

Е. В. Пикалова

Морфометрические параметры и семенная продуктивность *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen и *Ambrosia trifida* L. в условиях Оренбуржья

Проанализированы морфометрические параметры, репродуктивная способность *Cyclachaena xanthiifolia* и *Ambrosia trifida*. Установлено, что максимальные значения параметров морфометрии и семенной продуктивности характерны для ценопопуляций, произрастающих на территории Сакмарского района Оренбургской области в благоприятных условиях (унавоженный субстрат, постоянное увлажнение (территория водонапорной башни)). Минимальные значения параметров отмечены в более нарушенных местообитаниях (обочина дороги). Сравнительная оценка изменчивости и пластичности как основных показателей, обеспечивающих адаптацию видов к условиям степной зоны Южного Урала, показала, что чем изменчивее признак, тем выше индекс пластичности (I_p). По результатам корреляционного анализа установлено, что положительные корреляции признаков характерны для ценопопуляций, произрастающих в благоприятных условиях.

Ключевые слова: *Ambrosia trifida*, *Cyclachaena xanthiifolia*, морфометрия, репродуктивное усилие, пластичность, корреляция.

В последние десятилетия внимание ученых направлено на изучение процессов натурализации инвазивных видов и оценку степени их угрозы биоразнообразию в регионе. Исследовательские программы в настоящее время сосредоточены на оценке риска для местной растительности в результате вторжения таких видов растений (многочисленные фундаментальные исследования в области таксономии, биологии и экологии видов, охраны природы), а также на разработке методов, позволяющих контролировать их распространение (картографические исследования распространения, методы мониторинга, управления и контроля) [6].

Инвазивные виды довольно широко распространены, в том числе в Оренбургской области. В условиях степной зоны наблюдается активный захват видами новых местообитаний. Подобный успех в условиях нашего региона объясняется отсутствием естественных врагов, контролирующих рост популяций; потреблением ресурсов, не используемых аборигенными видами [6]; открытостью экосистем для инвазий; коротким жизненным циклом видов-трансформеров; их высокой семенной продуктивностью [1].

Наибольшую опасность среди инвазивных видов составляет группа травянистых однолетников. Это типичные рудеральные растения, формирующие мощные банки семян в почве, обладающие высокой пластичностью в условиях антропогенной среды, способные изменять сроки прохождения своего индивидуального развития вместе с сезонной динамикой той экологической системы, частью которой они являются, и поддерживать максимально возможный уровень продукции семян даже при ограниченных ресурсах. Отличительной особенностью семян подобных видов растений является способность сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях в почве на протяжении длительного времени [4].

Приспособление заносных видов к меняющимся условиям среды проявляется по-разному, ведь для каждой подобной инвазии факторы успешности будут свои. Важным диагностическим критерием состояния растений являются показатели ростовых процессов, отражающие раскрытие морфогенеза в исследуемый момент времени, а также положение в популяции. Необходимо обращать внимание и на динамические процессы в популяции.

© Пикалова Е. В., 2020

ях, происходящие в течение вегетационного сезона, поскольку именно они свидетельствуют как о степени завершенности жизненного цикла растений, так и о потребностях в определенных экологических условиях для его прохождения [12].

Материалы и методы исследований

Объектами исследований послужили *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen (циклахена дурнишниковидная) и *Ambrosia trifida* L. (амброзия трехраздельная) — североамериканские инвазивные виды из семейства *Asteraceae* Dumort. Данные виды широко встречаются за рубежом [18—22], а также на территории Российской Федерации [6]. Всесторонним анализом подобных видов занимаются специалисты разных научных областей [1; 2; 4—6; 14; 15]. Следует отметить, что на территории Оренбургской области в последние несколько лет интерес к изучению инвазивных видов повысился, поскольку такие виды с каждым годом активнее занимают новые территории и уже нуждаются в строгом контроле [16; 17]. Несмотря на то что популяционные исследования ведутся, в том числе и специалистами соседних регионов, в частности Республики Башкортостан [2; 7], сведений о таких инвазиях в условиях нашего региона все еще недостаточно, поэтому существует необходимость в продолжении исследований.

Цель настоящего исследования — анализ морфобиологических особенностей инвазивных сорных растений *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen и *Ambrosia trifida* L.

Задачи исследования: изучение параметров морфометрии и репродуктивных показателей растений, оценка пластичности, уровней изменчивости и корреляционной зависимости между признаками.

Расчет индекса пластичности, корреляционных связей, анализ репродуктивных способностей *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen являются принципиально новыми исследованиями, которые вместе с данными по *Ambrosia trifida* L. обеспечивают более полное понимание причин успешной инвазии столь схожих и распространяющихся с одинаково высокой скоростью видов в регионе.

