

Г.Ю. Морозова

РЕПРОДУКЦИЯ *ERIGERON CANADENSIS* L. В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Рассмотрены особенности репродукции инвазионных растений в городской среде на примере североамериканского вида *Erigeron canadensis* L. В стрессовых условиях города наблюдается высокая пластичность особей *E. canadensis* с максимальными показателями роста и развития, осваивающего откосы железной дороги, откуда идет его проникновение в городские экотопы. У растений, произрастающих на техногенных территориях (золоотвал), наблюдается уменьшение общих размеров, значительное снижение их фотосинтетической активности и вклад особей в репродукцию в несколько раз. Наименее стабилизированным показателем репродукции *E. canadensis* по урбанизированному градиенту является масса генеративных органов (CV 98,5 %). Более устойчивым параметром оказалось репродуктивное усилие (RE_1), коэффициент вариации равен 49,8 %. Широкая реакция морфогенетических параметров на смену экотопических условий может оцениваться как механизм приспособленности *E. canadensis* в урбанизированной среде.

Ключевые слова: *Erigeron canadensis*, репродукция, популяция, урбанизация, инвазионное растение

Цитирование: Морозова Г.Ю. Репродукция *Erigeron canadensis* L. в урбанизированной среде // Промышленная ботаника. 2024. Вып. 24, № 2. С. 121–125. DOI: 10.5281/zenodo.13323922

Введение

Основным вектором заноса чужеродных растений на территории городов служат пути сообщения [11], вследствие чего урбанизированные экосистемы становятся центрами скопления инвазионных видов [1]. Наличие в городах свободных экологических ниш, низкая фитоценотическая замкнутость урбофитоценозов, пластичность и изменчивость растений, высокое репродуктивное давление их популяций дают возможность инвазионным видам быстро распространяться в городской среде.

Репродуктивный процесс – ключевое звено в жизни популяций растений, определяющее их устойчивое существование в экосистемах [3]. В настоящее время значительное внимание уделяется репродуктивной экологии инвазионных видов [9], поскольку она является ключевым звеном в динамике популяций в урбофитоценозах, что оказывает влияние на биоразнообразие и зеленую инфра-

структуру городов [5]. Для инвазионных растений характерно повышение их конкурентной способности, семенной продукции, усиление мощности особей и виталитета популяций во вторичном ареале [8]. Исследование пластичности и изменчивости инвазионных видов в процессе натурализации дает возможность выявить механизмы адаптаций чужеродных растений к условиям среды и разработать методы контроля их распространения.

Цель и задачи исследований

Целью работы было изучение репродуктивного поведения популяций инвазионного вида *Erigeron canadensis* L. (Asteraceae) в урбанизированной среде.

Объекты и методики исследований

Объектом исследования выступал *E. canadensis*, естественный ареал которого находится в Север-

ной Америке [13], где его относят к агрессивным сорным видам [12]. На Дальнем Востоке России данный вид был впервые отмечен в начале XX в. и в настоящее время активно распространяется вдоль автомобильных и железнодорожных путей, формируя многокилометровые (часто моно-видовые) сообщества.

На основе морфометрического подхода анализировали организменные показатели [3]: W – надземная фитомасса, г; A – площадь листовой поверхности, $см^2$; Lr – длина генеративных органов (метелки), см; W_r – фитомасса генеративных органов (метелки), г. Репродуктивное усилие вычисляли по формулам:

$$RE_1 = \frac{W_r}{W} \times 100 \% \text{ и } RE_2 = \frac{W_r}{A} \times 100 \%$$

в период наиболее активного роста растений (средневозрастное генеративное состояние [g_2] – полное цветение). Показатели массы растений приведены в форме абсолютно сухого вещества.

Морфометрические параметры *E. canadensis* измеряли по градиенту урбанизированных экотопов: откосы железнодорожных насыпей, пустыри, парки (газоны), узкие щели в асфальтовом покрытии спортивных площадок, селитебные участки (газоны), техногенные участки (золоотвал) в городе Хабаровске. В работе использована эмпирическая шкала уровней изменчивости С.А. Мамаева [7]. Геоботанические описания проводили на пробных площадях разного раз-

мера в зависимости от конфигурации растительных группировок и рудеральных сообществ с участием *E. canadensis* в каждом урбоэкотопе, где закладывали ряд учетных площадок размером $0,25 \times 0,25$ и $0,5 \times 0,5$ м в четырехкратной повторности.

Результаты исследований и их обсуждение

Erigeron canadensis адаптирован к широкому диапазону условий произрастания [2, 6], способен быстро акклиматизироваться в условиях вторичного ареала [10] и колонизировать обширные территории, распространяясь вдоль железнодорожных путей, автомобильных дорог и проникая в городские экотопы. Данный вид относится к однолетней или озимой двулетней жизненной форме, на Дальнем Востоке России ведет себя как однолетнее рудеральное и сеgetальное растение.

