



УДК 581.9

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L., *IVA XANTHIIFOLIA* NUTT., *XANTHIUM ALBINUM* (L.) WIDD. H. SCHOLZ НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ¹

В.К. Тохтарь, Ю.Е. Волобуева

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

Изучены морфометрические признаки популяций близкородственных адвентивных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt. и *Xanthium albinum* (L.) Widd. H. Scholz на юго-западе Среднерусской возвышенности, определена степень их отклонения от взятых за стандарт признаков популяций. Определен характер изменчивости 10 параметров трех исследуемых видов растений в различных по степени антропогенной трансформированности экотопах.

Ключевые слова: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Xanthium albinum* (L.) Widd. H. Scholz, морфометрические признаки, нормированное отклонение признаков.

Введение

Влияние чужеродных, инвазионных организмов на флору, фауну и, в целом, на общество приобретает, в настоящее время, глобальное значение [1–10]. Изучение изменчивости количественных морфологических признаков инвазионных растений в процессе их натурализации дает возможность выявить особенности адаптации чужеродных видов в конкретных природно-климатических условиях. Полученные результаты могут не только дать новые возможности для осуществления прогноза изменения структур популяций и их состояния в различных местообитаниях, проведения мониторинговой оценки степени антропогенного воздействия на фитобиоту, но и будут способствовать разработке способов и методов контроля распространения чужеродных видов и выделению наиболее информативных маркерных морфологических признаков, детерминирующих структуру популяций в различных эколого-фитоценологических условиях.

Несмотря на то, что во многих частных случаях, при изучении отдельных модельных видов удается определить морфометрические признаки, с помощью которых адвентивный вид внедряется в местные фитоценозы, на сегодняшний день не выявлены такие универсальные признаки или их сумма, которые достоверно детерминируют успешность инвазии. В разных условиях преимущества в своем распространении виды могут получать за счет различных морфометрических признаков и разных биоэкологических особенностей растений [11].

Такие морфометрические признаки, как длина стебля, длина корневой системы, ширина листа, длина соцветия, число семян на одно растение, масса семян с одного растения, масса 100 семян (масса 10 семян относится только к *Xanthium albinum*), масса растения во многих случаях характеризуются высоким уровнем информативности для оценки виталитетного и морфологического статуса растений [12].

Целью нашего исследования было изучение изменчивости морфометрических признаков растений в различных популяциях инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt. и *Xanthium albinum* (L.) Widd. H. Scholz на юго-западе Среднерусской возвышенности.

Объект, материалы и методы исследования

Объектами исследования были популяции родственных инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium albinum* из трибы *Asterea* (*Asteraceae*). Все измерения растений в популяциях проводили в один сезон в фазу плодоношения.

¹Исследования выполнены в рамках реализации государственного контракта № проекта 14.518.11.7066 Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом.

Нами были исследованы популяции, в которых совместно произрастали все три изучаемых вида. Исключением являются популяции № 8 (отсутствует *Xanthium albinum*) и № 10 (отсутствует *Ambrosia artemisiifolia*). В Белгородской области были изучены следующие популяции:

№1 – с. Стрелецкое, автодорога Москва–Харьков, 663-й км; №2 – г. Губкин, с. Долгое, ж/д станция «Чаплыжная»; №3 – пос. Политотдел, поле экспериментального участка эхинацеи пурпурной филиала Всероссийского института лекарственных и ароматических трав; №4 – Борисовский район, вблизи охраняемой территории участка заповедника «Белогорье» «Лес на Ворскле», рудеральный участок; №5 – ул. Бульвар Юности, участок строительства; №6 – ул. Есенина, заброшенный склад строительной техники; №7 – Шебекинский р-н, с. Зиборовка, пастбище за жилыми домами; №8 – г. Строитель, яр возле посадки размытый стоком воды; №9 – Шебекинский район, ООПТ «Бекаряковский бор», между территорией заповедника и рекой Нежеголь; №10 – Борисовский район, территория участка заповедника «Белогорье» «Лес на Ворскле».

Отклонения значений морфологических признаков растений от значений признаков растений в популяции, взятой за стандарт, оценивали с помощью метода, предложенного С.Р. Царапкиным [13]. Для этого рассчитывали нормированное отклонение (δ) и коэффициент дивергенции (КД) всех исследуемых признаков. В процессе изучения морфологических признаков растений были использованы средние данные десяти параметров: А – длина стебля (см); В – длина корневой системы (см); С – ширина листовая пластинки (см); D – длина листовая пластинки (см); Е – длина соцветия (см); F – число семян на 1 растение (шт.); G – масса семян с одного растения (г); H – масса 100 семян (г) (масса 10 семян у *Xanthium albinum*); I – масса листьев (г); J – масса растения с корневой системой (г).