Мониторинговые исследования ценопопуляций (ЦП) на территории Оренбургской области ведутся с 2013 г., и на сегодняшний день работы по выявлению новых и изучению старых очагов инвазии продолжаются. Изучение популяций амброзии и циклахены осуществлялось в течение периода вегетации методом учетных площадок. Для каждого очага инвазии этих видов была проведена оценка параметров морфогенеза по репрезентативным выборкам [8]. Оценка уровней амплитуды изменчивости признаков проводилась с использованием эмпирической шкалы уровней изменчивости С. А. Мамаева [13]. Собранный материал обрабатывался согласно рекомендациям Ю. А. Злобина [9].

Итоги исследований приведены для нескольких популяций каждого вида на примере Сакмарского района Оренбургской области и только за период 2017—2019 гг., поскольку объем фактического материала крайне велик.

Результаты исследований и их обсуждение

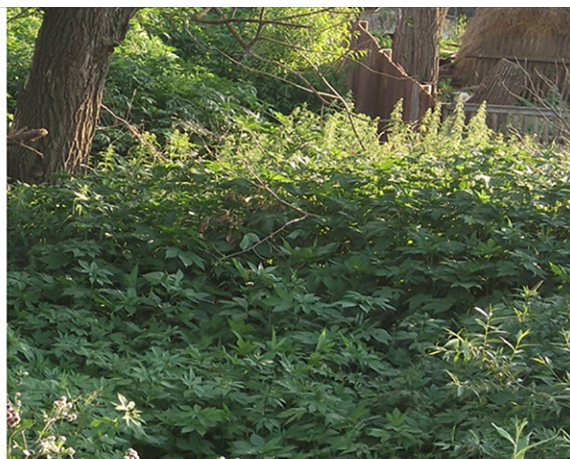
Исследуемые ценопопуляции амброзии и циклахены являются рудеральными и произрастают в местообитаниях разной степени нарушенности:

- придорожные территории (ЦП Украинка, ЦП Украинка 1, ЦП Сакмара 1, ЦП Никольское),
- небольшой овраг с унавоженным субстратом (ЦП Чебеньки),
- территория возле водонапорной башни (ЦП Петропавловка) (рис. 1).

Параметры морфометрии растений *Ambrosia trifida* варьируют в пределах повышенного — очень высокого уровней изменчивости; а у растений *Cyclachaena xanthiifolia* — в пределах среднего — очень высокого уровней изменчивости (табл. 1).



а



б



в



г



д



е

Рис. 1. Модельные популяции *Ambrosia trifida* (а — ЦП Никольское, б — ЦП Чебеньки, в — ЦП Украинка) и *Cyclachaena xanthiifolia* (г — ЦП Украинка 1, д — ЦП Сакмара 1, е — ЦП Петропавловка)

Следует отметить, что чем выше значения коэффициента вариации, тем более изменчив исследуемый признак. Так, очень высокая амплитуда изменчивости ($CV > 40\%$) у растений *Ambrosia trifida* в ЦП Чебеньки характерна для высоты растений, диаметра корзинки, количества цветков в одной корзинке; в ЦП Украинка и ЦП Никольское — для длины соцветия. Для растений *Cyclachaena xanthiifolia* такая амплитуда встречается только в ЦП Петропавловка по высоте растений, диаметру стебля, количеству листьев, длине листа, длине соцветия, количеству корзинок в одном соцветии и цветков в одной корзинке.

