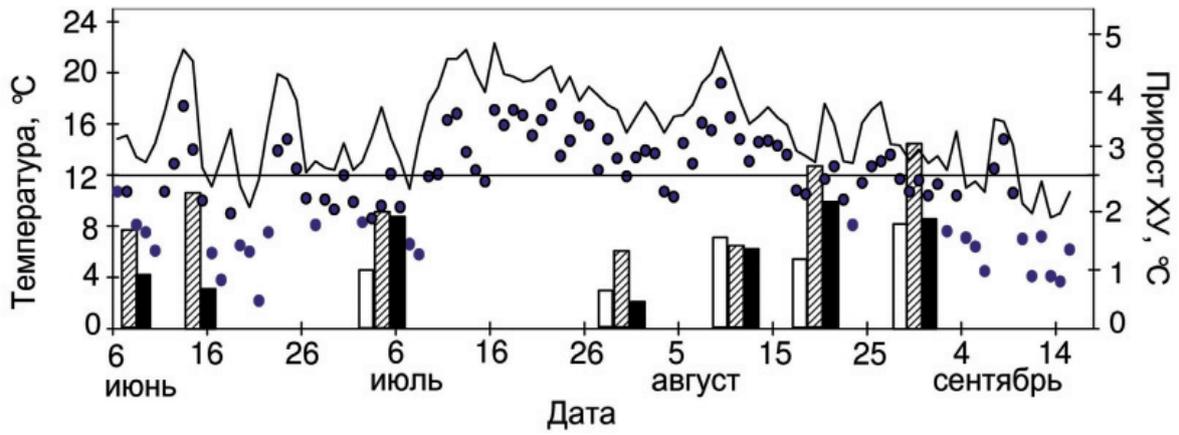
Характер изменения холодоустойчивости у растений немезии во всех вариантах опыта определялся флуктуациями температуры в вегетационный период (рис., А). Существенные колебания температурного режима в начале июня с частыми кратковременными (до 3 ч) ее падениями до значений ниже +12 °С индуцировали дальнейшее повышение устойчивости в варианте ДРОП и поддержание ее на повышенном уровне в варианте ПНТ. К началу июля под влиянием резких перепадов температуры воздуха холодоустойчивость повысилась и в контроле, однако величина ее прироста оказалась значительно ниже, чем в вариантах низкотемпературной обработки. Практически весь июль и первая половина августа характеризовались

Таблица 2. Динамика цветения растений немезии, петунии и бархатцев в период выращивания в условиях открытого грунта, % цветущих растений от общего числа высаженных растений

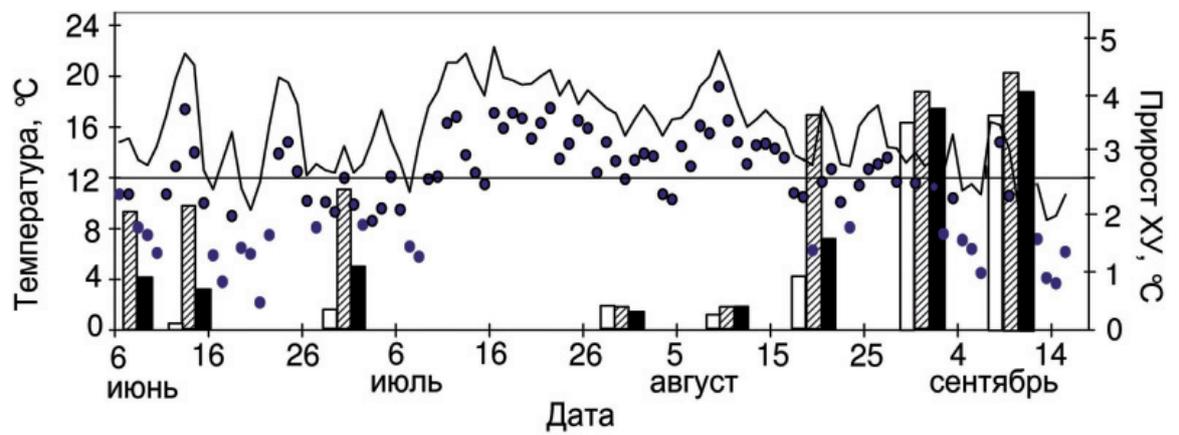
Дата	<i>Nemesia</i>			<i>Petunia x hybrida</i>			<i>Tagetes patula L.</i>		
	Контроль	ДРОП	ПНТ	Контроль	ДРОП	ПНТ	Контроль	ДРОП	ПНТ
06.06.05	0	0	0	30	30	29	63	100	28
22.06.05	13	5	14	30	30	36	70	100	70
29.06.05	13	11	43	33	36	40	84	100	74
08.07.05	50	37	79	63	70	56	100	100	100
18.07.05	100	63	100	65	72	70	100	100	100
01.08.05	100	100	100	70	77	70	100	100	100
15.08.05	100	100	82	93	80	88	100	100	100
02.09.05	100	100	75	100	85	93	100	100	100

