



595.754:57.031(470.325)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФЛУКТУАЦИИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОРМЫ ТЕЛА КЛОПА-СОЛДАТИКА (*PYRRHOCORIS APTERUS* L.) ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ШЕБЕКИНСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

**В.В. Бондаренко,
И.В. Батлуцкая,
О.А. Маканина,
Л.А. Сорокотягина,
Е.А. Прохорова**

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

E-mail: bat@bsu.edu.ru

Представлен результат экологического анализа изменчивости морфометрических показателей тела клопа-солдатика с использованием метода геометрической морфометрии. Изучены показатели изменчивости представителей данного модельного вида из двух популяций, обитающих на территории Шебекинского района Белгородской области. На основе полученных данных выявлены основные информационно значимые показатели тела клопа-солдатика.

Ключевые слова: клоп-солдатик, *Pyrrhocoris apterus* L., геометрическая морфометрия, экологический мониторинг.

Введение

В настоящее время изучение информационно-значимых показателей формы тела животных и растительных объектов занимает важное место в экологическом мониторинге природных биотопов. Областью приложения геометрической морфометрии является разнообразие конфигураций морфологических объектов. Этот показатель может быть: неопределенной индивидуальной изменчивостью; различиями между таксонами, полами, кастами насекомых, биоморфами или другими дискретными группами; онтогенетическими или филогенетическими рядами [1]. Применение такого подхода позволяет проследить особенности развития модельных видов животных и других живых объектов, обитающих в различных условиях среды.

Под геометрической морфометрией следует понимать новый подход к сравнению форм, соединяющий метод трансформационных решеток со специфическими количественными методами. Он представляет собой совокупность алгебраических методов многомерного айген-анализа координат меток, в совокупности описывающих конфигурацию морфологических объектов [2].

Цель исследования – проанализировать изменчивость морфометрических показателей тела клопа-солдатика из различных популяций с использованием метода геометрической морфометрии в рамках экологического мониторинга территории строящегося завода по производству лизина в Шебекинском районе Белгородской области, а также получить исходные данные для изучения дальнейшего существования этих популяций в условиях нарастания антропогенной нагрузки после запуска завода и начала производства запланированного объема микробиологического лизина.

Задачи исследования: выявить информационно значимые показатели клопа-солдатика для геометрической морфометрии; сравнить изменчивость информационно значимых показателей формы тела клопа-солдатика в двух различных популяциях, обитающих на территории Шебекинского района.

Объекты и методы исследования

Основой для исследования послужил материал популяционных выборок клопа-солдатика, собранный в 2012 году на территории Шебекинского района Белгородской области.

Популяция №1 – окрестности села Мешковое (50°29' с. ш. 37°25' в. д.). Сбор проводился на окраине села Мешковое под липами. В этом биотопе отсутствует выраженное антропогенное

¹ НИР проведена в рамках реализации Постановления Правительства № 218 при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (Госконтракт № 13.G25.31.0069 от 22 октября 2010).

воздействие. Ближайшее предприятие (ООО «Русагро-Мешковое») находится на расстоянии более 700 метров от места сбора. Данное предприятие занимается выращиванием сельскохозяйственных растений без переработки. От ближайшей автотрассы, находящейся на расстоянии более 6 км, отходит автодорога, расположенная в 500 метрах от места сбора насекомых (рис. 1). Популяция №1 в рамках нашего исследования принята за условную норму. Выборка объемом 143 особи из данной популяции была произведена 12.06.2012.



Рис. 1. Место сбора клопа-солдатика из популяции №1 в окрестностях с. Мешковое Шебекинского района

Популяция №2 обитает на территории расположения строящегося завода по биотехнологическому производству лизина и отходящей к нему опытно-экспериментальной установки (50°24' с. ш. 36°58' в. д.). На данной территории с марта 2011 года ведутся строительные работы. В настоящее время там размещены полностью достроенные и введенные в эксплуатацию опытно-экспериментальная установка и элеваторы. Строительные работы ведутся на основных помещениях завода по биотехнологическому производству лизина. Вся эта территория расположена на пашне, с востока и запада обрамленной лесополосами.

Ближайшая асфальтированная автодорога располагается в 250 м севернее данной территории. Сбор насекомых производился в лесополосе на расстоянии около 200 м от участка, на котором ведется строительство. Выборка объемом 126 особей из данной популяции была произведена 19.06.2012.