Таблица 1

Усредненные данные параметров морфометрии инвазивных видов

Параметр	<i>Ambrosia trifida</i> L			<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen		
	ЦП Чебеньки	ЦП Украинка	ЦП Никольское	ЦП Украинка 1	ЦП Петропавловка	ЦП Сакмара 1
H , см	121,4±4,6	102,6±3,5	92,4±3,0	96,7±3,1	125,8±8,6	82,1±1,7
CV ,%	42,4	25,5	29,8	33,1	43,2	34,6
Ds , мм	3,5±0,3	3,2±0,2	2,9±0,4	3,4±0,3	3,9±0,2	3,2±0,1
CV ,%	21,3	22,4	28,9	21,1	41,1	22,7
NL , шт.	12,1±0,2	10,6±0,4	9,5±0,7	11,8±0,4	16,6±0,8	9,7±0,2
CV ,%	33,4	32,1	36,4	36,1	45,1	32,8
Ll , см	10,2±0,4	8,7±0,3	8,4±0,2	8,2±0,3	11,4±0,4	6,6±0,2
CV ,%	33,7	34,1	28,7	35,1	40,4	31,2
Sl , см	4,4±0,3	3,9±0,3	3,4±0,2	6,4±0,2	7,6±0,5	5,2±0,2
CV ,%	23,4	21,1	24,8	17,6	39,7	22,6
Lch , см	3,2±0,2	3,1±0,3	2,9±0,3	3,1±0,4	3,5±0,2	3,3±0,1
CV ,%	29,8	31,5	33,1	19,8	33,7	24,5
Nvs , шт.	7,2±0,2	6,9±0,2	6,5±0,3	7,5±0,1	11,2±0,1	6,3±0,1
CV ,%	21,1	24,7	29,2	23,6	37,8	26,2
LR , см	10,2±0,2	9,2±0,6	8,4±0,9	9,1±0,2	13,8±0,4	7,1±0,1
CV ,%	33,2	31,1	39,5	23,1	21,6	26,8
dsi , см	8,6±0,3	7,4±0,2	6,9±0,4	8,6±0,3	9,5±1,1	7,4±0,3
CV , %	25,2	42,2	46,0	30,2	15,8	27,2
dc , мм	3,4±0,2	3,1±0,4	3,0±0,2	3,1±0,2	3,3±0,2	2,9±0,2
CV ,%	42,6	35,7	22,4	13,7	35,1	18,9
Nc1 , шт.	26,1±0,6	25,3±0,8	22,6±0,4	36,2±0,9	53,4±3,2	32,1±1,3
CV , %	33,3	22,7	21,1	30,8	42,1	24,8
Nm1c , шт.	21,8±0,6	18,3±0,3	16,1±0,3	26,2±1,4	25,5±1,3	24,2±0,9
CV , %	42,1	33,8	23,1	18,9	40,1	19,8

Условные обозначения: H — высота растений, Ds — диаметр стебля, NL — количество листьев, Ll — длина листа, Sl — ширина листа, Lch — длина черешка, Nvs — количество боковых побегов, LR — длина корня, dsi — длина соцветия, dc — диаметр корзинки, Nc1 — количество корзинок в 1 соцветии, Nm1c — количество цветков в 1 корзинке.

Сравнение параметров морфометрии амброзии показало, что все показатели максимальны в ЦП Чебеньки, произрастающей на унавоженном субстрате, и минимальны в ЦП Никольское, которая сильнее остальных подвергается воздействию со стороны человека. В отношении циклахены ситуация схожая, максимальные значения признаков характерны для ЦП Петропавловка, произрастающей в благоприятных условиях (постоянное увлажнение); минимальные значения также в ЦП Сакмара 1, произрастающей вдоль дороги. ЦП Украинка и ЦП Украинка 1 занимают промежуточное положение по значениям параметров.

Помимо оценки степени изменчивости признаков была оценена их пластичность, которая служит отражением адаптации растений к меняющимся условиям среды. Анализ пластичности строился на основе сопоставления средних значений для растений разных

популяций, разных условий обитания методом регрессионного анализа [10]. Индекс фитоценоотической пластичности для каждого признака вычислялся по формуле:

$$I_p = (A-B)/A,$$

где A — максимальное значение признака; B — минимальное значение признака. Результаты расчетов индекса представлены в таблице 2. Расшифровка условных обозначений для морфометрических параметров приведена в таблице 1.

Индекс пластичности (табл. 2) и коэффициент вариации (табл. 1) сравнивались между собой. Было установлено, что по большей части признаков значения коэффициента вариации прямо пропорциональны значениям индекса пластичности, т.е. более изменчивые признаки обладают большей пластичностью. Например, в ЦП Чебеньки (*A. trifida*) высоким значениям CV (42,4%) по высоте растений соответствуют высокие значения I_p (0,5); CV (42,6%) по диаметру корзинки соответствует значение I_p (0,42); CV (42,1%) по количеству цветков в 1 корзинке соответствует I_p (0,47).

Таблица 2

Индекс пластичности (I_p) параметров морфометрии инвазивных видов

Параметр	<i>Ambrosia trifida</i> L			<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen		
	ЦП Чебеньки	ЦП Украинка	ЦП Никольское	ЦП Украинка 1	ЦП Петропавловка	ЦП Сакмара 1
H , см	0,5	0,17	0,11	0,3	0,56	0,34
Ds , мм	0,16	0,15	0,19	0,11	0,44	0,22
NL , шт.	0,22	0,34	0,38	0,41	0,36	0,32
Ll , см	0,27	0,42	0,19	0,46	0,37	0,29
Sl , см	0,22	0,16	0,23	0,16	0,29	0,21
Lch , см	0,24	0,24	0,26	0,21	0,23	0,26
Nvs , шт.	0,19	0,22	0,19	0,22	0,27	0,24
LR , см	0,26	0,21	0,31	0,23	0,13	0,22
dsi , см	0,21	0,39	0,29	0,29	0,15	0,24
dc , мм	0,42	0,46	0,25	0,12	0,25	0,17
Nc1 , шт.	0,21	0,19	0,15	0,27	0,3	0,24
Nm1c , шт.	0,47	0,41	0,14	0,18	0,34	0,19

Аналогичное соответствие наблюдается и в других ценопопуляциях как амброзии, так и циклахены. Также следует отметить, что низким значениям коэффициента вариации соответствуют более низкие значения индекса пластичности. Такая способность растений инвазивных видов к выраженной изменчивости и пластичности служит своего рода отражением их тактики защиты от неблагоприятных факторов и одновременно инструментом адаптации к условиям степной зоны.

