

*На правах рукописи*

МАЗУР Наталья Викторовна

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ  
МЕЛКОЛЕПЕСТНИКА КАНАДСКОГО (*CONYZA CANADENSIS* (L.)  
CRONQ. *ASTERACEAE*) В СИНАНТРОПНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ  
НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

03.02.01 – ботаника

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Белгород – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Научный руководитель **Тохтарь Валерий Константинович**,  
доктор биологических наук

Официальные оппоненты: **Виноградова Юлия Константиновна**,  
доктор биологических наук,  
зам. директора по науке  
федерального государственного бюджетного  
учреждения науки «Главный ботанический сад  
им. Н.В. Цицина» РАН

**Полуянов Александр Владимирович**,  
кандидат биологических наук, доцент,  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Курский государственный университет»

**Ведущая организация** – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный университет»

Защита состоится 25 декабря 2012 г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.015.12 при ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» по адресу: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: D212.015.12@bsu.edu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

Автореферат разослан « \_\_ » ноября 2012 г. и размещен на сайтах: <http://www.bsu.edu.ru> и <http://vak.ed.gov.ru>

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат биологических наук



Н.Г. Габрук

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Современный этап развития мирового сообщества является периодом постепенного восприятия идеологии инвайронментализма, признания зависимости каждого человека и человечества в целом от биосферы. В системе этих вопросов самой актуальной является проблема сохранения биологического разнообразия. Влияние чужеродных, инвазионных организмов на флору, фауну и, в целом, на общество приобретает глобальное значение (Горчаковский, 1979; 1984; Бурда, 1991; Протопопова, 1991; Pysek, 1993; Richardson, 2000; Абрамова, Миркин, 2000; Полуянов, 2003; 2005; Тохтарь, 2005; Виноградова, 2006; Нотов, 2008; 2009; Виноградова, 2012), поскольку в настоящее время проблемы, связанные с их распространением в мире, могут быть решены лишь на международном уровне.

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.

Выявление закономерностей внедрения в естественные сообщества растений возможно, в первую очередь, на модельных объектах, видах или популяциях, обладающих общностью эволюционной и филогенетической истории развития, комплексом близких эколого-биологических характеристик, которые способствуют обособлению конкретной группы растений. Удобным модельным объектом исследования является североамериканский инвазионный вид *Conyza canadensis* (L.) Cronq., который воплощает в себе все основные черты «идеального растения-колонииста» Центрально-Черноземного региона России.

Исследования частично поддержаны грантом Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ГК № 16.740.11.0053 от 01.09.2010. Результаты исследовательской работы отмечены стипендией губернатора Белгородской области.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования было определение характера изменчивости количественных морфологических признаков в популяциях инвазионного североамериканского вида *C. canadensis*.

Для достижения этой цели нами были поставлены следующие задачи исследования:

1. Изучить структуру количественных морфологических признаков *C. canadensis*, в популяциях техногенных, квазиприродных и природных местообитаний юго-запада Среднерусской возвышенности;
2. Исследовать корреляционные связи и структуры морфологических

признаков *C. canadensis* в экотопах различной степени антропогенной трансформированности;

3. Провести исследование сходства и различия географически удаленных популяций *C. canadensis* по морфологическим признакам;

4. Проанализировать таксономическую и типологическую структуру видового состава растительных сообществ с участием *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных и природных экотопах региона;

5. Создать модель изменения параметров морфологических признаков растений *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных, природных экотопах на юго-западе Среднерусской возвышенности.

**Научная новизна.** На основании критического анализа гербарного материала Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург, LE), Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (г. Москва, MW), Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН (г. Москва, МНА), Белгородского государственного университета (г. Белгород, BSU), Курского государственного университета (г. Курск, KURS) и в ходе проведения полевых исследований инвазионного, североамериканского вида *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности уточнен характер его распространения в данном регионе. Установлено, что изменчивость генеративных признаков во всех изученных популяциях существенно ниже, чем вегетативных. Впервые изучена структура видового состава растительных сообществ с участием *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных и природных экотопах.

Изучение дивергенции морфологических признаков свидетельствует о том, что популяция, формирующаяся в природных экотопах, отличается от популяций техногенных и квазиприродных местообитаний по комплексу признаков. Для нее характерны меньшие коэффициенты вариации изученных параметров, более высокие значения репродуктивного усилия и более низкие – фотосинтетического, средние параметры моды и медианы признаков в популяциях. Установлено, что значения морфологических признаков растений, произрастающих на меловых склонах, существенно отличаются от тех, которые характерны для остальных изученных популяций.

Изменения корреляционных структур морфологических признаков *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных и природных экотопах региона позволяет говорить об их адаптационных перестройках, происходящих в зависимости от характера антропогенного воздействия.

Впервые построена модель изменения маркерных параметров морфологических признаков растений *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных, природных экотопах на юго-западе Среднерусской возвышенности.

**Практическая значимость.** Данные геоботанических описаний сообществ с участием *Conyza canadensis* будут использованы при составлении чеклиста флоры юго-запада Среднерусской возвышенности. Приводимые в работе сведения применяются при разработке комплекса учебно-методической дисциплины «Оценка и прогноз формирования фитобиоты под воздействием

антропогенных факторов» для специальностей «Биология», «Природопользование».

Материалы о распространении редких видов растений, произрастающих в сообществах с участием *C. canadensis*, могут быть использованы при переиздании Красной книги Белгородской области и в практической деятельности природоохранных организаций.

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Значения изученных аллометрических морфологических признаков растений и ряда маркерных статистических параметров в популяциях инвазионного североамериканского вида *Conyza canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности последовательно изменяются в различных условиях среды в техногенных, квазиприродных и природных экотопах.

2. Корреляционные структуры морфологических признаков популяций *Conyza canadensis* претерпевают адаптационные перестройки, связанные с изменением типа и интенсивности антропогенного воздействия в техногенных, квазиприродных и природных экотопах изученного региона.

**Апробация результатов исследования.** Материалы диссертации были представлены на ежегодной научной конференции «Флора и растительность Центрального Черноземья» (г. Курск, 2009), Международной научно-практической конференции «Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения» (г. Белгород, 2009), VII Совещании по флоре Средней России (г. Курск, 2011), а также обсуждались на ежегодных заседаниях научно-технического совета Ботанического сада НИУ «БелГУ» и кафедре биотехнологии и микробиологии НИУ «БелГУ».

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 9 статей, в том числе 5 в изданиях перечня ВАК РФ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы (всего 133 наименований, в том числе 41 на иностранных языках). Основной текст изложен на 141 странице включает 10 таблиц, 22 рисунка, 1 приложение.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ИНВАЗИОННОГО СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОГО ВИДА *CONYZA CANADENSIS***

**1.1. Эколого-биологические особенности *Conyza canadensis*.** По общему габитусу и продолжительности жизненного цикла растения этого вида относятся к однолетним или озимым двулетним жизненным формам. В разделе приведена детальная характеристика экологических и биологических особенностей вида.

Изучение растений *C. canadensis* в ряде техногенных экотопов позволяет говорить о наличии в этих условиях видимых морфологических изменений,

которые часто выражаются в появлении тератных форм, среди которых самым распространенным типом является фасциация стебля. Анализ микрофотографий позволил нам отметить наличие деформированных устьичных аппаратов у некоторых растений *C. canadensis*, произрастающих в условиях сильного антропогенного воздействия (рис. 1 а, б). Это свидетельствует о том, что реакция растений на условия среды в техногенных экотопах происходит уже на клеточном уровне.

