
ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ФЕНОФАЗ У ОДНОЛЕТНИХ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ*

О.А. Ягдарова, О.Л. Воскресенская

Марийский государственный университет
ул. Осипенко, 60, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, 424002

У однолетних декоративных растений, произрастающих в различных по степени антропогенной нагрузки районах г. Йошкар-Олы, были построены фенологические спектры. Для бархатцев прямостоячих, произрастающих в жилитебной и промышленной зонах города, характерен более длительный период вегетации и позднее короткое цветение. Для астры китайской в условиях городской среды отмечен более длительный период генеративной стадии (цветение и образование семян) по сравнению с пригородной зоной.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение, астра китайская, бархатцы прямостоячие, онтогенез, фенологические спектры.

Фенологические наблюдения — основа многих экологических прогнозов. Каждое растение проходит определенную фенофазу, которая для отдельной особи представляет собой компромисс между наследственными задатками и теми условиями, в которых вид произрастает. Фенологические спектры отражают взаимосвязь между развитием растений и факторами среды, обуславливающие это развитие. Фенология на основе фиксации фенологических дат при визуальном наблюдении помогает оценить приспособляемость видов к неблагоприятным условиям среды и возможности планомерного использования растений в декоративном садоводстве [4]. Большое значение фенологические наблюдения имеют при озеленении населенных пунктов, позволяя осуществлять подбор насаждений, цветущих более продолжительное время.

Главной целью фенологических наблюдений является определение возможностей адаптации растений к новым экологическим условиям и выявление способов этого приспособления. Одна из основных линий приспособлений растений к неблагоприятным условиям среды — смена отдельных фенологических фаз развития. Под фенологическими фазами понимается изменение сроков и продолжительности прохождения различных состояний растения в направлении приспособления к новым условиям произрастания [5]. Под влиянием неблагоприятных изменений абиотических, биотических и антропогенных факторов среды у растений в пределах генетически обусловленной нормы реакции происходит смещение некоторых фенофаз, иногда — накладка одной фенофазы на другую или ее выпадение [9]. Нужно отметить, что фенологический ритм сезонного развития растений является видовым признаком, он может в определенной степени варьироваться и непосредственно зависит от погодных условий каждого сезона вегетации и отклоняться от средних показателей. В зависимости от разных климатических зон рост и раз-

* Работа выполнена при поддержке ФЦП (соглашение № 14. В37.21.1111) по теме «Экологические аспекты функционального состояния растений в условиях городской среды».

витие растений имеют много специфических особенностей, полностью соответствующих ритмике климатических факторов.

Цель исследования заключалась в построении фенологических спектров для однолетних декоративных растений, выращенных в различных по степени антропогенного загрязнения районах г. Йошкар-Олы.

Исследования проводились на территории г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл). Декоративные растения выращивались в различных районах: пригородная зона — п. Руэм (условно чистый район, контроль), селитебная зона города — ул. Я. Эшпая (район с низким уровнем загрязнения), промышленная зона города — ОКТБ «Кристалл» (район со средним уровнем загрязнения). Сильно загрязненных районов в г. Йошкар-Оле нет. Выбор районов основывался на данных химического анализа атмосферного воздуха и почвы, которые были проведены на базе Маргеомониторинга и на данных Ежегодного доклада о состоянии окружающей среды Республики Марий Эл [2; 3].

Объектами исследования служили однолетние травянистые декоративные растения, наиболее часто используемые в озеленении г. Йошкар-Олы, — бархатцы прямостоячие или африканские (*Tagetes erecta* L.), семейство сложноцветные (*Compositae*) и астра китайская (*Callistephus chinensis* L. Nees), семейство астровые (*Asteraceae*). Фенологические наблюдения проводили, используя методику И.Н. Бейдемана [1], по которой начало фазы отмечали по первому растению, вступившему в фазу, массовое наступление этой фазы — при 50% растений, находящихся в этой фазе; конец — по последнему растению, находящемуся в данной фазе. Результаты обработаны статистически.