Объем собранного и проанализированного материала представлен в табл. 1.

Таблица 1

Объем проанализированного материала выборок из популяций в Шебекинском районе Белгородской области

Место сбора	Расстояние до объектов хозяйственной деятельности, м	Дата сбора	Объем выборки, количество особей
Окрестности с. Мешковое	700	12.06.2012	143
Территория расположения опытно-экспериментальной установки по производству лизина	200	19.06.2012	126

Для нашего исследования применялся метод ручного сбора насекомых, стандартные методы камеральной обработки. Для снятия морфометрических показателей каждую особь сканировали при помощи сканера HPphoto на высоком разрешении (1200 dpi), далее вся работа проводилась с цифровыми изображениями насекомых.

Результаты и их обсуждение

Методика включает в себя расстановку меток-ландмарок (Lm) на каждом изображении в программе TPS Dig2 (рис. 2) и обработку полученных файлов в программах TPSRelv, PAST и Excel.

Основным предметом нашей работы было изучение центроида. Размер центроида – это показатель, который характеризует общие размеры тела – корень квадратный из суммы квадратов расстояний от каждой ландмарки (метки) до центра изображения [3]. Нами были определены средние размеры центроида для каждой популяции клопа-солдатика. По результатам предыдущих исследований на территории Белгородской области увеличение показателя размера центроида указывает на благополучие условий развития [4]. По итогам сделанных нами

измерений видно, что средний размер центроида в популяции №1 достоверно выше, чем в популяции №2 (рис. 3). Данный факт может означать, что развитие насекомых из популяции №1 отличается большей стабильностью.

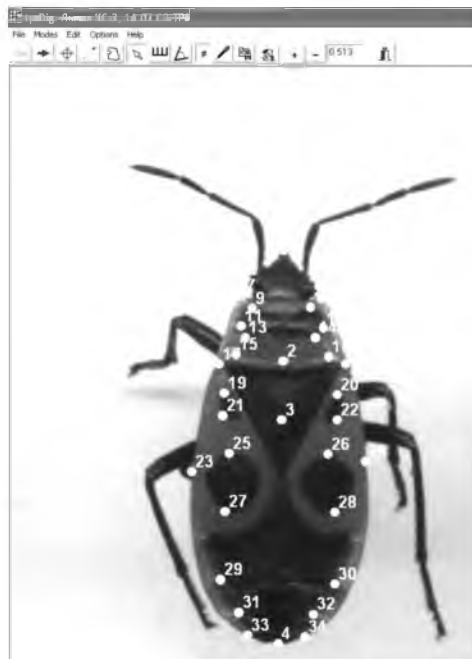


Рис. 2 Порядок расстановки меток-ландмарков на цифровом изображении дорсальной стороны тела клопа-солдатика в программе TPS Dig2

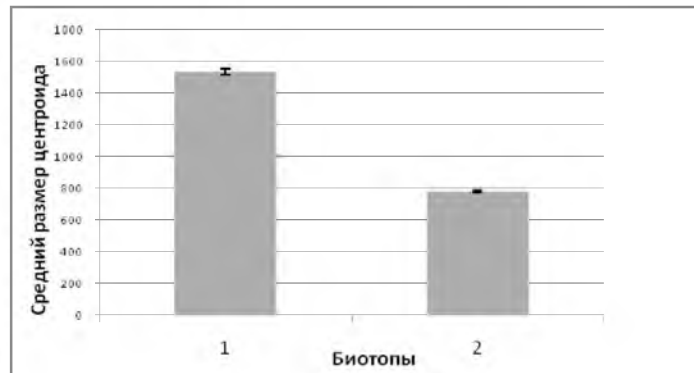


Рис. 3. Средние размеры центроида в сравниваемых популяциях №1 и №2 клопа солдатика, обитающих на территории Шебекинского района

Нами были вычислены вклады каждого промера (ландмарки) в общую изменчивость для каждой популяции. Из рисунков 4 и 5 видно, что в разных популяциях изменчивость различных морфологических структур не одинакова. В популяции №1 заметных различий в степени изменчивости структур тела не отмечено, изменчивость относительно первых двух главных компонент формы распределилась равномерно. Во второй популяции это явление обнаружено, и наибольший вес в изменчивость вносит элемент меланизированный рисунок надкрылий (Lm 25, 26, 27, 28), в частности, наиболее варьирует элемент А (Lm 19, 20, 21, 22). Полученные данные указывают на различия направлений изменчивости у насекомых из исследуемых популяций. Этот метод позволил подтвердить уже устоявшийся факт, что направленная изменчивость отличается у особей разных популяций одного вида, обитающих в разных точках ареала.