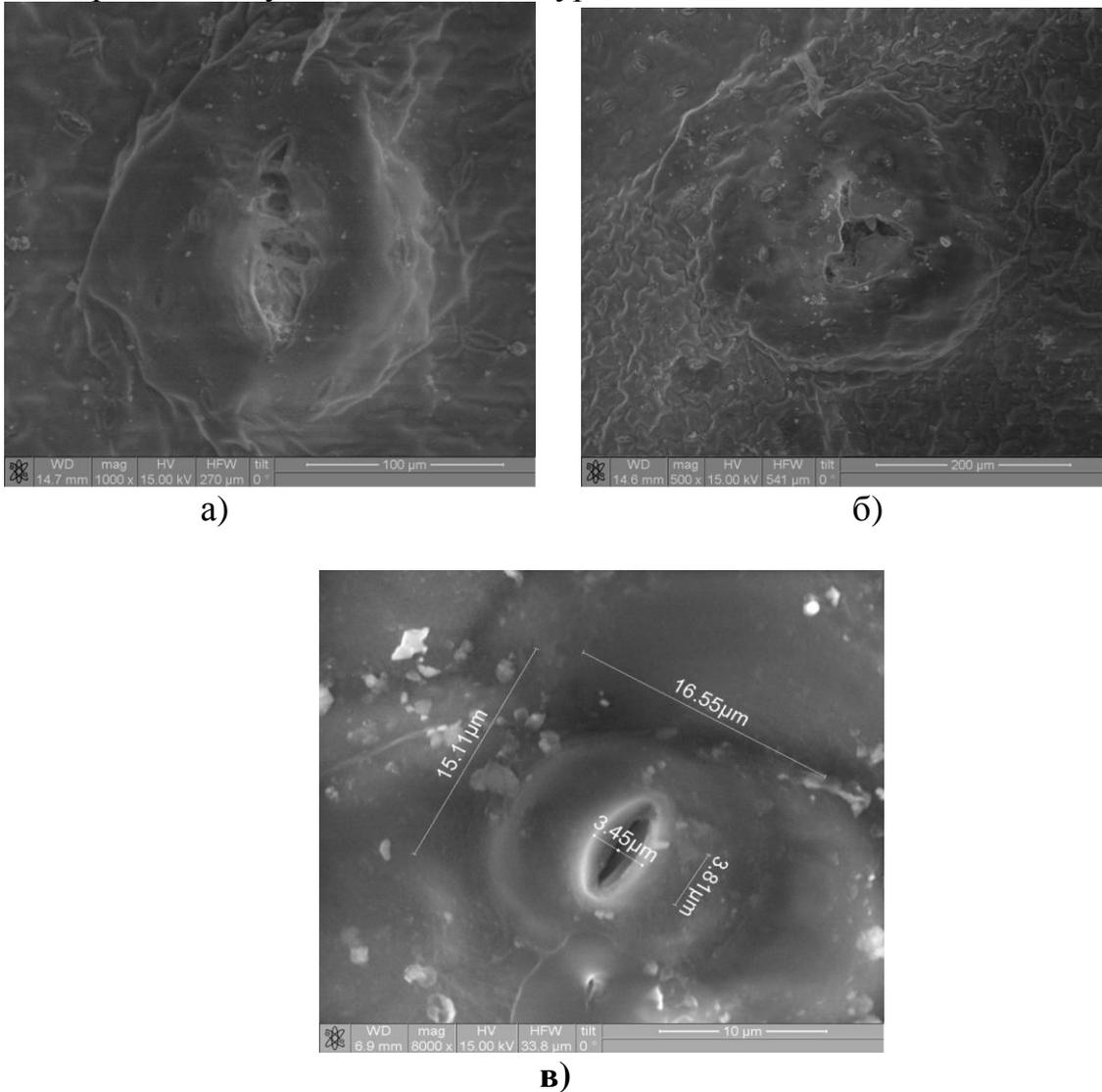


Рисунок 1. Морфологические особенности устьиц *Conyza canadensis* в техногенных и природных условиях ( $\times 8000$ ): а) устьица растений, произрастающих в техногенных местообитаниях (г. Белгород, на территории ОАО «Белгородасбестоцемент») б) устьица растений, произрастающих в техногенных местообитаниях (г. Белгород, на территории ЗАО «Белгородский цемент»; в) устьица растений в природных местообитаниях (на территории заповедника «Лес на Ворскле»).

## 1.2. История распространения инвазионного вида *Conyza canadensis*.

В данном разделе диссертации в хронологическом порядке проведен анализ распространения *Conyza canadensis*, определены пути миграции вида в

Европе, отмечены первые находки растений в России (Виноградова, 2006). Анализ распространения вида в регионе, проведенный нами с учетом изучения гербарных образцов и в результате полевых исследований, свидетельствует о том, что *Conyza canadensis* присутствует практически во всех административных районах Белгородской области. В настоящее время он полностью натурализовался в регионе и продолжает интенсивно расширять свой ареал, колонизируя все новые экотопы. Характер распространения вида в регионе, по-видимому, не лимитирован природно-климатическими особенностями, однако может быть связан с микроклиматическими условиями или с отсутствием занесенных диаспор этого растения в ряд местообитаний. Отмечено, что вид недостаточно хорошо переносит условия увлажнения и затенения, что также влияет на инвазию вида в конкретных экологических условиях. Многокилометровые заросли вида отмечены на территориях, подвергшихся интенсивному антропогенному воздействию в районе горнодобывающих предприятий на севере региона вблизи гг. Старый Оскол и Губкин.

## ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Краткая физико-географическая характеристика Белгородской области

В главе рассмотрены особенности географического положения района исследования и климата, характерного для территории юго-запада Среднерусской возвышенности (Мешков, 1948; Голицын, 1956; Попов, 1958; Антимонов, 1959; Галинская, 1976; Михно, 1976; «География...», 1996; «Белгородоведение...», 2002; Лисецкий, 2005).

### 2.2. Объект, материалы и методы исследования.

Объект исследования. Объектом исследования были 26 популяций вида *C. canadensis*, изученных в 12 техногенных, 11 квазиприродных и 3 природных экотопах юго-запада Среднерусской возвышенности, который мы рассматриваем в пределах административных границ Белгородской области.

Материалы исследования – гербарный материал (LE, MW, MHA, BSU, KURS). Материалами исследования также были гербарные экземпляры, собранные в ходе экспедиционных выездов в регионе исследования.

Методы исследования. При полевых исследованиях применялась методика маршрутного флористического обследования с полевой документацией и сбором гербария. Исследования были выполнены с учетом основных методологических подходов изучения антропогенно трансформированных флор, разработанных в последнее время (Бурда, 1991; Юрцев, 1995; Горчаковский, 2008).

Для сравнения морфологических характеристик изученных растений использовались коэффициенты дивергенции признаков, предложенные С.Р. Царапкиным (Шмидт, 1989). Этот метод позволяет оценить степень отклонения значений признака или суммы признаков в популяциях по отношению к популяции, взятой за стандарт. Сравнивались морфологические

признаки растений в техногенных, квазиприродных и природных местообитаниях. За стандартную популяцию была взята популяция *C. canadensis*, локализованная в природном местообитании на территории заповедника «Белогорье» – участок «Лес на Ворскле».

Сравнительный анализ 18 количественных морфологических признаков растений в 26 изученных популяциях проводился путем выявления корреляционных матриц изученных признаков и визуализации полученных данных с помощью методов многомерной статистики: факторного и дискриминантного анализов (Ростова, 2000; Боровиков, 2003).

Для выявления особенностей формирования растительных сообществ с участием *Conyza canadensis* в модельных экотопах были выполнены 26 полных геоботанических описаний растительных сообществ. Для всех популяций были рассчитаны фотосинтетическое и репродуктивное усилия (Злобин, 1989). Фотосинтетическое и репродуктивное усилия определяли в сухом состоянии как отношение массы листьев, семян к единице фитомассы.

Во всех изученных местообитаниях были взяты пробы почв для анализа условий произрастания растений (Булгакова, 2002).

Полученные статистические данные проверялись на достоверность с помощью критериев Стьюдента и обрабатывались с помощью современных пакетов компьютерных программ Microsoft Excel XP, Statistica 6.0 (Bagi, 1987).