В процессе фенологических наблюдений нами были выявлены четыре основные фазы: вегетации, бутонизации, цветения и плодоношения. Наиболее информативным суммарным признаком влияния антропогенных факторов среды является длина вегетационного периода, также для оценки декоративных растений немаловажной характеристикой является цветение. Следовательно, при оценке этой группы растений необходимо особое внимание уделить прохождению именно этих двух фаз развития (вегетации и цветения). Также важно оценить значимость отдельных фаз и их взаимообусловленность, например, изменившиеся сроки цветения, завязывания плодов или длительная фаза вегетации.

При анализе фенологических спектров у растений, выращенных в различных по степени антропогенной нагрузки районах г. Йошкар-Олы, происходило смещение дат начала и конца фенофаз (табл.). Так, у бархатцев прямостоячих фаза вегетации увеличилась практически в 2 раза по мере повышения уровня загрязнения среды по сравнению с контрольной (пригородной) зоной. Фаза бутонизации по продолжительности практически не отличалась во всех районах исследования (6—7 сут.), но время начала данной фазы развития у исследуемого вида было различно. Наиболее длительный период цветения у *T. erecta* отмечался в пригородной зоне (45 сут.), в 4 раза короче фаза цветения была в промышленной зоне города. Одновременно в промышленной зоне г. Йошкар-Олы увеличилась длительность фазы образования семян (на 10 сут.). Таким образом, в результате проделанной работы обнаружено влияние антропогенного загрязнения на продолжительность прохождения отдельных фенофаз у особей *T. erecta* (табл.).

Продолжительность фаз роста и развития у декоративных растений в условиях городской среды (сут.)

Район исследования	Фенологические фазы			
	вегетация	бутонизация	цветение	образование семян
Бархатцы прямостоячие (<i>Tagetes erecta</i>)				
Пригородная зона	29	6	45	23
Селитебная зона	38	7	29	23
Промышленная зона	45	7	10	32
Астра китайская (<i>Callistephus chinensis</i>)				
Пригородная зона	35	6	42	20
Селитебная зона	25	7	51	20
Промышленная зона	19	10	51	23

У астры китайской, произрастающей в пригородной зоне, наоборот, отмечается увеличение периода вегетации по сравнению с бархатцами прямостоячими. Показано также увеличение периода цветения у *C. chinensis* в селитебной и промышленной зонах (51 сут.) по сравнению с пригородной зоной. Длительность фаз бутонизации и образования семян во всех районах исследований практически не имела статистически значимых отличий.

Для бархатцев прямостоячих и астры китайской, как и для всех однолетних декоративных растений, характерной особенностью является продолжительная фаза цветения. В зависимости от срока цветения однолетники делятся на раннецветущие (через 50—80 дней после появления всходов — бархатцы, алиссум, кларкия и др.), зацветающие в середине лета (антирринум, сальвия, циния и др.) и поздноцветущие (100—120 сут. после появления всходов — астры, гвоздика Шабо и др.) [8].

Для бархатцев прямостоячих, выращенных в пригородной зоне п. Руэм (условно чистое местообитание) (рис. 1), характерны короткая фаза вегетации (29 сут.) и длительная фаза цветения (45 сут.). Иная тенденция наблюдалась в пригородной зоне у астры китайской: фаза вегетации растянута во времени и длилась больше (35 суток) по сравнению с другими районами исследований (см. табл.; рис. 1). Цветение данного вида приходилось на июль—август и составило 42 сут., что на 9 сут. меньше, чем в селитебной и промышленной зонах.