Примечание. 06.06.05 – перед высадкой в открытый грунт.

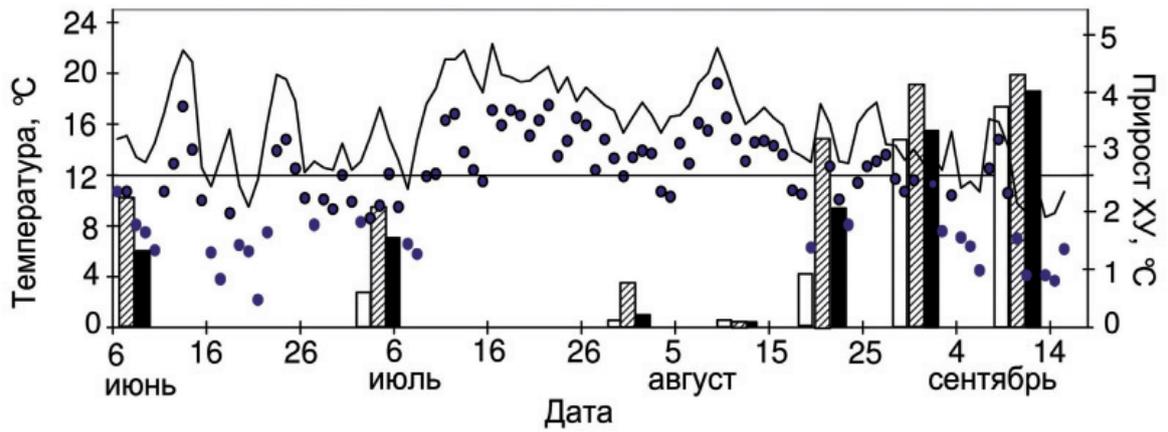
А



Б



В



□ - контроль ▨ - ДРОП ■ - ПНТ

Влияние предпосадочных низкотемпературных обработок (ДРОП – ежесуточных кратковременных снижений температуры и ПНТ – постоянной низкой температуры) на рассадку немезии (А), петунии (Б) и бархатцев (В):

линия – среднесуточная температура, точки – кратковременные (менее 3 ч) снижения температуры ниже 12 °С в ночной период

Таблица 3. Последствие предпосадочных температурных обработок (ДРОП – ежесуточных кратковременных снижений температуры и ПНТ – постоянной низкой температуры) рассады немезии, петунии и бархатцев на рост и развитие растений в конце вегетационного периода

Вариант опыта	Высота растения, см	Число боковых побегов, шт.	Сухая масса растения, г	Соотношение массы надземных органов и массы корней, %	Общее число цветков за период вегетации, шт.	Число цветков на момент завершения эксперимента, шт.
<i>Nemesia</i>						
Контроль	43,3 ± 1,3	3,3 ± 0,7	11,2 ± 1,0	96 : 4	34,0	24,3
ДРОП	53,0 ± 2,0	10,7 ± 1,4	19,9 ± 2,7	93 : 7	54,4*	46,2*
ПНТ	42,0 ± 1,7	3,9 ± 0,7	9,6 ± 2,0*	95 : 5	59,4*	32,5
<i>Petunia x hybrida</i>						
Контроль	20,8 ± 1,2	4,1 ± 0,8	4,2 ± 0,9	95 : 5	43,4 ± 10	4,6
ДРОП	21,7 ± 1,1	3,8 ± 0,8	3 ± 0,6	93 : 7	34,6 ± 8,6	3,6*
ПНТ	20,2 ± 1,1	4,2 ± 0,8	4,6 ± 2,4	96 : 4	32,3 ± 7	2,9
<i>Tagetes patula L.</i>						
Контроль	26,3 ± 1,7	6,3 ± 0,5	21,6 ± 3,8	75 : 25	13,7 ± 1,8	47 ± 6
ДРОП	29,7 ± 1,0*	7,4 ± 0,5*	20,8 ± 1,3	81 : 19	14,6 ± 1,8	53,1 ± 4,3
ПНТ	27,6 ± 1,6	6,6 ± 0,4	24,2 ± 3,2	76 : 24	15,4 ± 3,1	46,8 ± 5,5

Примечание. * – статистически достоверные отличия (P < 0,05).

