

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «АЛТАЙСКИЙ КРАЕВОЙ ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ, Г. БАРНАУЛ

**«ИНДИКАЦИОННЫЕ МОРФЫ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ПО ФОРМЕ И
РАЗМЕРУ МЕЛАНИЗИРОВАННЫХ ПЯТЕН ПОКРОВА
PYRRHOCORIS ARTERUS»**

Исполнитель: Яткунайте София
Константиновна, 6 класс

Руководитель: Ашенбреннер Елена
Сергеевна, педагог дополнительного
образования КГБУ ДО АКДЭЦ

2019 г.

Оглавление

Введение.....	3
1. Теоретический обзор.....	5
1.1 <i>Pyrrhocoris apterus</i> как модельный вид биоиндикации состояния окружающей среды	5
1.2 Асимметрия рисунка <i>Pyrrhocoris apterus</i>	7
1.3 Качественная и количественная оценка биоиндикационных признаков <i>Pyrrhocoris apterus</i>	8
2. Материал и методы исследований	9
3. Результаты исследований.....	10
Выводы	14
Список литературы	15
Приложение	17

Введение

Среди многочисленных современных методов оценки влияния антропогенных факторов на различные биологические и геологические объекты большое распространение получили экспресс-методы биоиндикации качества окружающей среды. Получение объективных данных о комплексном воздействии экологических факторов связано с использованием биоиндикаторных свойств определенных видов.

Статус неблагоприятной экологической обстановки возможно определить по показателям вариаций фенотипической изменчивости. При этом биоиндикационная ценность заключается в правильном выборе объектов и методов исследований.

Клоп-солдатик или красноклоп бескрылый, по данным многочисленных исследований, отвечает основным требованиям биоиндикации: малая подвижность, пищевая привязка к месту обитания, выраженный меланизированный рисунок покрова, формирующий определенные вариации элементов, как следствие взаимодействия с окружающей средой. *Pyrrhocoris apterus* широко используется в различных региональных системах комплексного экологического мониторинга.

Pyrrhocoris apterus как модельный вид биоиндикации состояния различных биотопов широко используется в Белгородской области. Фрагментарные исследования, согласно литературным данным, проведены в Белоруссии, Тюменской, Вологодской областях и в Республике Татарстан. Изучение полиморфизма у клопа-солдатика в России проводили Н.Г. Винклер, Ю.А. Малозёмов, И.В. Батлуцкая. В Алтайском крае биоиндикация окружающей среды по характеру меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика проводилась в 2016 году с целью разового обследования, в связи с чем исследования считаем актуальными.

Цель работы – морфометрическое уточнение индикационных морф рисунка покрова клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus*).

Задачи:

- визуально выявить наиболее и наименее меланистические морфы рисунка покрова клопа-солдатика;
- морфометрически выявить индикационные морфы рисунка покрова клопа-солдатика;
- определить вероятность изменчивости меланистичных пятен покрова клопа-солдатика;
- провести анализ результатов визуальной и морфометрической оценки.

Объект – *Pyrrhocoris apterus*.

Предмет – изменчивость биоиндикационных признаков *Pyrrhocoris apterus*.

Материал и методы. Исследования проведены в 2018-2019 гг. Материал – коллекция *Pyrrhocoris apterus*, 100 половозрелых особей в генеральной совокупности. Используются: методика изучения изменчивости меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного

воздействия И.В. Батлуцкой, 2003; метод морфометрических измерений площади изучаемого объекта.

Новизна. Морфометрические исследования, касающиеся изучения индикационных морф, выделенных по форме и размеру меланизированных пятен покрова *Pyrrhocoris apterus* популяции города Барнаула, ранее никем не проводились.

Практическая значимость. Результаты исследований могут быть использованы для решения задач мониторинга загрязнения окружающей среды, определения уровня антропогенной нагрузки. Выявленные вариации меланизированного рисунка переднеспинки и надкрыльев клопа-солдатика могут быть учтены при изучении изменчивости биондикаторных признаков насекомых.