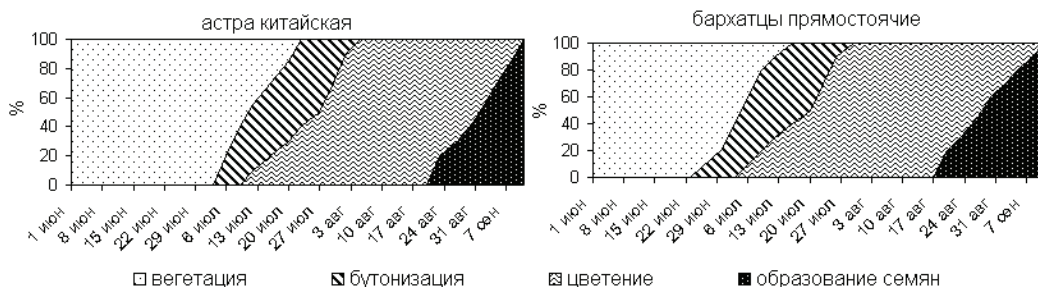


Рис. 1. Фенологические спектры декоративных растений в пригородной зоне

У особей *T. erecta*, произрастающих в селитебной зоне (рис. 2), наблюдалось удлинение периода вегетации (38 сут.) по сравнению с пригородной зоной, поэтому вегетативная фаза была более растянута во времени. Фаза цветения проходила быстрее по сравнению с пригородной зоной, поэтому на неделю раньше наступила фаза созревания семян. У астры китайской фаза вегетации была более короткой по сравнению с бархатцами прямостоячими и составила 25 сут. Самой длительной фенологической фазой для *C. chinensis* была фаза цветения, которая равнялась 51 сут.

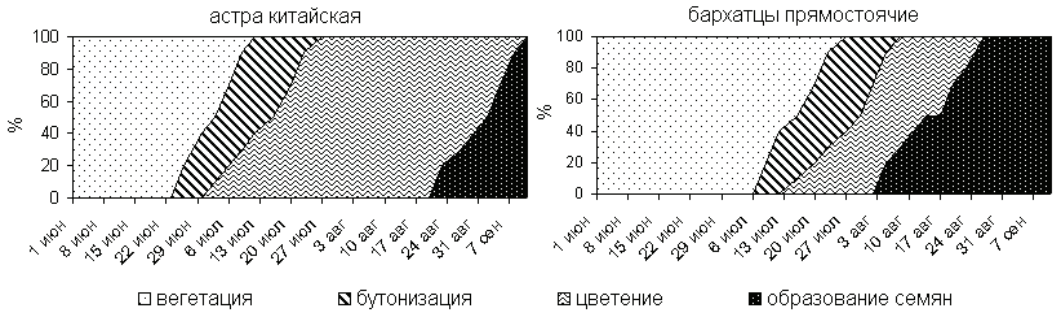


Рис. 2. Фенологические спектры декоративных однолетников в селитебной зоне

Декоративные растения отличаются чувствительностью к газообразным загрязняющим атмосферный воздух веществам: по классификации В.С. Николаевского [7] бархатцы прямостоячие относятся к устойчивым, а астра китайская — к неустойчивым видам.

В промышленной зоне г. Йошкар-Олы изменение феноспектров однолетних декоративных растений было более выражено (рис. 3). Так, для бархатцев прямостоячих отмечается наиболее продолжительная фаза вегетации, на 16 сут. длиннее по сравнению с контролем. Фаза образования семян начиналась значительно раньше по сравнению с другими районами исследований (со 2 августа). У астры китайской, как неустойчивого вида, фаза вегетации укорочена во времени и составила 19 сут. Для особей *C. chinensis*, выращенных в городской среде (селитебная и промышленная зона), характерной особенностью является продолжительная фаза цветения (1,5 мес.).