### ГЛАВА 3. ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ВИДА *CONYZA CANADENSIS* НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

#### 3.1. Дивергенция морфологических признаков растений *Conyza canadensis*

Исследование популяций *C. canadensis* позволило разделить все изученные признаки на три группы: наиболее и наименее отличающиеся в различных условиях техногенных, квазиприродных и природных экотопов, а также индифферентные, практически не меняющиеся при изменении условий среды (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения морфологических признаков растений в популяциях *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности

Морфологические признаки	Средние значения признаков в популяциях		
	техногенных экотопов	квазиприродных экотопов	природных экотопов
1	2	3	4
Наиболее отличающиеся признаки			
Число листовых узлов на стебле (шт.)	77,09±3,65	76,86±3,43	50,42±2,19
Высота растения (см)	65,56±3,17	74,99±2,71	43,66±0,91
Число корзинок (шт.)	657,51±93,64	755,31±50,11	457,78±22,68

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Ширина листа в основании соцветия (см)	0,46±0,02	0,50±0,07	0,29±0,019
Минимально отличающиеся признаки			
Длина нижнего листа (см)	3,76±0,34	3,77±0,14	2,78±0,09
Длина наиболее длинного листа (см)	5,25±0,19	5,08±0,12	3,42±0,07
Ширина нижнего листа (см)	0,45±0,02	0,43±0,02	0,31±0,02
Число листьев на 10 см стебля (шт.)	21,44±1,17	20,48±1,17	18,68±1,02
Ширина наиболее длинного листа (см)	0,47±0,02	0,45±0,02	0,31±0,02
Число ветвей в соцветии длиной более 1 см (шт.)	19,51±2,11	23,91±1,54	19,54±2,16
Длина цветоножки корзинки соцветия (см)	0,62±0,03	0,65±0,04	0,53±0,05
Высота соцветия (см)	20,82±1,49	23,99±1,12	20,70±0,86
Длина листа в основании соцветия (см)	5,19±0,19	5,01±0,13	3,22±0,08
Длина наиболее длинной ветви в соцветии (см)	7,98±0,59	9,39±0,40	6,96±0,23
Ширина листа в середине стебля (см)	0,27±0,02	0,27±0,01	0,25±0,049
Длина листа в середине стебля (см)	3,27±0,15	3,30±0,29	2,54±0,07
Индифферентные признаки			
Ширина основания корзинки соцветия (см)	0,1±0,0015	0,1±0,003	0,1±3,16
Длина корзинки соцветия (см)	0,4±0,01	0,4±0,01	0,4±0,012

Изменчивость генеративных признаков во всех изученных популяциях оказалась существенно ниже, чем вегетативных.

На основании проведенных нами исследований было установлено, что при уменьшении антропогенного воздействия в ряду популяций *Coryza canadensis* в техногенных – квазиприродных – природных экотопах происходят изменения размеров морфологических признаков. Так, длина нижнего листа в техногенных экотопах составляет от 0,42 до 6,75 см, тогда как в природных экотопах этот параметр менее изменчив и находится в пределах от 1,91 до 3,25 см. Значения ширины нижнего листа растений в техногенных экотопах находятся в пределах от 0,30 до 8,65 см, а в природных – от 0,28 до 0,4 см. Количество листьев на стебле в техногенных местообитаниях в среднем составляет 78 шт. на одно растение, а в природных – в среднем 50 шт. Максимальное количество листьев на стебле отмечено нами в техногенных экотопах на ж.д. насыпях в г. Белгороде и составляет 146 шт. на одно растение. Среднее количество листьев, приходящихся на 10 см длины стебля, в средней части растения отличается несущественно: в популяциях природных экотопов в среднем – 18 листьев на растение, а в техногенных – 20. Высота растений в популяциях техногенных экотопов в среднем несколько выше и составляет 65 см, в то время как в популяциях природных местообитаний высота растений

ниже – 43 см. Отмеченные изменения морфологических характеристик растений в различных по степени антропогенной трансформации экотопах вслед за Ю.С. Злобиным (1989) связывается нами с изменением силы антропогенного воздействия.

Исследование дивергенции количественных морфологических признаков растений позволило выявить различия между популяциями, которые формируются в техногенных, квазиприродных и природных экотопах региона (рис. 2). Установлено, что популяция *C. canadensis*, формирующаяся в природных экотопах, в наибольшей степени отличается от популяций техногенных экотопов. Обособление значений морфологических признаков в популяциях происходит при изменении силы действующих антропогенных факторов. Отмечено, что популяция, локализованная в пределах меловых обнажений, в наибольшей степени отличается от популяции в природных условиях. Это, по-видимому, связано с приспособительными реакциями растений, попавших в нехарактерные для него условия эдафотопы.

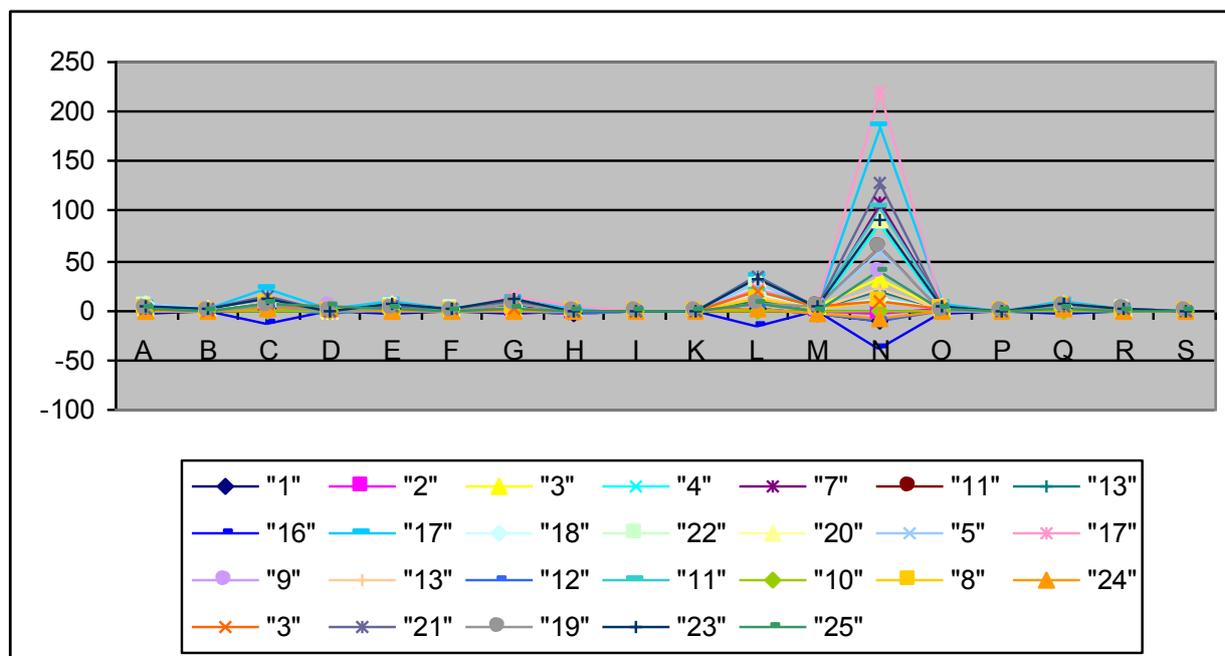


Рисунок 2. Анализ нормированных отклонений признаков в изученных популяциях *Conyza canadensis* (№№ 1 – 26) по сравнению с натурализовавшейся популяцией (№ 10), взятой за стандарт

Условные обозначения: А – длина нижнего листа; В – ширина нижнего листа; С – общее число листовых узлов на стебле; D – густота листьев на 10 см стебля; E – длина наиболее длинного листа; F – ширина наиболее длинного листа; G – длина наиболее длинной ветви в соцветии; H – число ветвей в соцветии длиной более 1 см; I – длина корзинки соцветия; K – длина цветоножки корзинки соцветия; L – высота растений; M – длина соцветия; N – число корзинок в соцветии; O – длина листа в основании соцветия; P – ширина листа в основании соцветия; Q – длина листа в середине стебля; R – ширина листа в середине стебля; S – ширина основания корзинки соцветия.