высокой среднесуточной температурой воздуха и отсутствием ее кратковременных падений в ночной период, что привело к снижению устойчивости растений всех вариантов. Внезапное похолодание в середине августа с резким снижением среднесуточной температуры и участвовавшими ее кратковременными падениями в суточном цикле вызвали быстрое повышение холодоустойчивости растений немезии во всех вариантах опыта, сохраняющееся до конца вегетации (рис., А).

Petunia x hybrida. По завершению температурных обработок растения петунии находились в фазе 13–14 листьев (табл. 1), при этом в каждом варианте цвело около 30 % растений (табл. 2). Растения контроля и варианта ДРОП не различались по высоте, однако растения варианта ПНТ отличались наименьшей высотой (табл. 1). Кратковременные снижения температуры усилили более чем в 2 раза (по сравнению с контролем и вариантом ПНТ) боковое ветвление растений петунии (табл. 1). Анализ биомассы растений и соотношения надземных и подземных органов не выявил различий между вариантами опыта (табл. 1). К концу низкотемпературных обработок, в момент высадки в открытый грунт растения варианта ДРОП значительно превышали по количеству цветков и бутонов растения вариантов контроля и ПНТ (табл. 1). Низкотемпературное воздействие существенно повышало холодоустойчивость растений по сравнению с контролем. Однако разные способы низкотемпературной обработки вызвали неодинаковый прирост холодоустойчивости у растений петунии. Так, если в варианте ПНТ холодоустойчивость по сравнению с контролем выросла на 0,8°, то ДРОП-воздействие индуцировало прирост устойчивости растений уже в 2,0° (рис., Б).

В ходе вегетации цветение растений петунии не зависело от предшествующей температурной обработки рассады (табл. 2). К концу опыта не выявлено различий по высоте, боковому ветвлению и накоплению биомассы между вариантами опыта (табл. 3).

В начале вегетации растения варианта ДРОП реагировали дальнейшим повышением холодоустойчивости на естественные кратковременные снижения температуры в суточном цикле, в варианте ПНТ они отличались стабильно высоким уровнем устойчивости, а контрольные – незначительным ее повышением к концу июня (рис., Б). В ответ на повышение температуры воздуха в июле и первой половине августа устойчивость растений всех вариантов опыта снизилась практически до первоначального уровня контроля. Вслед за похолоданием в середине августа отмечено резкое повышение холодоустойчивости всех растений, при этом наиболее значительно возросла устойчивость в варианте ДРОП. К концу вегетации одинаково высокий уровень холодоустойчивости был зафиксирован для растений всех вариантов.

Tagetes patula L. Растения бархатцев были высажены в открытый грунт в фазе 3–4 листьев и не различались между вариантами по высоте и числу боковых побегов (табл. 1). Биомасса растений была наибольшей в варианте ДРОП. Низкая постоянная температура способствовала большему оттоку ассимилятов в корни (табл. 1). Оба варианта низкотемпературной обработки оказали стимулирующее действие на процесс бутонизации, но по количеству раскрытых цветков растения варианта ДРОП значительно опережали не только контроль, но и вариант ПНТ (табл. 1). Кратковременное снижение температуры ускорило наступление

100%-го цветения растений, в то время как в контроле цвело 63 %, а в ПНТ – лишь 28 % растений (табл. 2). Прирост холодоустойчивости у растений варианта ДРОП превышал в два раза прирост устойчивости у растений, подвергнутых действию постоянной низкой температуры, и составил 2,1 и 1,1°, соответственно.