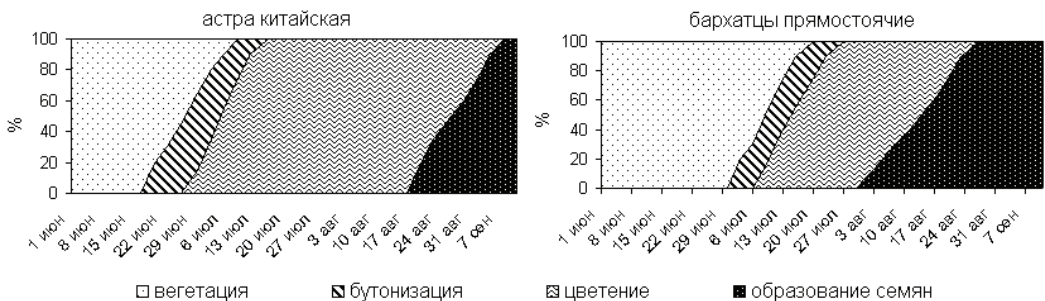


Рис. 3. Фенологические спектры декоративных растений в промышленной зоне

Асфальтное покрытие вблизи посадок, относительная близость зданий, загазованность и запыленность воздуха создают специфический более теплый микроклимат местообитаний, что определяет ускорение сезонного развития декоративных растений: более раннее вступление в фазу цветения (астра китайская, как неустойчивый вид) или длительная фаза вегетации (бархатцы прямостоячие, как устойчивый вид).

В результате исследований было показано, что изученные виды декоративных растений, произрастающих в различных по антропогенной нагрузке районах города, отличаются особенностями прохождения и продолжительностью отдельных фенофаз. Для бархатцев прямостоячих как устойчивого вида вегетативная фаза более растянута во времени, в связи с чем у растений более короткая генеративная фаза (цветения и образование семян); иная тенденция характерна для астры китайской (неустойчивый вид): особи быстро проходят фазу вегетации и рано вступают в фазу цветения.

Все явления и процессы в жизни растений протекают во времени, имеют определенную продолжительность, начало и конец. При этом если условия внешней среды, включая питание, соответствует видовым разновидностям организма в каждом периоде его развития, то возрастные изменения проходят синхронно развитию организма, их практически трудно отделить от стадийных и органообразовательных изменений в онтогенезе. Если же те или иные факторы среды на том или ином этапе не соответствуют условиям, необходимым для нормального развития организма, то синхронность этих процессов нарушается: развитие и образование органов замедляются и приостанавливаются, а процессы старения продолжают и даже в силу задержки развития могут ускоряться [6].

Устойчивость цветковых растений к атмосферным выбросам зависит от соотношения длительности вегетативной и репродуктивной фаз развития и сроков цветения. В работах В.С. Николаевского [7], описаны особенности прохождения фенофаз у цветковых растений (василек, виола, вьюнок). Сопоставление продолжительности фаз роста и развития показало, что у устойчивых видов растений длительный период вегетативного роста (в среднем на 26 дней) и укороченный период цветения (на 24 дня), а сроки бутонизации были близки к неустойчивым видам.

Таким образом, для бархатцев прямостоячих (устойчивый вид), произрастающих в селитебной и промышленной зонах г. Йошкар-Олы, характерны более длительная вегетация, медленное развитие, более позднее и менее длительное цветение. Астра китайская (неустойчивый вид) характеризуется более быстрым прохождением всех фаз развития, ранним переходом и большей продолжительностью генеративной стадии (цветение).

Таким образом, изученные виды декоративных растений обладали повышенной чувствительностью к окружающим условиям среды и их развитие в зависимости от погодных условий и антропогенной нагрузки менялось в достаточно широком интервале. В ходе работы получены количественные данные, характеризую-