### 3.2. Корреляционные структуры морфологических признаков *Conyza canadensis* в различных антропогенно трансформированных экотопах региона

Установлено, что наибольшие средние значения корреляционных связей в целом характерны для популяций, произрастающих в техногенных экотопах (железные дороги, ж.д. станции, территории промышленных площадок) (рис. 3). Наиболее слабые средние значения корреляционных связей характерны как для растений квазиприродных, так и природных экотопов. Усиление антропогенного влияния на морфологические признаки растений *C. canadensis* способствует увеличению значений корреляционных связей, что согласуется с результатами, полученными ранее при изучении корреляций морфологических признаков у других видов (Ростова, 2000).

Визуализация взаимоотношений корреляционных систем морфологических признаков изученных популяций позволяет говорить о достаточно четком их разграничении в факторном пространстве (рис. 4), что можно объяснить, в первую очередь, различиями типа и интенсивности антропогенного воздействия в этих условиях.

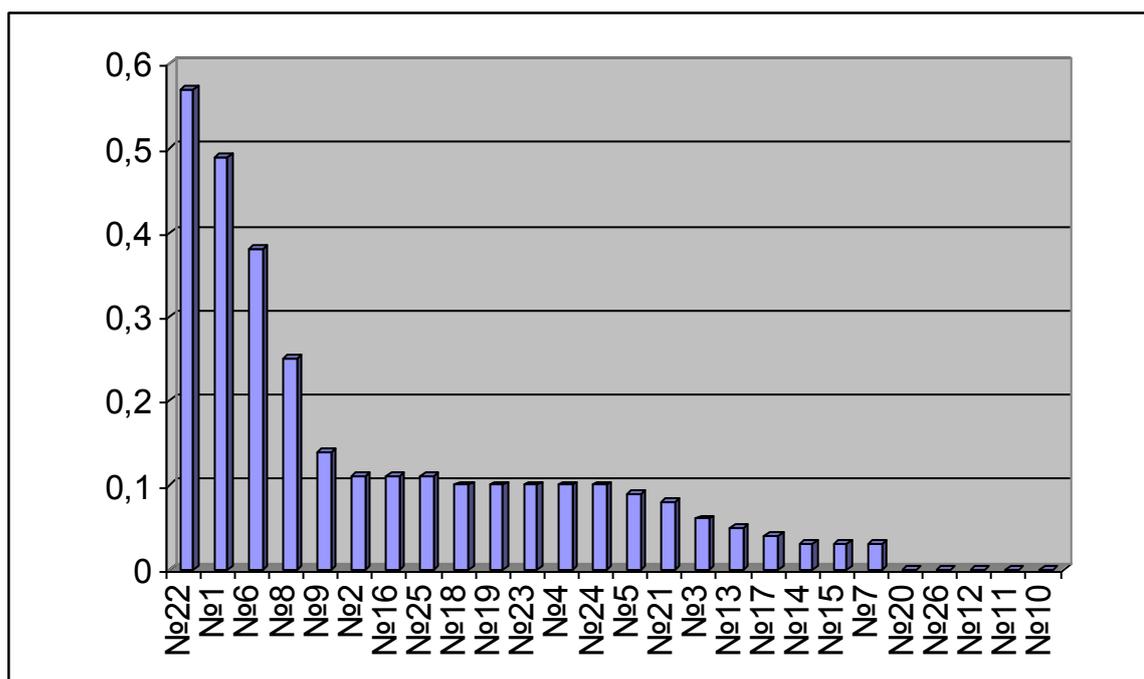


Рисунок 3. Средняя корреляционная связь морфологических признаков в изученных популяциях *Conyza canadensis* по мере уменьшения антропогенного воздействия. Популяции (№№ 1 – 26) расположены в порядке снижения степени антропогенного воздействия

На рисунке 4 видно, что, несмотря на то, что существуют зоны наложения корреляционных систем популяций техногенных, квазиприродных и природных экотопов, все они заняли разные участки на диаграмме. При этом первый фактор можно трактовать как фактор «степени антропогенного

воздействия», поскольку противоположные значимые нагрузки в его формирование вносятся корреляционными структурами популяций техногенных и природных местообитаний. Корреляционные системы квазиприродных местообитаний занимают промежуточные позиции.

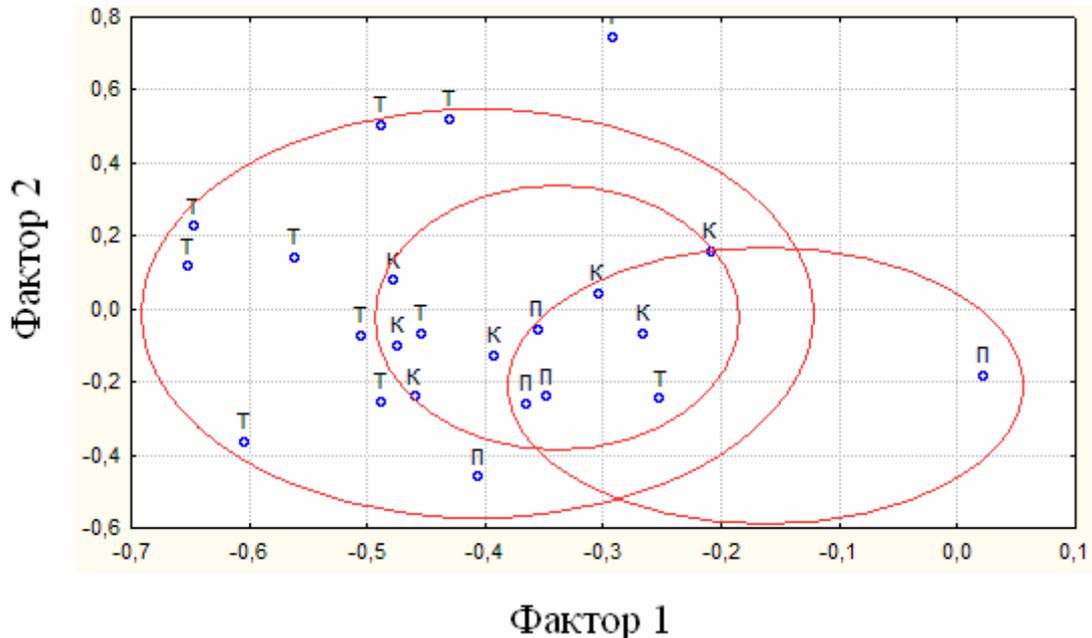


Рисунок 4. Визуализация корреляционных структур количественных морфологических признаков растений *Conyza canadensis* в факторном пространстве.

Условные обозначения: Т – структуры популяций в техногенных; К – квазиприродных; П – природных экотопах. Одна точка отражает корреляционную структуру 18 признаков каждой популяции.

### 3.3. Изменчивость аллометрических признаков *Conyza canadensis*.

В ходе выполнения исследований нами были изучены аллометрические признаки в 26-ти популяциях *C. canadensis* на территории региона. Значения фотосинтетического и репродуктивного усилия для исследуемых популяций представлены на диаграммах (рис. 5-6). Сравнение популяций техногенных, квазиприродных и природных экотопов свидетельствует о постепенном увеличении значений репродуктивного усилия у растений, произрастающих в этих условиях, что совпадает с результатами исследований, полученных при изучении других видов (Злобин, 1989). Как видно из рисунка 5, средние показатели репродуктивного усилия *C. canadensis* в природных местообитаниях достигают наибольшего значения (47,5 %), в квазиприродных – 35,1 %, а в техногенных – 31,5 %.