Не менее важными в популяционных исследованиях являются показатели репродуктивной способности инвазивных видов, обеспечивающие более успешную адаптацию к условиям степной зоны Южного Урала. Результаты представлены в таблице 3.

Среднее число семян *Ambrosia trifida* на одном растении составляет 339,1—494,3 шт., в то время как у *Cyclachaena xanthiifolia* — 2240,2—5438,8 шт. Средний вес семян с одного растения у амброзии составил 4,2—6,2 г; вес 100 семян — 0,9—1,3 г; вес растения с корнем — 42,2—55,4 г; длина семени — 4,7—5,1 мм; ширина — 3,4—3,9 мм (табл. 3).

Для циклахены характерны более низкие показатели веса семян с одного растения, так как размеры семян гораздо меньше, чем у амброзии (рис. 2), и составляют 2,3—2,9 г; вес 100 семян — 0,042—0,059 г. Вес растения с корнем 46,1—72,3 г, длина семени — 1,1—1,7 мм, ширина — 1,1—1,2 мм.

Таблица 3

Усредненные данные по репродуктивной способности инвазивных видов

Параметр	<i>Ambrosia trifida</i> L			<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen		
	ЦП Чебеньки	ЦП Украинка	ЦП Никольское	ЦП Украинка 1	ЦП Петропавловка	ЦП Сакмара 1
Число семян на 1 растении, шт.	494,3	367,5	339,1	3221,2	5438,8	2240,2
Вес семян с 1 растения, г	6,2	4,3	4,2	2,5	2,9	2,3
Вес 100 семян, г	1,3	1,0	0,9	0,045	0,059	0,042
Вес растения с корнем, г	55,4	47,9	42,2	58,2	72,3	46,1
Длина семени, мм	5,1	4,9	4,7	1,4	1,7	1,1
Ширина семени, мм	3,9	3,7	3,4	1,1	1,2	1,1
Репродуктивное усилие (РУ), %	12,3	11,3	11,2	4,1	6,6	3,7



Рис. 2. Внешний вид семян: а — *Cyclachaena xanthiifolia*, б — *Ambrosia trifida*

На основе данных веса одного растения с корнем и веса семян с одного растения произведен расчет репродуктивного усилия (РУ) [9]. Репродуктивное усилие амброзии достаточно устойчивое и составляет в среднем от 11,2 до 12,3%. Значения репродуктивного усилия циклахены варьируют от 3,7 до 6,6%. Для однолетних сорняков характерны высокие значения РУ и других репродуктивных показателей (в частности, число семян с одного растения, вес 100 семян), что также подтверждается и в работах других авторов [3; 4; 14]. Причем репродуктивное усилие может быть обусловлено как состоянием самих растений на момент исследования, так и условиями, в которых они произрастают. Если сравнить полученные результаты с данными соседних регионов, например Республики Башкортостан, то можно отметить следующее: репродуктивное усилие для циклахены составляет 6,3%, а количество семян на одном растении — в среднем 7,5 тыс., что гораздо больше, чем в Оренбургской области [4; 14]. Сравнение данных по амброзии тоже свидетельствует о том, что показатели семенной продуктивности в соседнем регионе выше (репродуктивное усилие в среднем 12,3%, число семян на одном растении — в среднем 750 шт., что, вероятно, обусловлено более благоприятным климатом [3].

Самые низкие значения репродуктивных показателей *Ambrosia trifida* отмечены в ЦП Никольское, чуть выше значения в ЦП Украинка, но все это также обусловлено произ-

растением в экологически неблагоприятных условиях (обочина дороги), а высокие значения — в ЦП Чебеньки, произрастающей на почве, богатой азотом за счет навоза. Низкие репродуктивные показатели у *Cyclachaena xanthiifolia* в ЦП Сакмара 1 и ЦП Украинка 1 (придорожные популяции), а максимальные значения — в ЦП Петропавловка (территория возле водонапорной башни).

Также была изучена взаимосвязь между морфологическими признаками и определена степень корреляционной зависимости между ними, т.е. насколько согласованно изменяются признаки относительно друг друга. Для определения тесноты (силы) линейной корреляционной зависимости использована шкала Чеддока [11, с. 10]. В таблицах 4—5 представлены только те группы морфометрических параметров, между которыми обнаружены корреляционные связи.