ющие эколого-биологические особенности декоративных растений в условиях города. Адаптивный потенциал растений реализуется на различных структурно-функциональных уровнях организации и является основой устойчивости конкретного вида к городским условиям. Декоративные растения являются эффективным видами для использования их в целях фитоиндикации и перспективы для оценки экологического состояния и озеленения городской среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. — Новосибирск, 1974.
- [2] Воскресенский В.С. Влияние факторов городской среды на функциональное состояние древесных растений: Монография / В.С. Воскресенский, О.Л. Воскресенская. — Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2011.
- [3] Ежегодный доклад о состоянии окружающей среды Республики Марий Эл за 2010. — Йошкар-Ола, 2011.
- [4] Зайцев Г.Н. Обработка результатов фенологических наблюдений в ботанических сада // Бюлл. ГСБ, АН СССР. — 1974. — Вып. 94. — С. 3—10.
- [5] Карпионова Р.А. Методика фенологических наблюдений за травянистыми многолетниками в отделе флоры СССР // Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. — М., 1972.
- [6] Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. — М.: Высшая школа, 1977.
- [7] Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. — Новосибирск: Наука, 1979.
- [8] Стороженко Л.Н. Как вырастить цветы. — М.: Просвещение, 1978.
- [9] Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. — М.: ВЛАДОС, 2003.

LITERATURA

- [1] Bejdeman I.N. Metodika izucheniya fenologii rastenij i rastitel'nyx soobshhestv. — Novosibirsk, 1974.
- [2] Voskresenskij V.S. Vliyanie faktorov gorodskoj sredy na funkcional'noe sostoyanie drevesnyx rastenij: Monografiya / V.S. Voskresenskij, O.L. Voskresenskaya. — Yoshkar-Ola: Mar. gos. un-t, 2011.
- [3] Ezhegodnyj doklad o sostoyanii okruzhayushhej sredy Respubliki Marij E'l za 2010. — Yoshkar-Ola, 2011.
- [4] Zajcev G.N. Obrabotka rezul'tatov fenologicheskix nablyudenij v botanicheskix sada // Byull. GSB. ANSSSR. — 1974. — Vyp. 94. — S. 3—10.
- [5] Karpisonova R.A. Metodika fenologicheskix nablyudenij za travyanistymi mnogoletnikami v otdele flory SSSR // Metodika fenologicheskix nablyudenij v botanicheskix sadax SSSR. — M., 1972. — S. 47—53.
- [6] Kuperman F.M. Morfofiziologiya rastenij. — M.: Vysshaya shkola, 1977.
- [7] Nikolaevskij V.S. Biologicheskie osnovy gazoustojchivosti rastenij. — Novosibirsk: Nauka, 1979.
- [8] Storozhenko L.N. Kak vyrastit' cvety. — M.: Prosveshhenie, 1978.
- [9] Fedorova A.I. Praktikum po e'kologii i ohrane okruzhayushhej sredy / A.I. Fedorova, A.N. Nikol'skaya. — M.: VLADOS, 2003.

FEATURES OF PASSING FENOPHASE AT ANNUAL ORNAMENTAL PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE URBAN ENVIRONMENT

O.A. Yagdarova, O.L. Voskresenskaya

Mari State University

Osipenko str., 60, Yoshkar-Ola, Republic Mary El, Russia, 424002

In annual ornamental plants in the urban environment, were built phenological spectrum. The studies were conducted in the city of Yoshkar-Ola in areas of different anthropogenic load: conditionally clean area, an area with a low level of pollution, the area with the average level of pollution. As objects of research were studied annual ornamental plants commonly used in landscaping the urban environment. To construct phenological spectrums we have identified the following phases: the vegetation, budding, flowering and fruiting. As a result of researches it was shown that the studied species of ornamental plants growing in various on anthropogenous loading districts of the city, differ features of passing and duration separate phenophases. For marigold (stable species) growing in the residential and industrial areas of the city of Yoshkar-Ola, a longer growing season characterized, slow development, the later and less long blooming. China aster (unstable form) is characterized by a more rapid passage of all phases of development, in the early transition and longer generative stage (flowering). Thus, the studied species of ornamental plants have a high sensitivity to the environment protection and development, depending on weather conditions and anthropogenic pressure, varied in a wide range.

Key words: anthropogenic pollution, *Callistephus chinensis*, *Tagetes erecta*, ontogeny, phenological spectrum.