Нами также отмечено увеличение значений, характеризующих показатели фотосинтетического усилия в популяциях *C. canadensis* (рис. 6), которые происходят при увеличении антропогенного воздействия. Так, например, в техногенных и квазиприродных экотопах они имеют одинаковые значения (0,18 г), а в природных – снижаются до 0,12 г.

С увеличением степени антропогенного влияния на популяции увеличиваются средние значения общей фитомассы растений с 3,15 г до 4,94 г. При этом увеличивается масса как генеративных (от 1,36 г до 1,72 г), так и вегетативных органов растений (от 0,31 г до 0,46 г).

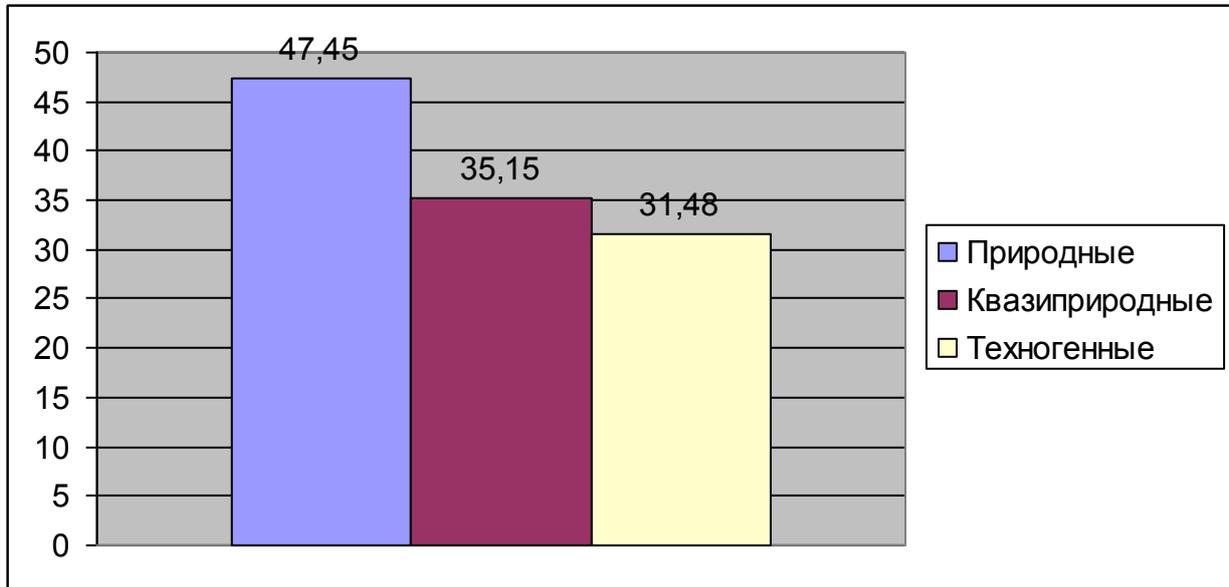


Рисунок 5. Средние значения репродуктивного усилия растений *Conyza canadensis* в различных экотопах юго-запада Среднерусской возвышенности (%)

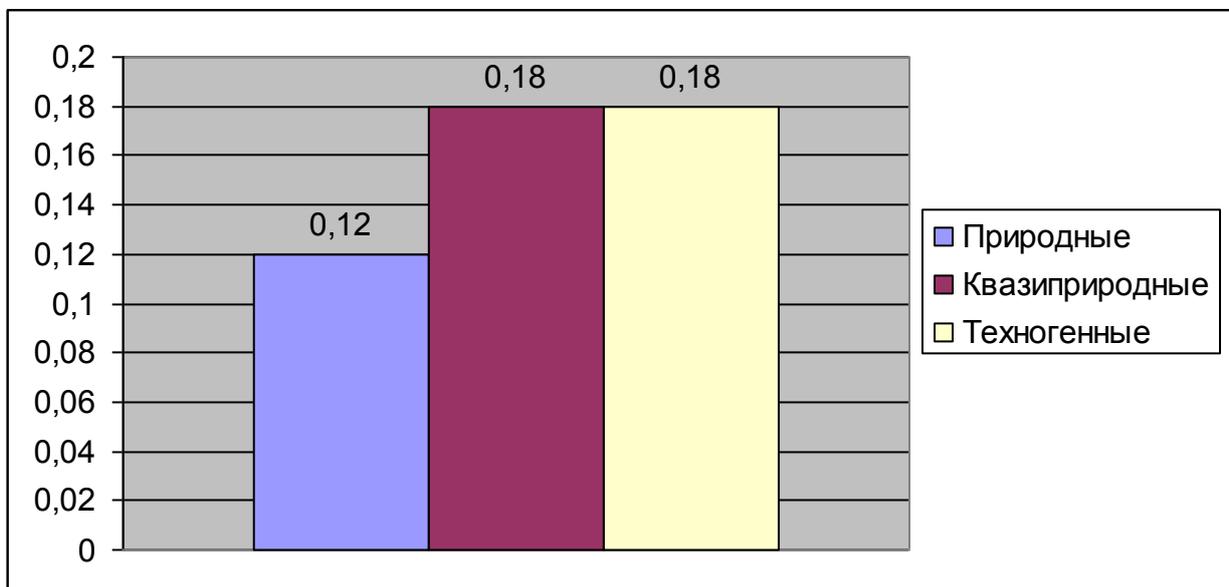


Рисунок 6. Средние значения фотосинтетического усилия растений *Conyza canadensis* в популяциях на юго-западе Среднерусской возвышенности (г)

Фотосинтетическое усилие закономерно возрастает, а значения репродуктивного усилия существенно снижаются при изменении типа и интенсивности антропогенного воздействия.

Таким образом, установлено, что популяция растений *Conyza canadensis*, формирующаяся в природных условиях, отличается от остальных изученных популяций. Для нее характерны более высокие значения репродуктивного и более низкие – фотосинтетического усилия, средние параметры моды и медианы популяции. В ней отмечен упорядоченный характер изменчивости морфологических признаков, в частности, меньшие средние значения коэффициентов вариации изученных параметров по сравнению с популяциями в техногенных и квазиприродных экотопах. Это объясняется как крайне мозаичными и экстремальными условиями, которые формируются в антропогенно трансформированных местообитаниях, так и наличием здесь заносных биотипов разного географического происхождения, для которых характерны разные эколого-биологические особенности.

### 3.3. Сравнительный анализ морфологических признаков географически удаленных популяций

Проведенный нами дискриминантный анализ 12 морфологических признаков географически удаленных популяций позволил оценить степень их различия между собой (рис. 7).

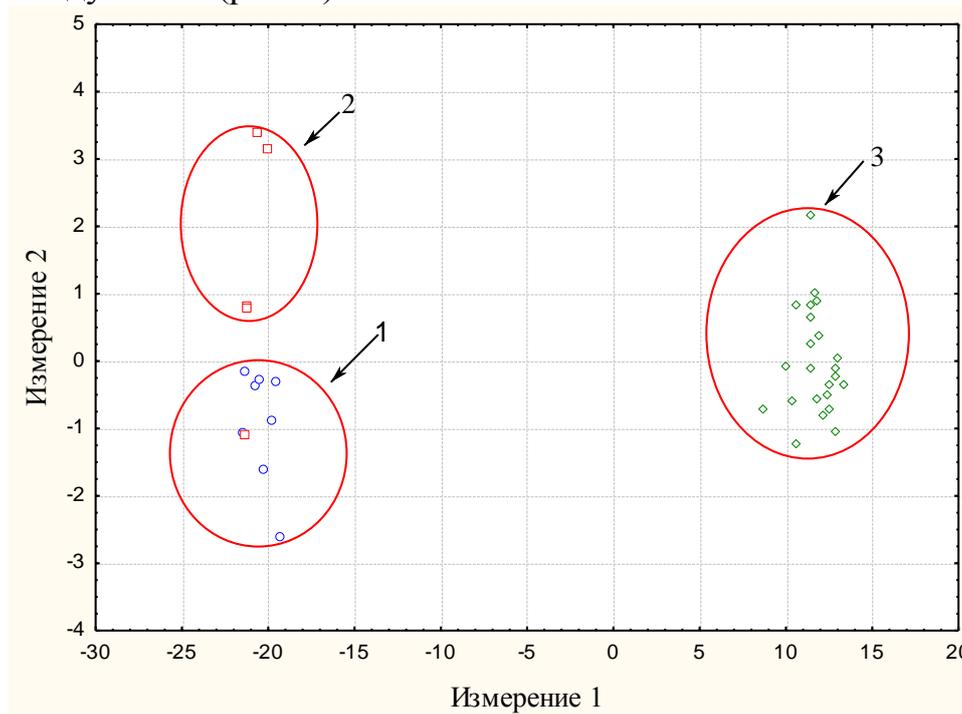


Рисунок 7. Визуализация данных дискриминантного анализа по сходству и различию морфологических признаков *Conyza canadensis* в географически удаленных популяциях