Популяция №10 была взята нами за стандарт для видов *Iva xanthiifolia* и *Xanthium albinum*, поскольку она сформировалась в наименее антропогенно трансформированной среде на заповедной территории. При изучении растений *Ambrosia artemisiifolia* за стандартную популяцию была взята популяция №9, которая произрастает в условиях, наиболее приближенных к природным условиям региона, и занимает экотопы, характеризующиеся слабой антропогенной нарушенностью.

Дивергенция изучаемых признаков является отражением степени отклонений средних значений сравниваемыми между собой выборкам по отношению к соответствующим параметрам стандарта, которые выражаются в едином масштабе. Нанесение на график полученных в ходе вычисления нормированных отклонений признаков позволяет визуализировать данные по степени расхождения морфометрических признаков растений в популяциях [13]. С помощью вычисления коэффициентов дивергенции признаков растений в исследуемых популяциях был проведен сравнительный анализ их сходства и различия относительно стандарта [14].

Результаты и их обсуждение

Результаты измерений представлены в виде профилей нормированных отклонений морфометрических признаков растений (рис. 1, 2, 3). На графиках показана степень отклонений значений признаков от стандарта. Из рисунка 1 можно сделать вывод о том, что наиболее отклоняющимися от стандартной популяции признаками в популяциях растений *A. artemisiifolia* являются такие признаки, как «число семян на 1 растение» и «масса листьев». Популяция №8 характеризуется наибольшим отклонением по количеству семян на одно растение, популяции №4 и №5 – значительным отклонением значений массы листьев. Остальные популяции по значениям морфометрических признаков близки к стандартной популяции, хотя наблюдаются и различия по этим двум параметрам.

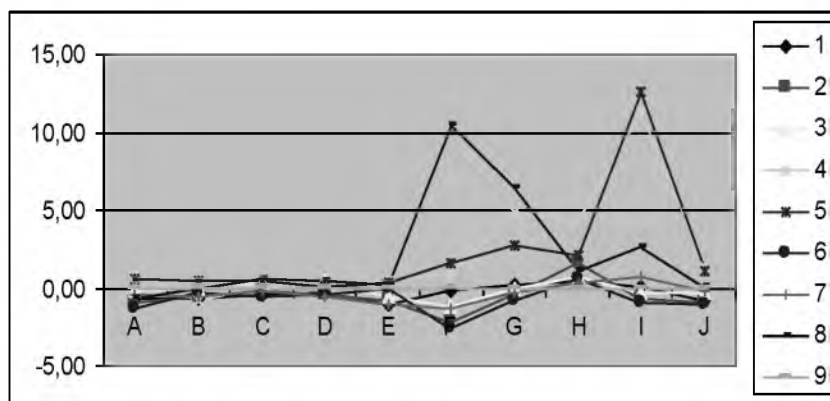


Рис. 1. Профиль отклонений признаков популяции *Ambrosia artemisiifolia* L. от стандартной популяции (№ 9 – соответствует нулевому значению на графике). Условные обозначения: 1–9 – значения коэффициентов дивергенции признаков изученных популяций по отношению к стандартной, А–J – изученные морфометрические признаки (здесь и далее обозначения популяций и признаков приведены в тексте)

Рассматривая значения второго графика (см. рис. 2) заметна другая направленность отклонений признаков. В популяциях растений *I. xanthiifolia* наиболее четко видны отличия между значениями таких признаков как длина и ширина листа. Большие значения отклонений этих признаков отмечены для растений, произрастающих в популяции на рудеральном участке в Борисовском районе (популяция №4), в меньшей степени – в районе стройки в г. Белгород, на насыпи железной дороги в г. Губкин, и на склонах яра в г. Строитель (популяции №5, №2, №8 – соответственно). Значения морфометрических признаков натурализовавшейся популяции близки к популяции *I. xanthiifolia*, произрастающей на участке в районе пастбища вблизи с. Зиборовка Шебекинского района (популяция №7) и на нарушенном антропогенным воздействием участке вблизи одной из особо охраняемых территорий – «Бекарюковского бора» (популяция №9).