1. Теоретический обзор

Биологические методы экологических оценок помогают диагностировать негативные изменения в природной среде уже при низких концентрациях загрязняющих веществ. Биоиндикаторы отражают, как правило, допороговую степень опасности соответствующего состояния окружающей среды для всех живых.

При этом используемые виды с биоиндикаторными свойствами должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть характерными для данного региона;
- характеризоваться распространением на всей изучаемой территории;
- иметь четко выраженную количественную и качественную реакцию на отклонение свойств среды обитания от экологической нормы;
- биология таких видов должна быть хорошо изучена, а их популяции многочисленны.

Изменения биоиндикаторно значимых показателей зависят от комплекса антропогенных и естественных факторов среды. Признание значимости биоиндикации существенно увеличило интерес к данному направлению экологического мониторинга.

1.1 *Pyrrhocoris apterus* как модельный вид биоиндикации состояния окружающей среды

Наиболее многочисленной группой организмов, встречающейся в различных ценозах, в том числе и антропогенных, являются насекомые. В последнее время среди видов-биоиндикаторов большое распространение получают полужесткокрылые как один из наиболее крупных отрядов класса насекомых[10]. В мировой фауне известно около 40 тысяч видов, а в России отмечено свыше тысячи видов клопов. Дополнительный интерес к этой группе насекомых вызван тем, что клопы наиболее многочисленны в нарушенных биотопах (лугах, сельскохозяйственных угодьях, садах и парках).

Клоп-солдатик(красноклоп) активен с начала апреля до конца октября. Он образует массовые скопления (ведет колониальный образ жизни), особенно ранней весной, у пней и в других теплых местах. Клоп имеет предостерегающую окраску, эффект которой в скоплениях увеличивается. Питается преимущественно опавшими семенами деревьев, мертвыми насекомыми и различного рода органическими остатками, иногда высасывает сок ягод.

Описаны методики разведения этого вида в лабораторных условиях с использованием различных кормовых источников. В природе зимует под листьями, у стволов и под корой деревьев. Часто встречается в населенных пунктах, претерпевая процесс синантропизации. Скопления клопа-солдатика легко обнаруживаются и идентифицируются, что позволяет в короткие сроки произвести массовые сборы. У красноклопа бескрылого рисунок,

сформировавшийся при метаморфозе, остается неизменным в течение всей жизни. Как и у большинства, насекомых каких-либо возрастных изменений рисунка и степени меланизации не происходит [6].

Таким образом, *Pyrhocoris apterus* отвечает основным требованиям биоиндикации: малоподвижен, трофически связан с определенными местами обитания, имеет хорошо выраженный меланизированный рисунок покрова, представленного дискретными элементами с различным спектром изменчивости. Существенным моментом взаимодействия клопа со средой является формирование определенных вариаций элементов меланизированного рисунка [4].

Вариации меланизированного рисунка переднеспинки насекомых являются объективным показателем состояния среды обитания, поскольку выполняют важную роль в обеспечении взаимосвязи насекомого со средой [3]. Известно, что физиологически меланин играет роль противоядия по отношению к токсическим фенольным соединениям, вырабатываемым в организме. Доказано, что меланин синтезируется и отлагается в наиболее склеротизированных участках кутикулы.

Обычной реакцией на ухудшение экологической ситуации у насекомых является расширение фенетической изменчивости признаков окраски и появления специфических фенотипов. Это послужило основанием для анализа изменчивости рисуночных вариаций у клопа-солдатика рядом авторов в разных регионах, но наиболее подробно в Белгородской области [8].

С 1987 г. клоп-солдатик (*Pyrhocoris apterus* Linnaeus, 1758) широко используется как модельный вид биоиндикации состояния различных биотопов Белгородской области. В рамках оценки состояния среды данных территорий изучена вариабельность элементов меланизированного рисунка клопа-солдатика, флуктуирующая асимметрия отдельных элементов меланизированного рисунка [12, 13], половая структура популяций клопа-солдатика в различных биотопах, изменчивость температурных норм развития клопа-солдатика [5, 6].