Пластичность морфометрических параметров *E. canadensis* по градиенту урбанизированных экотопов показана в табл. 1. Эколого-ценотический оптимум вида регистрируется на откосах железнодорожных насыпей, где формируются сплошные практически чистые заросли. Здесь отмечаются максимальные значения параметров вегетативной и генеративной сферы. Внедряясь по городской коммуникационной инфраструктуре (железные и автомобильные дороги), вид повсеместно расселяется на территории поселения. Относительно высокие показатели роста наблю-

Таблица 1. Статистические характеристики ($M \pm m$) *Erigeron canadensis* по градиенту урбанизированных экотопов

Показатели	Урбанизированные экотопы					
	Железнодорожная насыпь	Селитебные участки (газон)	Пустыри	Парки (газоны)	Щели в асфальте	Золоотвал
W , г	$8,37 \pm 1,27$	$1,73 \pm 0,18$	$1,63 \pm 0,25$	$0,96 \pm 0,13$	$0,39 \pm 0,07$	$0,18 \pm 0,01$
A , $см^2$	$794,60 \pm 109,25$	$251,14 \pm 22,55$	$229,53 \pm 35,57$	$129,26 \pm 15,45$	$81,29 \pm 11,07$	$37,12 \pm 2,24$
Lr , см	$44,40 \pm 3,19$	$12,41 \pm 1,47$	$15,50 \pm 1,71$	$15,73 \pm 1,48$	$3,83 \pm 0,77$	$2,08 \pm 0,22$
W_r , г	$2,29 \pm 0,44$	$0,18 \pm 0,03$	$0,26 \pm 0,04$	$0,22 \pm 0,04$	$0,036 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,001$
RE_1 , %	$23,90 \pm 1,61$	$9,02 \pm 0,90$	$16,01 \pm 1,02$	$18,41 \pm 1,92$	$9,16 \pm 0,89$	$9,12 \pm 0,80$
RE_2 , %	$0,25 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,01$

Примечание. $M \pm m$ – среднее значение показателя плюс ошибка среднего.

даются у растений, произрастающих на газонах селитебной части города (общая фитомасса растений в среднем составляет $1,73 \pm 0,18$ г) и пустырях ($1,63 \pm 0,25$ г).

У растений, произрастающих на техногенных территориях (золоотвал), наблюдается уменьшение общих размеров (общая фитомасса растений в среднем составляет $0,18 \pm 0,01$ г), значительное снижение их фотосинтетической активности (ассимилирующая поверхность $37,12 \pm 2,24$ см²) и вклад особей в репродукцию в несколько раз (масса репродуктивных органов $0,01 \pm 0,001$ г). У растений *E. canadensis*, находящихся в жестких условиях обитания в щелях асфальта, отмечаются аналогичные тенденции снижения роста и развития. Растения из парковых ценозов, а также произрастающие на пустырях и в районах жилой застройки, занимают промежуточные ступени градиента по величине морфометрических показателей. Высокий уровень репродуктивного усилия (RE_1) – 23,9 % отмечен у растений, произрастающих на откосах железной дороги. Данный показатель относительно высокий и стабилизированный ($RE_1 = 9$ %) у растений, произрастающих в других урбоэкотопах.

Доказано, что информативными для описания жизненного состояния растений являются признаки с высоким уровнем пластичности и изменчивости, что отражает их адаптации к условиям окружающей среды [3, 4]. Эта тенденция характерна и для инвазионных растений в городской среде.

Результаты изучения вариации морфометрических параметров *E. canadensis*, широко распространенного в настоящее время в город-

ской среде, показывают, что особи отличаются значительной изменчивостью. Известно, что на ухудшение условий произрастания растения реагируют изменением морфометрических параметров особей и, следовательно, более пластичной размерной структурой популяций, приводящей к резкой поляризации растений по размеру. Изменчивость показателей репродукции у *E. canadensis*, произрастающего на откосах железной дороги в черте города, варьирует от 34 до 95 % и в среднем составляет 52,3 %. Наиболее жесткие условия для роста и развития наблюдаются у растений, произрастающих в щелях асфальта: CV варьирует от 58 до 141 % (табл. 2), что в среднем равно 97,8 %. Неблагоприятные условия для роста отмечены у растений, произрастающих в парках, где CV изменяется от 55 до 117 %, составляя в среднем – 77,5 %, и на газонах в селитебной части города, где высок фактор рекреации, диапазон изменения CV от 59 до 95 %, в среднем 76,3 %. У *E. canadensis*, произрастающих в рудеральных группировках на переуплотненных органоминеральных почвах и субстратах пустырей, коэффициент вариации показателей репродукции несколько снижается и варьирует от 36 до 92 %, в среднем 62,3 %, характеризую условия как более оптимальные для развития растений.

Специфическая реакция морфометрических показателей на изменение окружающих условий позволяет выделить диагностические признаки жизнеспособности (виталитета) по комплексу вегетативных и генеративных показателей, что дает возможность контролировать состояние популяций.