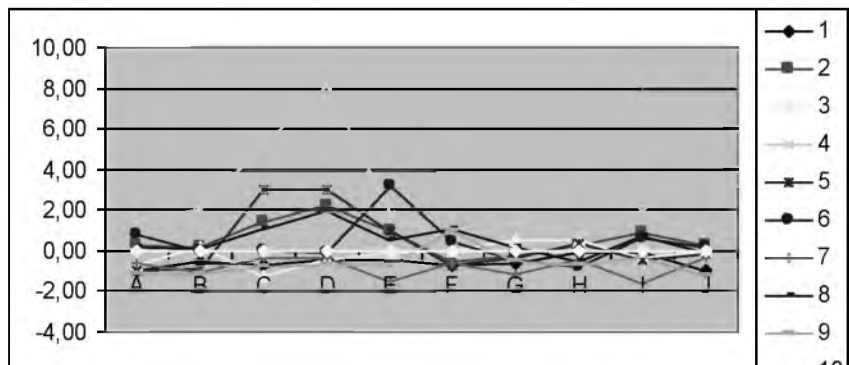


Рис. 2. Профиль отклонений признаков популяции *Iva xanthiifolia* Nutt. от стандартной популяции (№ 10 – соответствует нулевому значению на графике).
Условные обозначения: 1–9 – значения коэффициентов дивергенции признаков изученных популяций по отношению к стандартной, А–J – изученные морфометрические признаки

Анализ нормированных отклонений признаков в популяциях *Xanthium albinum* (см. рис. 3) показал отличную от вышеуказанных тенденцию отклонений нормированных значений признаков от таковых в стандартной популяции. Нами отмечены значительные отклонения значений средней массы семян растений, произрастающих на рудеральном участке в Борисовском районе (популяция №8). Все исследуемые популяции *X. albinum* отличаются от стандартной по следующим признакам: «масса листьев», в меньшей степени «длина листовая пластинки» и «число семян на одно растение». Отрицательное нормированное отклонение наблюдается в популяции, произрастающей на территории заброшенного склада (популяция № 6).

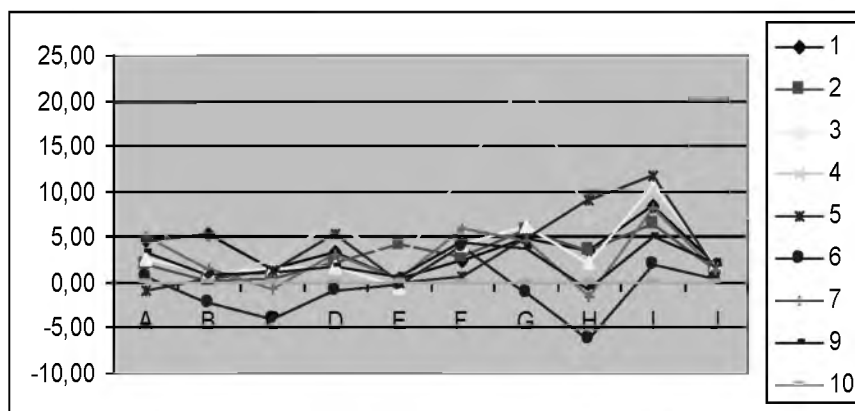


Рис.3. Профиль отклонений признаков популяции *Xanthium albinum* L. (Widd. H. Scholz) от стандартной популяции (№ 10 – соответствует нулевому значению на графике).
Условные обозначения: 1–9 – значения коэффициентов дивергенции признаков изученных популяций по отношению к стандартной, А–J – изученные морфометрические признаки

Таким образом, оценивая значения коэффициентов дивергенции морфологических признаков растений в исследованных популяциях видов *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia* и *Xanthium albinum* на юго-западе Среднерусской возвышенности (табл.) можно отметить существенные различия в характере отклонений признаков у исследуемых видов.



Для популяций *A. artemisiifolia* наиболее отклоняющимися от стандартной популяции признаками оказались: «масса листьев» (5.56) и «число семян на одном растении» (4.21). Наименее отличающимися от признаков стандартной популяции являются длина и ширина листовой пластинки, длина корневой системы, соцветия и стебля.

Средние значения КД морфометрических признаков у растений *I. xanthiifolia* варьируют в широких пределах: от 0.57 до 2.85. Наиболее отклоняющимися признаками являются длина (2.85) и ширина (2.14) листовой пластинки.

Суммарные значения коэффициентов дивергенции большинства изучаемых параметров (исключением являются длина и ширина листовой пластинки) в популяциях *X. albinum* характеризуются более высокими значениями, чем у вышеназванных исследуемых видов растений. В большей степени от стандартной популяции отклоняются такие параметры, как: масса семян с 1 растения (6.92), масса 10 семян (4.82), масса растения с корневой системой (3.82), число семян на одно растение (3.37), масса листьев (3.20).

Таблица

Коэффициенты дивергенции признаков изученных растений в популяциях *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Xanthium albinum* (L.) Widd. H. Scholz.