Таблица 4

Степень корреляционной связи между отдельными признаками в популяциях инвазивных видов

Популяция	Корреляционная связь между длиной корня и высотой растений	Корреляционная связь между высотой растений и длиной соцветия	Корреляционная связь между длиной и шириной листа	Корреляционная связь между длиной соцветия и количеством корзинок в 1 соцветии
<i>Ambrosia trifida</i> L.				
ЦП Чебеньки	0,45	-0,08	0,99	0,37
ЦП Украинка	-0,41	-0,21	0,07	-0,57
ЦП Никольское	0,25	-0,11	0,59	-0,40
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen				
ЦП Украинка 1	0,10	0,11	0,39	0,09
ЦП Петропавловка	0,53	0,20	0,14	-0,20
ЦП Сакмара 1	0,12	-0,15	0,09	-0,06

Данные таблицы 4 показывают, что корреляционная связь между длиной корня и высотой растения может быть как прямой (+) ($r > 0$), так и обратной (-) ($r < 0$). Прямая зависимость, когда при возрастании одного параметра происходит возрастание другого, отмечена во всех изученных ценопопуляциях, кроме ЦП Украинка, где зависимость обратная, т.е. при увеличении длины корня происходит уменьшение высоты растений ($r = -0,41$). При этом в ценопопуляциях амброзии (ЦП Чебеньки и ЦП Никольское) сила корреляционной зависимости между параметрами слабая, а в ценопопуляциях циклахены практически отсутствует (ЦП Украинка 1 и ЦП Сакмара 1), кроме ЦП Петропавловка, там сила связи средняя.

Сравнение коэффициентов корреляции между высотой растений и длиной соцветия показало обратную зависимость во всех ценопопуляциях, кроме ЦП Украинка 1 (зависимость между параметрами положительная (прямая), но практически отсутствует ($r = 0,11$)) и ЦП Петропавловка (зависимость прямая слабой силы).

Между длиной и шириной листа выявлена прямо пропорциональная зависимость во всех ценопопуляциях. У растений *Ambrosia trifida* в ЦП Чебеньки корреляционная связь между параметрами очень сильная ($r = 0,99$), в ЦП Никольское — средняя, а в ЦП Украинка практически отсутствует ($r = 0,07$). У растений *Cyclachaena xanthiifolia* в ЦП Украинка 1 — слабая, а в ЦП Петропавловка и ЦП Сакмара 1 практически отсутствует.

Такие параметры, как длина соцветия и количество корзинок в одном соцветии, находятся в обратной зависимости, за исключением двух ценопопуляций, в которых значе-

ния коэффициента корреляции положительные. В ЦП Чебеньки наблюдается слабая сила корреляционной связи между параметрами ($r = 0,37$), а в ЦП Украинка 1 практически отсутствует.

Коэффициенты корреляционной связи между диаметром корзинки и количеством цветков в одной корзинке у *Ambrosia trifida* варьируют от 0,03 до 0,14 (табл. 5), т.е. зависимость положительная, но слабо выражена. У *Cyclachaena xanthiifolia* коэффициент корреляции варьирует от $-0,18$ до 0,12. Обратная зависимость отмечена в ЦП Украинка 1 и ЦП Сакмара 1, а в ЦП Петропавловка зависимость между параметрами прямая и так же, как у *Ambrosia trifida*, имеет слабую степень выраженности ($r = 0,12$).

Таблица 5

Степень корреляционной связи между отдельными признаками в популяциях инвазивных видов

Популяция	Корреляционная связь между диаметром корзинки и количеством цветков в 1 корзинке	Корреляционная связь между количеством цветков в 1 корзинке и количеством семян	Корреляционная связь между длиной и шириной семени
<i>Ambrosia trifida</i> L.			
ЦП Чебеньки	0,13	0,03	-0,30
ЦП Украинка	0,14	-0,22	-0,37
ЦП Никольское	0,03	0,05	0,42
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen			
ЦП Украинка 1	-0,18	-0,06	0,07
ЦП Петропавловка	0,12	-0,22	0,29
ЦП Сакмара 1	-0,12	0,08	-0,16

Корреляционные связи между количеством цветков в одной корзинке и количеством семян характеризуются обратными зависимостями ($r < 0$) в ЦП Украинка, ЦП Украинка 1, ЦП Петропавловка. В остальных популяциях корреляционные связи между сравниваемыми признаками практически отсутствуют.

Анализ взаимосвязей таких признаков, как длина и ширина семени, показал, что в ЦП Никольское и ЦП Петропавловка сила связи между признаками слабая, в ЦП Украинка 1 — практически отсутствует ($r = 0,07$). В остальных ценопопуляциях отмечена отрицательная связь.