Условные обозначения: 1– Гессен (Германия); 2 – Донецкая область (Украина); 3 – Белгородская область (Россия). Одна точка на диаграмме отражает данные по 12 признакам в одной популяции.

Визуализация данных, проведенная с использованием дискриминантного анализа, позволяет говорить о том, что географически более близкие популяции адвентивного вида *C. canadensis* могут отличаться друг от друга сильнее, чем более отдаленные. Исследования географически удаленных популяций *C. canadensis* позволили разделить все изученные признаки на три группы: наиболее, наименее отличающиеся и индифферентные морфологические параметры (табл. 2). Изменчивость генеративных признаков во всех изученных популяциях существенно ниже, чем вегетативных.

Таблица 2

Средние значения морфологических признаков в географически удаленных популяциях *C. canadensis*

Морфологические признаки	Средние значения признаков в географически удаленных популяциях		
	Гессен (Германия)	Донецкая область (Украина)	Белгородская область (Россия)
Наиболее отличающиеся признаки			
Число листовых узлов на стебле (шт.)	58,26±8,13	62,92±8,47	73,51±4,96
Число листьев на 10 см стебля (шт.)	14,69±0,88	20,22±3,68	20,66±1,12
Длина наиболее длинной ветви в соцветии (см)	4,04±0,52	3,58±0,59	8,46±1,15
Число ветвей в соцветии длиной более 1 см (шт.)	15,02±3,89	10,47±1,17	21,42±1,69
Высота растения (см)	43,01±4,36	35,89±3,01	66,81±5,66
Минимально отличающиеся признаки			
Длина наиболее длинного листа (см)	3,917±0,33	4,046±0,24	4,94±0,28
Длина нижнего листа (см)	2,92±0,33	2,98±0,26	3,64±0,35
Ширина нижнего листа	0,45±0,07	0,50±0,06	0,43±0,03
Длина корзинки соцветия (см)	0,46±0,012	0,38±0,03	0,46±0,008
Ширина основания корзинки соцветия (см)	0,26±0,003	0,22±0,01	0,10±0,004
Длина цветоножки корзинки соцветия (см)	0,67±0,03	0,54±0,16	0,62±0,03
Индифферентные признаки			
Ширина наиболее длинного листа (см)	0,43±0,049	0,44±0,04	0,44±0,03

Проведенный нами факторный анализ свидетельствует о том, что характер изменчивости морфологических признаков географически удаленных популяций, значения факторных нагрузок и выделяемых статистических факторов в них имеют значительное сходство. Большой вклад в формирование первого статистического фактора во всех изученных популяциях вносят такие признаки, как длина нижнего листа, общее число листовых узлов на стебле, длина наиболее длинного листа, ширина наиболее длинного листа, высота

растения. Во второй фактор существенный вклад вносят следующие признаки: число листьев на 10 см стебля и длина корзинки соцветия.

Анализ морфологических признаков растений *C. canadensis* свидетельствует о том, что характер изменчивости «белгородских» популяций, которые существенно отличаются от «немецких» и «украинских», обусловлен, в первую очередь, значениями выделенной нами группы «наиболее отличающихся морфологических признаков». К ним относятся следующие: число листовых узлов на стебле, число листьев на 10 см стебля, высота растений, число ветвей в соцветии длиной более 1 см, длина наиболее длинной ветви в соцветии. Именно эти параметры вносят наиболее существенный вклад в установленные нами с помощью дискриминантного анализа различия между изученными географически удаленными популяциями.

Географическая изменчивость остальных изученных генеративных и вегетативных морфологических признаков невысока. Их значения остаются относительно константными и близкими у популяций, произрастающих в различных природно-климатических условиях.

#### **ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ *CONYZA CANADENSIS* В ТЕХНОГЕННЫХ, КВАЗИПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНЫХ ЭКОТОПАХ**

Для определения степени антропогенной трансформации флоры в пределах изученных модельных экотопов был проведен таксономический и типологический анализ видового состава растительных сообществ с участием растений *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных и природных местообитаниях на юго-западе Среднерусской возвышенности.

Таксономический и типологический анализ свидетельствует о том, что характерными чертами видового состава исследованных растительных сообществ являются: преобладание видов семейства *Asteraceae* и *Poaceae* (41 – 43 %), травянистых поликарпиков (54 – 61 %) и древесно-кустарниковых видов (8 – 9 %) со стержневой корневой системой (58 – 69 %), каудексовых (24 – 30 %) длинно- (9 – 12 %) и короткокорневищных (7 – 14,7 %), аэропедофитов (85,5 – 90 %), гемикриптофитов (42 – 58,2 %), ксеромезо- (22 – 32 %) и эумезофитов (24 – 45,3 %), средиземноморско-ирано-туранских (17 – 31,4 %) и североамериканских по происхождению (30 – 32,3 %), широкоареальных по типам ареалов (евразиатских (22,7 – 26,2 %), плюрирегиональных (22 – 27,5 %), голарктических (21,3 – 27,5 %) видов. В составе растительных сообществ присутствует большое количество адвентивных видов, количество которых уменьшается с ослаблением антропогенного воздействия в природных экотопах.

В разделе приведены данные по степени встречаемости видов в растительных сообществах с участием *C. canadensis*, которые разделены нами

на три группы в зависимости от их принадлежности к популяциям техногенных, квазиприродных и природных экотопов.

В результате исследования видового состава растительных сообществ (табл. 3) с участием *C. canadensis* в модельных техногенных, квазиприродных и природных условиях установлено, что при уменьшении степени антропогенного воздействия происходит последовательное уменьшение однолетних (с 28,9 до 19,4 %), стержнекорневых (с 67 до 58 %), североамериканских (с 30 до 8 %) видов и увеличение количества травянистых поликарпиков (с 54 до 61 %), степных, неморальнолесных, петро- и псаммофильных видов (с 3 до 5 %), гемикриптофитов (с 46 до 58,2 %). В целом в сообществах природных местообитаний вида увеличивается количество узкоспециализированных растений и уменьшается число видов с широкой экологической амплитудой, принадлежащих к семейству *Asteraceae*.