Морфологические признаки	Коэффициент дивергенции признаков растений в популяциях различных видов		
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Iva xanthiifolia</i>	<i>Xanthium albinum</i>
Длина стебля	0.77	0.92	2.62
Длина корня	0.41	0.99	2.07
Ширина листовой пластинки	0.42	2.14	2.02
Длина листовой пластинки	0.39	2.85	2.29
Длина соцветия	0.65	1.42	1.49
Число семян на одном растении	4.21	0.71	3.37
Масса семян на одном растении	2.77	0.75	6.92
Масса 100 семян	1.37	0.57	4.82
Масса листьев	5.56	1.02	3.20
Полная масса растений с корневой системой	0.90	0.67	3.83

Изучение 10 морфометрических признаков растений в 28 популяциях инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium albinum* на юго-западе Среднерусской возвышенности позволило определить различия между ними. Характер изменчивости в исследованных популяциях этих видов различен. У растений *I. xanthiifolia* нормированные отклонения морфометрических параметров существенны для значений длины и ширины листовой пластинки растений, особенно увеличиваясь в популяциях, формирующихся в наиболее антропогенно трансформированной среде. Вполне вероятно, что эти признаки являются перспективными для мониторинговой оценки состояния окружающей среды. Средние значения отклонений исследуемых признаков растений в популяциях являются проявлением реакции растений на существующие условия среды. Отмеченный пик семенной продуктивности *Xanthium albinum* в пределах рудерального участка свидетельствует о благоприятных условиях для растений этого вида, существующих здесь.

Таким образом, исследование дивергенции количественных морфологических признаков растений у видов *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium albinum* позволило выявить различия между популяциями, которые формируются в природных и антропогенно трансформированных экотопах региона. Характер изменчивости признаков у изученных нами близких филогенетически, родственных, североамериканских видов существенно отличается, что вероятно связано со временем их заноса, степенью натурализации и стратегией колонизации экотопов в регионе.

Список литературы

1. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991. – 168 с.
2. Виноградова Ю.К., С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.
3. Волобуева Ю.Е., Тохтарь В.К. Изменчивость семян *Ambrosia artemisiifolia* L. Различного географического происхождения // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2012. – № 21 (140); Вып. 21 – С. 19–23.
4. Волобуева Ю.Е., Тохтарь В.К. Особенности формирования популяций инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Xanthium albinum* L. на юге Средне-русской возвышенности // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2012. – №3 (122); Вып. 18. – С. 55–60.



5. Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Ботан. журн. – 1979. – Т. 64, №12. – С. 1697–1713.
6. Нотов А.А. Новые для Тверской области адвентивные виды // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2008. – Т. 113, Вып. 3. – С. 66.
7. Полуянов А. В. Адвентивный компонент во флоре города Курска // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: матер. науч. конф. под ред. В.С. Новикова и А.В. Щербакова. – М.–Тула, 2003. – С. 81–82.
8. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев, Наук. думка, 1991. – 202 с.
9. Тохтарь В.К., Виноградова Ю.К., Грошенко С.А. Микроэволюция и инвазивность видов рода *Oenothera* L. в Европе // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2011. – №2. – С. 194–206. <http://www.sevin.ru/invasjour>
10. Тохтарь В.К., Петин А.Н. Эволюция и дифференциация фитобиоты при антропогенном воздействии в степной и лесостепной зонах // Известия РАН. Сер. географическая. – 2012. – № 6. – С. 83–91.
11. Тохтарь В.К., Грошенко С.А. Глобальные инвазии адвентивных видов растений: проблемы и перспективы исследований // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2008. – №7 (47); Вып. 7 – С. 50–55.
12. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений современное состояние, точки роста. – Сумы: Университетская книга. – 2009. – 263 с.
13. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике: Учебное пособие. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
14. Кустова О.К. Сравнительно-морфологический анализ генеративных органов видов рода *Lavandula* L. // Промышленная ботаника. – 2010. – №10. – С. 139–147.

STUDY OF *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L., *IVA XANTHIIFOLIA* NUTT., *XANTHIUM ALBINUM* (L.) WIDD. H. SCHOLZ MORPHOMETRICAL FEATURES IN THE SOUTH-WEST OF MIDDLE RUSSIAN UPLAND

V.K. Tokhtar, Ju.Ye. Volobuyeva

Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

The morphometric characteristics of of closely related invasive species *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Xanthium albinum* (L.) Widd. H. Scholz populations in the south-west Middle Russian Upland as well as the degree of deviation from a standard combined populations are studied. The character of variability for 10 parameters of three studied species of plants in different in degree of anthropogenic transformation territories has been determined.

Keywords: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Xanthium albinum* (L.) Widd. H. Scholz, morphometric characteristics, standard deviation.