Данные корреляционного анализа позволяют утверждать, что для растений как *Cyclachaena xanthiifolia*, так и *Ambrosia trifida* характерна специфическая система взаимосвязей признаков. Кроме того, положительные корреляции признаков, несмотря на то что в большинстве случаев они слабо выражены, характерны для ценопопуляций, произрастающих в более благоприятных условиях, с меньшим антропогенным воздействием. При усилении негативных факторов сила корреляционных связей, как правило, уменьшается, что тоже служит инструментом адаптации к новым условиям обитания.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- для изученных инвазивных видов характерны высокие значения репродуктивных показателей, прежде всего количества семян на 1 растение (у *Cyclachaena xanthiifolia* это тысячи семян ($\max_{cp} = 3221,2$ шт.), а у *Ambrosia trifida* сотни семян ($\max_{cp} = 494,3$ шт.));
- успешной адаптации видов к условиям степной зоны Южного Урала способствуют высокие значения индексов изменчивости и пластичности, характерные для большей части морфометрических параметров (для *Cyclachaena xanthiifolia* максимальные значения индекса пластичности (I_p) находятся в пределах от 0,29 до 0,56, а коэффициента вариации

ции (CV) — от 40,1 до 45,1%; для *Ambrosia trifida* максимальные значения I_p в пределах от 0,29 до 0,5, а коэффициента вариации — от 42,1 до 46,0%);

- морфометрическим параметрам растений присуща определенная система взаимосвязи, которая позволяет им изменяться относительно друг друга более согласованно в благоприятных условиях. Именно для ценопопуляций, произрастающих в таких условиях, характерно наличие положительных корреляционных связей.

Перечисленные особенности позволяют *Cyclachaena xanthiifolia* и *Ambrosia trifida* с высокой скоростью распространяться в регионе. Именно поэтому комплексный подход к изучению инвазивных ценопопуляций крайне важен, поскольку дает возможность с разных сторон оценить, понять и выявить факторы, способствующие успешной инвазии, и впоследствии разработать более эффективные мероприятия по сдерживанию этого процесса.

Список использованной литературы

1. Абрамова Л. М. Зеленая чума: биологическая угроза растений-чужеземцев // Экология и жизнь. 2011. № 3. С. 70—74.
2. Абрамова Л. М., Голованов Я. М., Хазиахметов Р. М. Инвазивные растения Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 184—186.
3. Абрамова Л. М., Есина А. Г., Нурмиева С. В. Семенная продуктивность двух инвазивных видов семейства Asteraceae в Башкортостане // Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии семенных растений : материалы междунар. конф. памяти Р. Е. Левиной. Ульяновск, 2008. С. 103—105.
4. Абрамова Л. М., Нурмиева С. В. К биологии инвазивного вида *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen в Республике Башкортостан // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 5 (154). С. 131—134.
5. Бобкина Е. М. Адвентивные полинозные растения Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11, № 1 (6). С. 1262—1264.
6. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. М. : ГЕОС, 2009. 494 с.
7. Голованов Я. М., Абрамова Л. М. Материалы к списку инвазионных растений флоры Оренбургской области. Сообщение 1 [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2019. № 1 (29). С. 1—10. URL: http://vestospu.ru/archive/2019/articles/1_29_2019.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2019.29.1.
8. Голубев В. Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1962. 602 с. (Тр. Центрально-Черноземного заповедника им. В. В. Алехина. Вып. 7).
9. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы : Университетская книга, 2009. 263 с.
10. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы : Университетская книга, 2013. 431 с.
11. Ишханян М. В., Карпенко Н. В. Эконометрика. Ч. 1. Парная регрессия : учеб. пособие. М. : МГУПС (МИИТ), 2016. 117 с.
12. Кашин А. С., Крицкая Т. А., Петрова Н. А., Шилова И. В. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений : учеб.-метод. пособие для магистров биол. ф-та [Электронный ресурс]. Саратов, 2015. 127 с. URL: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1376.pdf.
13. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1972. 276 с.
14. Нурмиева С. В. Инвазивные виды Республики Башкортостан // Достижения вузовской науки: от теории к практике : сб. материалов II Всерос. конф. с междунар. участием. Кумертау, 2019. С. 220—223.
15. Олейникова Е. М., Ильичева О. В. Онтогенез и структура ценопопуляций *Cyclachaena xanthiifolia* (Asteraceae) в окрестностях г. Воронежа // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44, № 3. С. 66—74.
16. Пикалова Е. В. Динамика ценопопуляций *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen (цихлаены дурнишничколистной) в Центральном Оренбуржье // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. XX Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 25—27 апр. 2019 г. : в 2 т. М. : РУДН, 2019. Т. 1. С. 130—135.
17. Пикалова Е. В. Распространение и морфометрия *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen и *Ambrosia trifida* L. в центральных районах Оренбургской области [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского

государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2019. № 1 (29). С. 22—29. URL: http://vestospu.ru/archive/2019/articles/3_29_2019.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2019.29.3.