Таблица 3

Типологическая структура видового состава растительных сообществ с участием *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности

Жизненные формы	Структура видовых составов растительных сообществ, % от общего количества видов в:		
	техногенных экотопах	квазиприродных экотопах	природных экотопах
По общему габитусу и продолжительности жизненного цикла			
Травянистый поликарпик	54	47	61
Травянистый монокарпик	12,6	13	16,4
Однолетник	28,8	32	19,4
Дерево	6,8	6	1,5
Полукустарничек	1,6	0,5	1,5
Кустарник	1,6	1,5	0
По типу корневой системы			
Кистевая	15	69	24
Стержневая	67	19,5	58
Стержнекистевая	17	11	18
По среде жизни			
Аэропедофит	90	88	85,5
Псаммофит	3	2,6	5
Литофит	5	3,7	9,8
Гелофит	2	2	4,7
Аэрогидропедофит	0	1,5	0
По типам жизненных форм К. Раункиера			
Терофит	29	30	19,4
Фанерофит	8	8,94	1,5
Гемикриптофит	46	42	58,2
Гемитерофит	13	15,3	16,4
Геофит	2	2,1	3
Хамефит	2	0	1,5
Гидрофит	0	1,05	0

1	2	3	4
По происхождению адвентивных видов			
Североамериканского	30	32,3	28
Средиземноморского	21	21,5	0
Европейского	2	9,2	0
Средиземноморско-ирано-туранского	19	17	31,6
Ирано-туранского	15	12,3	5,3
Азиатского	3	0	0
Переднеазиатского	4	6,2	5,3
Балканского	2	0	0
Среднеевропейского	5	0	26,3
Западноевропейского	2	0	0
Кавказского	2	1,5	0

## ГЛАВА 5. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СИНАНТРОПНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ *CONYZA CANADENSIS*

Проведенные исследования позволили нам установить основные тенденции в изменении значений количественных морфологических признаков инвазионного вида *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности. При изменении силы антропогенного воздействия в ряду популяций техногенных, квазиприродных и природных экотопов снижаются средние значения ряда маркерных статистических параметров (рис. 8).

Исследования популяций *C. canadensis* вдоль градиента изменения типа и интенсивности антропогенного воздействия свидетельствует о том, что средние значения коэффициентов вариации, моды, медианы, корреляционных связей изученных признаков, фотосинтетического усилия в целом уменьшаются и только значения репродуктивного усилия увеличиваются.

Полученные результаты позволили построить модель, отражающую изменения морфологических признаков растений *C. canadensis* в зависимости от силы антропогенного воздействия в популяциях техногенных, квазиприродных и природных экотопов на юго-западе Среднерусской возвышенности (рис. 9).

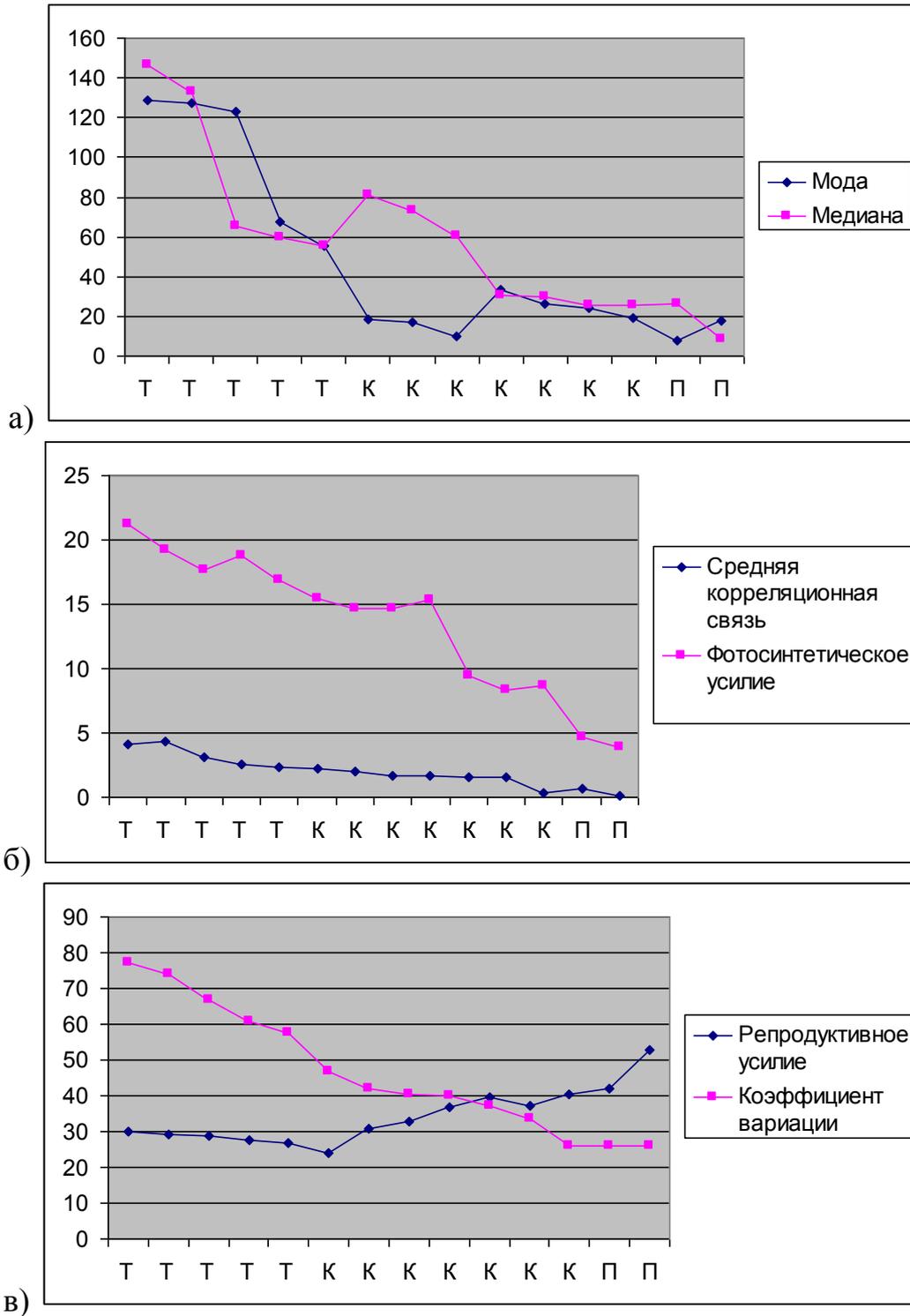


Рисунок 8. Тенденции изменений значений маркерных морфологических признаков в популяциях *Conyza canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности при изменении силы антропогенного воздействия.

Условные обозначения: а) средние значения моды и медианы признаков в популяциях, б) значения средних корреляционных связей и фотосинтетического усилия, в) средние значения репродуктивного усилия и коэффициентов вариации. Т – популяций в техногенных; К – квазиприродных; П – природных экотопах.