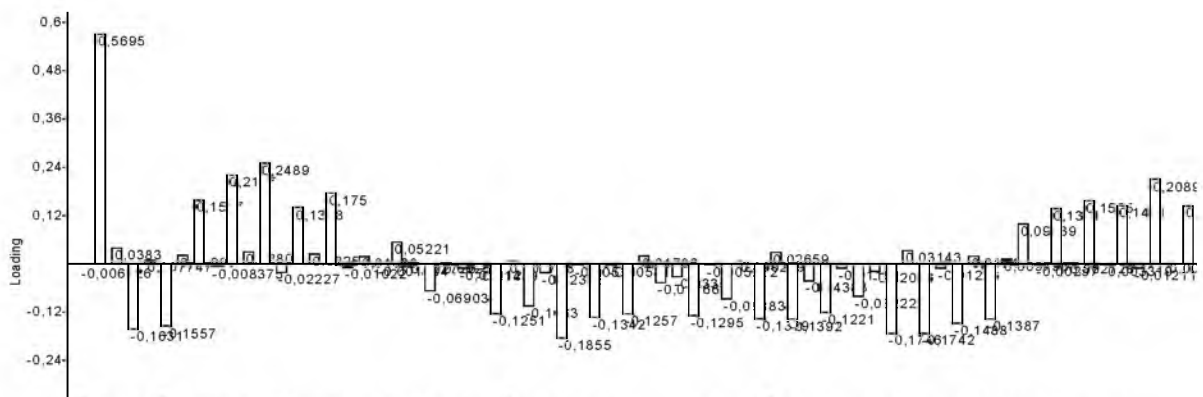


Рис. 4. Вклад меток-ландмарков в общую изменчивость формы тела клопа-солдатика из популяции №1, обитающей в окрестностях с. Мешковое

По вычисленным значениям относительных деформаций в программе PAST были выделены главные компоненты форм и распределение изменчивости особей относительно двух главных компонент формы. Главные компоненты не коррелируют между собой, каждая из них отвечает за свою долю изменчивости. Так как сумма дисперсий при поворотах не меняется, то смысл имеет только доля каждой компоненты. Она выражается в процентах. Основным смыслом применения главных компонент заключается в том, что первые компоненты могут взять на себя значительную часть общей дисперсии и выявить реальную размерность данных [5, 6]. В на-

шем случае на первые две главные компоненты формы приходится 97% общей изменчивости. Исходя из этого, нами были вычислены диапазоны изменчивости относительно этих компонент и построен график (рис. 6).

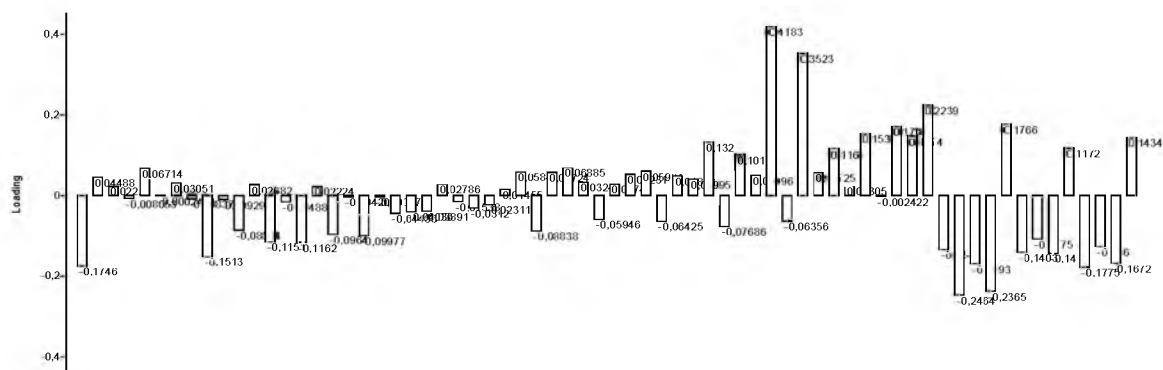
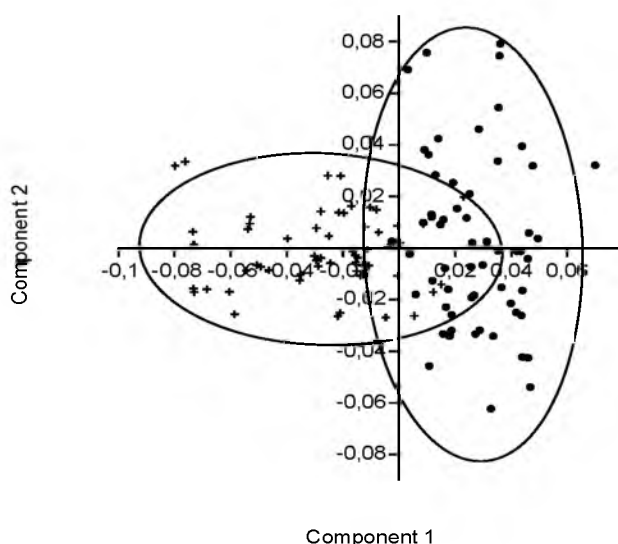