Через 2 недели после высадки в открытый грунт цвело 100 % растений варианта ДРОП и по 70 % растений вариантов ПНТ и контроля (табл. 2). 100%-е цветение растений этих вариантов зафиксировано только через месяц после высадки в открытый грунт. Процесс активной бутонизации у растений наблюдали в ходе всей вегетации во всех вариантах опыта. Ежедневные кратковременные снижения температуры оказали стимулирующее влияние на высоту растений и боковое ветвление, но снизили отток ассимилятов в корни (табл. 3). К концу вегетации различий по накоплению биомассы растений между вариантами опыта не выявлено.

Растения бархатцев на флуктуации температуры в сезон вегетации реагировали, как и растения петунии: повышали свою устойчивость в ответ на резкие падения температуры в ночной период, снижали ее до уровня контроля при стабильно высокой температуре воздуха и практически мгновенно и значительно повышали холодоустойчивость при внезапном, а затем стабильном понижении температуры в конце вегетации. Следует отметить, что растения варианта ДРОП отличались более быстрой реакцией и значительно большим приростом холодоустойчивости в ходе всей вегетации (рис., В).

Обсуждение

У исследуемых видов, относящихся как к длиннодневным (петуния), так и к нейтральным (немезия, бархатцы) растениям, при использовании ежедневных кратковременных снижений температуры в конце ночного периода не выявлен морфогенетический эффект (уменьшение линейных размеров растений). Известно, что реакция растений на кратковременные низкотемпературные воздействия связана с их принадлежностью к определенной фотопериодической группе. В частности, короткодневные и длиннодневные растения по-разному отвечают на кратковременное снижение температуры [Moe et al., 1995]. Большинство короткодневных растений, таких, как эуфорбия, бегония и др., имеют ярко выраженную термоморфогенетическую реакцию. Для них, как правило, достаточно 2–3-часового снижения температуры для уменьшения размеров растения. Длиннодневные растения (колокольчик, пету-

ния, мелисса и др.) столь однозначной реакцией не обладают, и для уменьшения их высоты требуется более длительное низкотемпературное воздействие – до 6–9 ч [Mortensen, Moe, 1992; Moe et al., 1995]. Например, снижение температуры на 1,5 и 3 ч не вызывало ингибирующего морфогенетического эффекта (уменьшения высоты) у 14 видов растений, выращенных в условиях длинного (16 ч) фотопериода [Jensen, 1993]. Таким образом, 3-часового снижения температуры, вероятно, было недостаточно для получения термоморфогенетического эффекта у исследованных видов растений. Ранее нами была обоснована необходимость введения понятия оптимального ДРОП, параметры которого соответствуют наличию морфогенетического эффекта и увеличению прироста биомассы [Sysoeva et al., 1997]. То, что в условиях нашего эксперимента не выявлен морфогенетический эффект, может свидетельствовать о необходимости оптимизации условий ДРОП для выбранных видов декоративных растений.

ДРОП-обработка не влияла на сухую массу у растений немезии и петунии и достоверно увеличила сухую массу бархатцев. Однако в последствии температурных обработок рассады, к концу вегетации, различий между вариантами опыта по сухой массе у бархатцев уже не выявлено. Биомасса растений немезии в последствии обработки постоянной низкой температурой была значительно меньше, чем в варианте ДРОП и контроле, что может быть связано с более ранним старением растений варианта ПНТ, о чем свидетельствует наличие у них большого количества сухих побегов, а также снижение интенсивности цветения и уменьшение количества цветков.

Оказалось, что разные способы низкотемпературной обработки рассады декоративных растений вызывают неодинаковое повышение холодоустойчивости растений. Наиболее эффективной с точки зрения увеличения устойчивости была обработка растений ежедневным кратковременным снижением температуры (вариант ДРОП). У всех изученных видов декоративных растений прирост холодоустойчивости в этом случае превышал аналогичный показатель в варианте ПНТ более чем в 2 раза. Ранее аналогичная закономерность была установлена для ряда сельскохозяйственных растений (огурец, пшеница, кукуруза, картофель), что позволило высказать гипотезу о различной природе реакций растений и механизмах формирования устойчивости при кратковременном и длительном низкотемпературных воздействиях [Марковская и др., 2000, 2008].