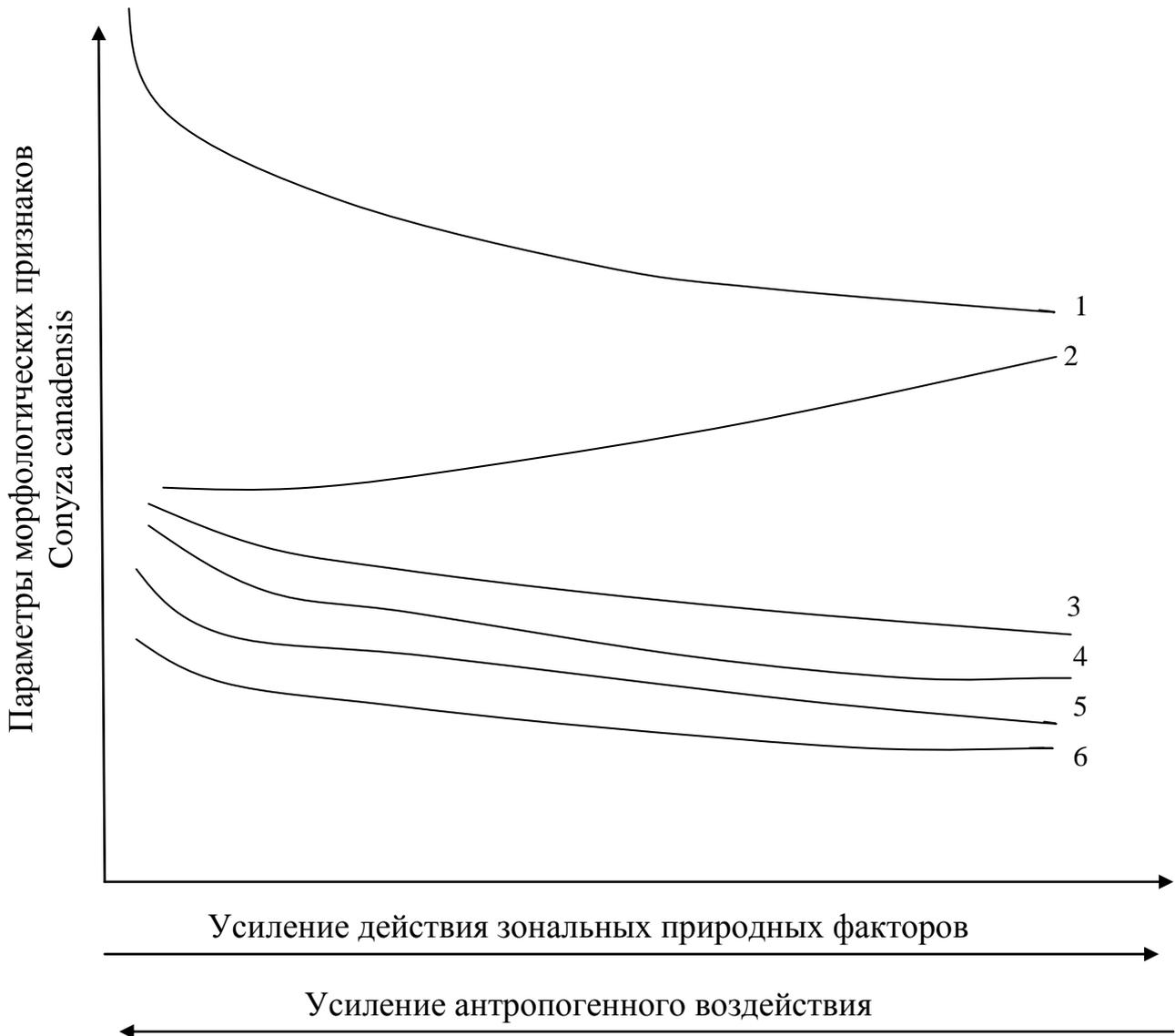


Рисунок 9. Модель изменения параметров морфологических признаков растений *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных, природных экотопах на юго-западе Среднерусской возвышенности

Условные обозначения: средние значения: 1 – фотосинтетического усилия в популяции; 2 – репродуктивного усилия в популяции; 3 – моды признаков популяции; 4 – медианы признаков популяции; 5 – коэффициентов вариации признаков в популяции; 6 – корреляционных связей признаков в популяции.

## Выводы

1. Исследование дивергенции количественных морфологических признаков растений *C. canadensis* позволило выявить различия между популяциями, которые формируются в техногенных, квазиприродных и природных экотопах региона. Установлено, что популяция, формирующаяся в природных экотопах, в наибольшей степени отличается от популяций техногенных экотопов по комплексу параметров.

2. Морфологические признаки растений в популяции, произрастающей на меловых склонах, в наибольшей степени отличаются от остальных популяций, что объясняется, по-видимому, реакцией растений на необычные для вида особенности эдафотопа.

3. Корреляционные структуры морфологических признаков растений существенно отличаются в техногенных, квазиприродных и природных экотопах, что позволяет говорить об адаптационных перестройках, происходящих в зависимости от типа и силы антропогенного воздействия. Средние значения корреляционных связей морфологических признаков растений в целом увеличиваются при усилении антропогенного воздействия.

4. Установлено, что популяция, формирующаяся в природных экотопах, в наибольшей степени отличается от популяций, формирующихся в антропогенно трансформированной среде. При усилении антропогенного воздействия средние значения фотосинтетического усилия, коэффициентов вариации, моды и медианы в популяциях постепенно возрастают, а значения репродуктивного усилия существенно снижаются. Это свидетельствует об изменении адаптационной стратегии растений в разных условиях среды в популяциях техногенных, квазиприродных и природных экотопов.

5. Исследования географически удаленных популяций *C. canadensis* позволили разделить все изученные в них признаки на три группы: наиболее, наименее отличающиеся и индифферентные морфологические параметры. Изменчивость генеративных признаков во всех изученных популяциях существенно ниже, чем вегетативных.

6. Установлено, что в видовом составе растительных сообществ с участием *C. canadensis* в техногенных, квазиприродных, природных экотопах по мере ослабления антропогенного воздействия происходит последовательное уменьшение числа ряда жизненных форм: однолетних (с 28,9 до 19,4 %), стержнекорневых (с 67 до 58 %), терофитов (с 29 до 19,4 %), аэропедофитов (с 90 до 85,5 %), североамериканских видов (с 30 до 8 %). При этом численно увеличивается присутствие травянистых поликарпиков (с 54 до 61 %), гемикриптофитов (с 46 до 58,2 %), псаммофитов (с 3 до 5 %), что является отражением усиления действия зональных факторов в природных экотопах.

7. Созданная модель изменения параметров морфологических признаков растений в техногенных, квазиприродных, природных популяциях *C. canadensis* на юго-западе Среднерусской возвышенности по ряду маркерных

признаков отражает их изменчивость в разных условиях среды в зависимости от силы антропогенного воздействия.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

\* – публикации в печатных изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ

1. \*Тохтарь В.К., Сокарева Н.В. Лекарственные растения ботанического сада Белгородского государственного университета: анализ, потенциал интродукции и адаптации // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6 (21). – С. 96 – 100.

2. \*Тохтарь В.К., Чернявских В.И., Дегтярь О.В., Самыловский В.А., Мазур Н.В., Сомов М.С. Анализ структуры флоры и оценка хозяйственной ценности видов урочища «Коровинское» (Шебекинский район, Белгородская обл.) // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 5 (20). – С. 159 – 162.

3. \*Тохтарь В.К., Мазур Н.В. Анализ инвазионных видов растений Средней России // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки». – 2010. – № 21 (92). – Вып. 13. – С. 20 – 23.

4. \*Тохтарь В.К., Третьяков М.Ю., Чернявских В.И., Фомина О.В., Мазур О.В., Грошенко А.С., Волобуева Ю.Е., Петина В.И. Некоторые подходы к оценке антропогенного влияния на фитобиоту // Проблемы региональной экологии. – 2011. – №2. – С. 92 – 95.

5. \*Тохтарь В.К., Мазур Н.В. Изменчивость корреляционных структур морфологических признаков популяций *Conyza canadensis* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки». – 2011. – 9 (104). – Вып. 15/1. – С. 247 – 251.

6. Мазур Н. В., Тохтарь В. К., Фомина О. В., Грошенко С. А. К изучению инвазионных видов растений на юго-западе Среднерусской возвышенности // Бюллетень Московского о-ва испытателей природы. Приложение. – 2009. – С. 40 – 42.

7. Мазур Н.В., Тохтарь В.К. Проблемы и перспективы изучения инвазионных видов на юго-западе Среднерусской возвышенности / Ботанические сады в 21 веке: сохранение, стратегия развития и инновационные решения : сб. Междунар. конф. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009. – С. 163 – 165.

8. Мазур Н.В., Тохтарь В.К. К изучению эколого-биологических особенностей инвазионного вида *Conyza canadensis* (L.) Cronq. // Фитодизайн в современных условиях : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Белгород, 14 – 17 июня 2010 г. ).– Белгород: Изд-во БелГУ, 2010. – С. 177 – 179.

9. Мазур Н.В., Тохтарь В.К. К изучению инвазионных видов растений юго-запада Среднерусской возвышенности // Флора и растительность центрального Черноземья – 2009 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Курск – 27 марта 2009 г.). – Курск: Курский гос. ун-т, 2009.– С. 184.

Подписано в печать 20.11.2012. Формат 60×84/16.  
Гарнитура Times. Усл. п. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 329.  
Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в ИД «Белгород»  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