18. Chapman D. S., Haynes T., Beal St., Essl F., Bullock J. M. Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed // *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20, N 1. P. 192—202. DOI: 10.1111/gcb.12380.

19. Crespo M. B., Pena-Martin C., Becker A. S., Dressler S. Type designation for *Cyclachaena xanthiifolia* (*Euphrosyne xanthiifolia*) (Heliantheae, Asteraceae) // *Phytotaxa*. 2015. Vol. 197, N 2. P. 132—138. DOI: 10.11646/phytotaxa.197.2.6.

20. Norsworthy J. K., Jha P., Steckel L. E., Scott R. C. Confirmation and control of glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida*) in Tennessee // *Weed Technology*. 2010. Vol. 24, N 1. P. 64—70. DOI: 10.1614/WT-D-09-00019.1.

21. Qin Z., DiTommaso A., Wu R. S., Huang H. Y. Potential distribution of two *Ambrosia* species in China under projected climate change // *Weed Research*. 2014. Vol. 54, N 5. P. 520—531. DOI: 10.1111/wre.12100.

22. Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D., West C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // *Diversity and Distribution*. 2000. Vol. 6, N 2. P. 93—107. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x.

Поступила в редакцию 14.06.2020

Пикалова Екатерина Васильевна, кандидат биологических наук
Оренбургский государственный университет
460018, Российская Федерация, г. Оренбург, пр-т Победы, 13
E-mail: pikalova.e.v@mail.ru

UDC 581.412:581.95(470.56)

E. V. Pikalova

Morphometric parameters and seed productivity of *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen and *Ambrosia trifida* L. in the conditions of the Orenburg region

The article analyzes the morphometric parameters and reproductive ability of *Cyclachaena xanthiifolia* and *Ambrosia trifida*. It has been established that the maximum values of morphometry and seed productivity parameters are characteristic of cenopopulations, growing under favorable conditions (manure substrate, conditions of constant moisture (territory of the water tower)). Minimum parameter values are noted in more disturbed habitats (roadside). A comparative assessment of variability and plasticity showed that the more variable the trait is the higher the plasticity index (I_p) is. The results of the correlation analysis claim that positive correlations of characters are characteristic of cenopopulations growing under favorable conditions.

Key words: *Ambrosia trifida*, *Cyclachaena xanthiifolia*, morphometry, reproductive ability, plasticity, correlation.

Pikalova Ekaterina Vasilievna, Candidate of Biological Sciences
Orenburg State University
460018, Russian Federation, Orenburg, pr-t Pobedy, 13
E-mail: pikalova.e.v@mail.ru

References

1. Abramova L. M. Zelenaya chuma: biologicheskaya ugroza rastenii-chuzhezemtsev [A green plague: biological threat that comes from plants-strangers]. *Ekologiya i zhizn'*, 2011, no. 3, pp. 70—74. (In Russian)
2. Abramova L. M., Golovanov Ya. M., Khaziakhmetov R. M. Invazivnye rasteniya Orenburgskoi oblasti [Invasive plants of the Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 1 (63), pp. 184—186. (In Russian)
3. Abramova L. M., Esina A. G., Nurmieva S. V. Semennaya produktivnost' dvukh invazivnykh vidov semeistva Asteraceae v Bashkortostane [Seed productivity of two invasive species of the family Asteraceae in Bashkortostan]. *Sovremennye problemy morfologii i reproductivnoi biologii semennykh rastenii: materialy*