Особый интерес представляют данные по изменению холодоустойчивости растений, высаженных в открытый грунт после завершения низкотемпературных обработок. Анализ суточного изменения температуры в весенний и осенний периоды вегетации позволяет выделить три основных типа температурных флуктуаций (рис.), условно соответствующих различным низкотемпературным воздействиям на растения в эксперименте. Так, естественный режим стабильно низкой температуры в сутках соответствует экспериментальному длительному низкотемпературному воздействию. Суточный температурный градиент со значениями температуры ночи ниже температуры дня соответствует экспериментальному воздействию «положительный суточный температурный градиент», а резкое падение температуры в ночи при высоком уровне среднесуточной температуры – изученному нами приему ДРОП. Начальный период выращивания растений в открытом грунте характеризовался значительными колебаниями температуры воздуха, причем в июне практически ежесуточно были зафиксированы кратковременные (до 3 ч) ее падения ниже 12 °С. Вследствие этого с июня до начала июля холодоустойчивость растений, подвергнутых в рассадный период действию низких температур, оставалась на повышенном уровне (рис.). Устойчивость контрольных растений в этот период также начала возрастать, реагируя на естественные кратковременные низкотемпературные воздействия. В июле и в первой половине августа температура воздуха была высокой, без резких и внезапных падений в суточном цикле, что привело к снижению холодоустойчивости растений петунии и бархатцев до первоначального уровня контроля во всех вариантах опыта. У более холодостойкой немезии устойчивость хотя и снизилась в этот период, но все-таки оставалась выше контроля (рис.). В середине августа наступило внезапное похолодание с резким падением среднесуточной температуры ниже 12 °С. Растения всех изученных видов, подвергнутые в рассадный период действию кратковременных снижений температуры (вариант ДРОП), моментально отреагировали на такое похолодание значительным увеличением холодоустойчивости, прирост которой составлял 2,5–3,5°. Устойчивость контроля и растений в последствии обработки постоянной низкой температурой также повышалась, но постепенно, достигнув максимального уровня лишь спустя 10 дней, к концу августа. Таким образом, недельная обработка декоративных растений на стадии рассады при помощи приема ДРОП не только индуцировала более вы-

сокий прирост холодоустойчивости в сравнении с контролем и вариантом ПНТ, но и позволила растениям практически мгновенно ее повышать в ответ на внезапное действие неблагоприятных температур в период их последующей вегетации.

Помимо биологической продуктивности, морфогенетических показателей и устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды качество декоративных растений определяется числом боковых побегов и сроками наступления цветения. Как отмечается в литературе, практически невозможно получить растения с оптимальным набором всех показателей качества. Так, например, выращивание растений петунии в условиях длинного фотопериода стимулирует раннее цветение, но не формирует боковые побеги, что значительно ухудшает ее качество [Matson, Erwin, 2003]. К аналогичному выводу пришли исследователи, которые изучали действие различного суточного интеграла света в рассадный период и его последствие на дальнейший рост и развитие растений в онтогенезе [Pramuk, Runkle, 2005]. Оказалось, что рассаде, выращенной при более низком суточном интеграле света, требовалось больше времени для наступления цветения. Подобное удлинение вегетативной фазы развития привело к увеличению накопления сухой массы растений и большим размерам цветков в момент наступления цветения. Качество растений улучшилось, однако цвести такие растения начинали позднее.

В нашем исследовании обработка рассады декоративных растений низкой температурой двух режимов – краткосрочным и постоянным воздействием – оказала влияние на качество не только самой рассады, но и на последующее развитие декоративных растений в ходе вегетации. Так, ДРОП-обработка способствовала усилению бокового ветвления рассады (немезия), накоплению биомассы (бархатцы), увеличению общего количества цветков и бутонов в пересчете на одно растение (петуния, бархатцы). Ежесуточное краткосрочное действие низкой температуры на рассаду не оказало влияния на процесс цветения у петунии, ускорило его у бархатцев и замедлило – у немезии. Постоянная низкая температура вызвала морфогенетический эффект (уменьшение высоты растений) у петунии и стимулировала процесс бутонизации рассады бархатцев.

В последствии ежесуточной кратковременной низкотемпературной обработки отмечено усиление бокового ветвления и увеличение высоты растений бархатцев. Кроме того, ДРОП-обработка в последствии увеличи-

ла не только общее количество цветков и бутонов у немезии и бархатцев, но и долю цветущих растений в конце вегетационного периода. Несмотря на то что растения бархатцев варианта ДРОП зацветали медленнее и позже контроля и варианта ПНТ, в момент завершения эксперимента они продолжали 100%-е цветение и имели много бутонов. Постоянная низкотемпературная обработка ускорила наступление цветения у растений немезии, замедлила его у бархатцев и не оказала влияния на процесс цветения растений петунии. К концу вегетации растения немезии в последствии ПНТ характеризовались меньшей биомассой и пониженной интенсивностью цветения по сравнению с контролем и вариантом ДРОП.