Таблица 2. Изменчивость (CV, %) морфометрических показателей *Erigeron canadensis* по градиенту урбанизированных экотопов

Показатели	Урбанизированные экотопы						В среднем
	Железнодорожная насыпь	Селитебные участки (газон)	Пустыри	Парки (газоны)	Щели в асфальте	Золоотвал	
W, г	76	62	88	77	99	31	72,1
A, см ²	69	53	88	70	81	35	66,0
Lr, см	36	70	62	55	119	60	67,0
Wr, г	95	95	92	117	141	51	98,5
RE ₁ , %	34	59	36	61	58	51	49,8
RE ₂ , %	44	81	59	77	73	62	66,0

Выводы

Основу синдрома инвазивности *E. canadensis* в урбанизированной среде составляют признаки вегетативной (общая фитомасса, г) и репродуктивной (высокая семенная продуктивность, способность семян распространяться на большие расстояния, высокое репродуктивное усилие) сферы растений, а также широкая амплитуда пластичности и изменчивости морфометрических параметров вида по градиенту урбанизации и способность растений поддерживать относительно высокую жизнеспособность в разных экотопических условиях. Контроль репродукции растений необходимо включать в программу мониторинга городской растительности и инвазионных растений при разных уровнях трансформации экотопов.

Наименее стабилизированным показателем репродукции *E. canadensis* по исследованному урбанизированному градиенту является масса генеративных органов, коэффициент вариации которой достигает 98,5 %. Более стабилизированным параметром оказалось репродуктивное усилие (RE_1), коэффициент вариации которого равен 49,8 %. Широкая реакция морфогенетических параметров на смену экотопических условий может оцениваться как механизм приспособленности *E. canadensis* к экстремальным условиям жизни в городе.

Работа выполнена в рамках госзадания «Динамика природных и природно-хозяйственных систем в условиях освоения Приамурья и Приохотья (2021-2025)». Номер гос. регистрации 121021500060-4.

1. Антонова Л.А. Инвазионный компонент флоры Хабаровского края // Российский журнал биологических инвазий. 2012. N 4. С. 2–9.
2. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов. М.: ГЕОС, 2012. 186 с.
3. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы: Университетская книга, 2009. 263 с.
4. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
5. Кадетов Н.Г., Чернышов М.П. Влияние инвазионных видов растений на элементы зеленой инфраструктуры городов на примере Московской агломерации // Социально-экологические технологии. 2021. Т. 11, N 3. С. 327–344.
6. Мазур Н.В. Изменчивость морфологических признаков мелколепестника канадского (*Conyza canadensis* (L.) Cronq. Asteraceae) в синантропных популяциях на юго-западе Среднерусской возвышенности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Белгород, 2012. 22 с.
7. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
8. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентизация растительности в призме идей современной экологии // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63, N 6. С. 500–508.
9. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: Гилем, 2012. 488 с.
10. Bazzaz F.A. The physiological ecology of plant succession // Annual review of ecology, evolution, and systematic. 1979. Vol. 10. P. 351–371.
11. Kowarik I. Human agency in biological invasions: secondary releases foster naturalisation and population expansion of alien plant species // Biological Invasions. 2003. Vol. 5, N 4. P. 293–312.
12. Pavlovic D., Reinhardt C.F., Bozic D., Vrbnicanin S. Determination of *Conyza canadensis* levels of sensitivity to glyphosate trimesium sulphate // International Journal of Agriculture and Biology. 2013. Vol. 15, Iss. 6. P. 1091–1097.
13. Weaver S.E. The biology of Canadian weeds. 115. *Conyza canadensis* // Canadian Journal of Plant Science. 2001. N 81. P. 867–875.

Поступила в редакцию: 12.02.2024

UDC 581.5:574.3

**REPRODUCTION OF *ERIGERON CANADENSIS* L.
IN THE URBANIZED ENVIRONMENTS**

G.Yu. Morozova

Institute of Water and Ecology Problems of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

The features of the reproduction of invasive plants in the urban environments are considered using the example of the North American species *Erigeron canadensis* L. In stressful conditions of the city high plasticity of individuals of *E. canadensis* is observed with maximum growth and development rates, settling on railway embankments, therefrom spreading into urban ecotopes. As far as the plants growing in technogenic areas (ash dump) are concerned, they are characterized by decreased overall size, a significant lower photosynthetic activity and the contribution of individuals to reproduction lower by several times. The least stable indicator of *E. canadensis* reproduction along the urban gradient is the mass of generative organs (CV 98.5 %). The more stable parameter was reproductive effort (RE_1), the coefficient of variation was 49.8 %. The broad response of morphometric parameters to changes in ecotopic conditions can be assessed as a mechanism for the adaptation of *E. canadensis* to conditions in the city.

Key words: *Erigeron canadensis*, reproduction, population, urbanization, invasive plant

Citation: Morozova G.Yu. Reproduction of *Erigeron canadensis* L. in the urbanized environments // Industrial botany. 2024. Vol. 24, N 2. P. 121–125. DOI: 10.5281/zenodo.13323922