- mezhdunar. konf. pamyati R. E. Levinoi* [Modern problems of morphology and reproductive biology of seed plants: Proceed. of the Internat. sci. conf. in memory of R. E. Levina]. Ulyanovsk, 2008, pp. 103—105. (In Russian)
4. Abramova L. M., Nurmieva S. V. K biologii invazivnogo vida *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen v Respublike Bashkortostan [Biology of the invasive species *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen in the Republic of Bashkortostan]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of the Orenburg State University*, 2013, no. 5 (154), pp. 131—134. (In Russian)
 5. Bobkina E. M. Adventivnye pollinoznye rasteniya Samarskoi oblasti [Adventitious pollinose plants of Samara oblast]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN — Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2009, vol. 11, no. 1 (6), pp. 1262—1264. (In Russian)
 6. Vinogradova Yu. K., Maiorov S. R., Khorun L. V. *Chernaya kniga flory Srednei Rossii* [The Black Book of Central Russia Flora]. Moscow, GEOS Publ., 2009. 494 p. (In Russian)
 7. Golovanov Ya. M., Abramova L. M. Materialy k spisku invazionnykh rastenii flory Orenburgskoi oblasti. Soobshchenie 1 [Materials to the list of invasive species of Orenburg region flora. Message 1]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2019, no. 1 (29), pp. 1—10. Available at: http://vestospu.ru/archive/2019/articles/1_29_2019.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2019.29.1. (In Russian)
 8. Golubev V. N. *Osnovy biomorfologii travyanistykh rastenii tsentral'noi lesostepi* [Fundamentals of biomorphology of herbaceous plants of the central forest-steppe zone]. Voronezh, Voronezh. un-t Publ., 1962. 602 p. (Tr. Tsentral'no-Chernozemnogo zapovednika im. V. V. Alekhina. Is. 7). (In Russian)
 9. Zlobin Yu. A. *Populyatsionnaya ekologiya rastenii: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta* [Population plant ecology: current state, points of growth]. Sumy, Universitetskaya kniga Publ., 2009. 263 p. (In Russian)
 10. Zlobin Yu. A., Sklyar V. G., Klimenko A. A. *Populyatsii redkikh vidov rastenii: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya* [Populations of rare plant species: theoretical foundations and research methods]. Sumy, Universitetskaya kniga Publ., 2013. 431 p. (In Russian)
 11. Ishkhanyan M. V., Karpenko N. V. *Ekonometrika. Ch. 1. Parnaya regressiya* [Econometrics. Part 1. Pairwise regression]. Moscow, MGUPS (MIIT) Publ., 2016. 117 p. (In Russian)
 12. Kashin A. S., Kritskaya T. A., Petrova N. A., Shilova I. V. *Metody izucheniya tsenopopulyatsii tsvetkovykh rastenii* [Methods for studying cenopopulations of flowering plants]. Saratov, 2015. 127 p. Available at: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1376.pdf. (In Russian)
 13. Mamaev S. A. *Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii* [Forms of intraspecific variability of woody plants]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 276 p. (In Russian)
 14. Nurmieva S. V. Invazivnye vidy Respubliki Bashkortostan [Invasive species of the Republic of Bashkortostan]. *Dostizheniya vuzovskoi nauki: ot teorii k praktike: sbornik materialov II Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Achievements of university science: from theory to practice. Proceed. of the II All-Russia conf. with international participation]. Kumertau, 2019, pp. 220—223. (In Russian)
 15. Oleinikova E. M., Il'icheva O. V. Ontogenez i struktura tsenopopulyatsii *Cyclachaena xanthiifolia* (Asteraceae) v okrestnostyakh g. Voronezha [Ontogenesis and structure of *Cyclachaena xanthiifolia* (Asteraceae) coenopopulations in the neighborhoods of Voronezh]. *Rastitel'nye resursy*, 2008, vol. 44, no. 3, pp. 66—74. (In Russian)
 16. Pikalova E. V. Dinamika tsenopopulyatsii *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen (tsyklakheny durnishnikolistnoi) v Tsentral'nom Orenburzh'e [The dynamics of cenopopulations of *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen in the Central Orenburg region]. *Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya: sbornik nauch. trudov XX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Moskva, 25—27 apr. 2019 g.: v 2 t.* [Urgent problems of ecology and nature management. Collect. of sci. works of XX Internat. sci.-pract. conf. Moscow, April 25—27, 2019. In 2 vols.]. Moscow, RUDN Publ., 2019, vol. 1, pp. 130—135. (In Russian)
 17. Pikalova E. V. Rasprostranenie i morfometriya *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen i *Ambrosia trifida* L. v tsentral'nykh raionakh Orenburgskoi oblasti [Distribution and morphometry of *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen and *Ambrosia trifida* L. in the Central districts of the Orenburg region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2019, no. 1 (29), pp. 22—29. Available at: http://vestospu.ru/archive/2019/articles/3_29_2019.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2019.29.3. (In Russian)
 18. Chapman D. S., Haynes T., Beal St., Essl F., Bullock J. M. Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed. *Global Change Biology*, 2014, vol. 20, no. 1, pp. 192—202. DOI: 10.1111/gcb.12380.
 19. Crespo M. B., Pena-Martin C., Becker A. S., Dressler S. Type designation for *Cyclachaena xanthiifolia* (*Euphrosyne xanthiifolia*) (*Heliantheae*, *Asteraceae*). *Phytotaxa*, 2015, vol. 197, no. 2, pp. 132—138. DOI: 10.11646/phytotaxa.197.2.6.

20. Norsworthy J. K., Jha P., Steckel L. E., Scott R. C. Confirmation and control of glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida*) in Tennessee. *Weed Technology*, 2010, vol. 24, no. 1, pp. 64—70. DOI: 10.1614/WT-D-09-00019.1.
21. Qin Z., DiTommaso A., Wu R. S., Huang H. Y. Potential distribution of two *Ambrosia* species in China under projected climate change. *Weed Research*, 2014, vol. 54, no. 5, pp. 520—531. DOI: 10.1111/wre.12100.
22. Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D., West C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution*, 2000, vol. 6, no. 2, pp. 93—107. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x.