Таким образом, использование приема ежесуточного кратковременного снижения температуры (ДРОП) не только вызывает термоморфогенетический эффект, но и способствует усилению бокового ветвления, как установлено в настоящем исследовании для немезии и петунии, стимулирует цветение (бархатцы), увеличивает количество цветков на растении (петуния, бархатцы), а также общую цветочную продуктивность за сезон вегетации (немезия) и значительно повышает холодоустойчивость растений (немезия, петуния, бархатцы).

Проведенное исследование показало, что использование технологии ДРОП при выращивании рассады как декоративных, так и сельскохозяйственных растений обеспечивает получение растений не только заданного морфологического качества, но и устойчивых для роста и развития в переменных условиях вегетационного периода северных регионов. Особо перспективным является длительный эффект последствия различных способов низкотемпературной обработки рассады, оказывающий сильное влияние на процессы роста и развития растений. Ускорение развития, стимулирование процесса цветения и увеличение цветочной продуктивности в сочетании с повышенной устойчивостью к неблагоприятному температурному режиму обеспечивают преимущества такой рассады для выращивания в регионах с нестабильными условиями вегетационного периода.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Марковская Евгения Федоровна

главный научный сотрудник, проф., д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: evgenia@krc.karelia.ru
тел. (8142) 762706

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00097).

Литература

Дроздов С. Н., Курец В. К., Будыкина Н. П., Балагурова Н. И. Определение устойчивости растений к заморозкам // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л.: Колос, 1976. С. 222–228.

Марковская Е. Ф., Сысоева М. И., Харьковина Т. Г., Шерудило Е. Г. Влияние кратковременного снижения ночной температуры на рост и холодостойкость растений огурца // Физиология растений. 2000. Т. 47, № 4. С. 511–515.

Марковская Е. Ф., Сысоева М. И., Шерудило Е. Г. Феномен ежесуточного кратковременного влияния низких закалывающих температур на жизнедеятельность растения // Онтогенез. 2008. Т. 39, № 5. С. 323–332.

Сысоева М. И., Марковская Е. Ф., Харьковина Т. Г. Современные подходы к выращиванию растений в условиях защищенного грунта (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2001. № 3. С. 96–98.

Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Сало Ю. А., Семенов А. В. Динамика и прогноз изменения климата Восточной Финноскандии // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2003. С. 33–39.

Jensen H. E. K. Influence of duration and placement of a high night temperature on morphogenesis of *Dendratherma grandiflora* Tzvelev // Scientia Hort. 1993. Vol. 54. P. 327–335.

Matson N. S., Erwin J. E. Temperature affects flower initiation and development rate of *Impatiens*, *Petunia* and *Viola* // Acta Hort. 2003. Vol. 624. P. 191–197.

Moe R., Willumsen K., Ihlebek I. H. et al. DIF and temperature drop responses in SDP and LDP, a comparison // Acta Hort. 1995. Vol. 378. P. 27–33.

Mortensen L. M., Moe R. Effects of various day and night temperature treatments on the morphogenesis and growth of some greenhouse and bedding plant species // Acta Hort. 1992. Vol. 327. P. 77–86.

Pramuk L. A., Runkle E. S. Photosynthetic daily light integral during the seedling stage influences subsequent growth and flowering of *Celosia*, *Impatiens*, *Salvia*, *Tagetes* and *Viola* // HortScience. 2005. Vol. 40. P. 1336–1339.

Sysoeva M. I., Markovskaya E. F., Kharkina T. G. Optimal temperature drop for the growth and development of young cucumber plants // Plant Growth Regulation. 1997. Vol. 6. P. 1–5.

Markovskaya, Eugenia

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: evgenia@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 762706

Сысоева Марина Ивановна

главный научный сотрудник, доц., д. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: sysoeva@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 762706

Шерудило Елена Георгиевна

старший научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: sherudilo@krc.karelia.ru
тел.: (81422) 762706

Sysoeva, Marina

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy
of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sysoeva@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 762706

Sherudilo, Elena

Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy
of Science
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: sherudilo@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 762706