Рис. 5. Вклад меток-ландмарков в общую изменчивость формы тела клопа-солдатика из популяции №2, обитающей на территории размещения завода по производству лизина



На рисунке 6 видны незначительные различия в диапазонах изменчивости, но эти различия не достоверны.

Рис. 6. Диапазоны изменчивости в популяциях №1 и №2 относительно первых двух главных компонент

Выводы

В ходе проведенного исследования нами были выявлены информационно значимые показатели формы тела клопа-солдатика для геометрической морфометрии. Таковыми являются

размер центра и изменчивость формы тела относительно первой и второй главных компонент.

Проанализирована изменчивость клопа-солдатика из двух различных популяций, обитающих на территории Шебекинского района Белгородской области. В контрольной выборке изменчивость распределилась относительно равномерно по всем структурным элементам тела насекомого. В материале выборки популяции №2 наибольшая доля изменчивости приходится на элементы меланизированного рисунка надкрылий клопа-солдатика.

В результате исследования, проведенного на территории строящегося биотехнологического завода, получены исходные данные для дальнейшего мониторинга влияния данного предприятия на окружающую среду, после его запуска и начала запланированного производства лизина.

Список литературы

1. Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журнал общей биологии. – 2002. – Т. 63. – №6. – С. 473–493.
2. Kendall D.G. Shape-manifolds, procrustean metrics and complex projective spaces // Bull. London Math. Soc. – 1984. – Vol. 16. – №1. – P. 81–121.
3. Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2007. – 279 с.
4. Бондаренко В.В. Применение метода компьютерной морфометрии в мониторинге территории размещения завода по производству лизина в Шебекинском районе Белгородской области // Нанобиотехнологии: проблемы и перспективы: сб. трудов IV Всероссийской школы-семинара студентов, аспирантов и молодых ученых по тематическому направлению развития ННС «Нанобиотехнология» / Под ред. О.Е. Лебедевой. – Белгород: ИПК НИУ «БелГУ», 2011. – С. 11–14.



5. Павлинов И.Я. Геометрическая морфометрия – новый аналитический подход к сравнению компьютерных образов // Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике. – СПб. – 2001. – С. 65–90.

6. Rohlf F.J. tpsDig. N.Y.: State Univ. at Stony Brook. Version 1.23. 2001. [Electronic resource]. URL: <http://life.bio.sunysb.edu/morph>

APPLICATION OF A METHOD OF GEOMETRICAL MORPHOMETRY FOR A FLUCTUATION ASSESSMENT OF MORPHOMETRIC INDICATORS OF THE FORM OF FIREBUG'S (*PYRRHOCORIS APTERUS*L.) BODY FROM THE NATURAL POPULATION OF SHEBEKINO DISTRICT OF BELGOROD REGION

**V.V. Bondarenko,
I.V. Batlutskaya, O.A. Makanina,
L.A. Sorokotyagina,
E.A. Prokhorova**

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

E-mail: bat@bsu.edu.ru

The characteristics of geometric morphometry and peculiarities of its usage in biomonitoring are given in this article. Also the indicators of mutability of firebug from two populations inhabiting the territory of Shebekino District of Belgorod Region have been studied. New results concerning the indicators of firebug's body have been revealed on the basis of the data obtained.

Keywords: firebug, geometric morphometry, ecological monitoring