В Беларуси такие исследования проводились только фрагментарно. В Брестской области на начальных этапах исследования было выявлено 12 вариаций рисунка переднеспинки, встречающихся с разной частотой. Затем происходило обнаружение новых вариаций, но, пока не создана единая система их описания, новые вариации описываются как добавление к ранее описанным, или находятся сходные вариации, описанные Е.Н. Хорольской [8].

В Алтайском крае впервые только в 2016 году была проведена биоиндикационная оценка состояния окружающей среды по характеру меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика [11]. Составлен каталог фенотипических вариаций меланизированного рисунка переднеспинки. В связи с тем, что собранный И.В. Батлуцкой материал Белгородской области требует адаптации к условиям Алтайского края, продолжение исследований считаем актуальным.

1.2 Асимметрия рисунка *Pyrrhocoris apterus*

В условиях техногенного воздействия для поддержания гомеостаза насекомые затрачивают большее количество энергии и двигательной активности, что является причиной формирования связи между увеличением объема поперечно-полосатых мышц груди и местами их прикрепления – наиболее склеротизированными и меланизированными участками кутикулы [14]. Появление асимметрии меланизированного рисунка может свидетельствовать о нарушении эмбриональных и постнатальных процессов, происходящих в организме клопа-солдатика [11].

Использование частот встречаемости особей с асимметрией в меланизированном рисунке покрова насекомых приводит к обнаружению нарушения в экосистемах, вызванных трансформирующим действием антропогенных факторов на очень ранних этапах, когда в окружающей среде еще не проявились структурные преобразования. Эти изменения, как правило, представляют собой незначительные сдвиги, которые не регистрируются другими методами [2].

Традиционным показателем неблагоприятной экологической обстановки анализируемых сообществ служит расширение фенетической изменчивости признаков насекомых различных биот, появление специфичных фенотипов. Однако увеличение частот встречаемости асимметричного проявления билатеральных признаков, как экологическая характеристика учитывается достаточно редко.

Отклонения в строении различных морфологических структур организма являются одним из важнейших показателей нарушения популяционного гомеостаза. Такие изменения характеризуют уровень стабильности индивидуального развития организма, оценка которого при энтомобиоиндикации сводится к выявлению случайной изменчивости развития билатерально симметричных признаков.

Различия между гомологичными структурами одного и того же организма, которые в норме должны быть симметричными, удовлетворяют требованию выявления последствий нарушения развития. Флуктуирующая асимметрия – наиболее распространенное и доступное для анализа внутри индивидуальной изменчивости явление. При нарушении стабильности развития в результате антропогенного воздействия или средового стресса, величина флуктуирующей асимметрии различных, даже некоррелированных между собой признаков, показывает согласованные изменения. Информация, полученная в отношении ограниченного набора морфологических признаков, характеризует уровень стабильности развития организма в целом.

Возрастание флуктуирующей асимметрии является неспецифическим ответом на любые отклонения параметров среды от оптимальных значений, которые сходны для многих популяций вида, что открывает возможность выявления сообществ функционирующих при неоптимальных условиях, как естественной экологической периферии ареала, так и при антропогенных воздействиях. При анализе морфологических показателей стабильности

развития можно выявлять различия между отдельными популяциями и следить за изменениями, происходящими в одной и той же изучаемой биоте [12].

Изучение и анализ стабильности развития клопа-солдатика по уровню флуктуирующей асимметрии меланизированного рисунка покрова является перспективным в качестве показателя состояния окружающей среды в системе биомониторинга.

1.3 Качественная и количественная оценка биоиндикационных признаков *Pyrrhocoris apterus*

Определение фенотипического разнообразия живых организмов является одним из современных биоиндикационных методов. Но еще в 1928 году выдающийся естествоиспытатель Р. Чэпман отметил, что «в ходе истории различных ветвей науки можно видеть переход от относительно неточного чистого описания к относительной точности, связанной с количественными методами и математическими вычислениями» [9]. Утверждение в полной мере затрагивает и времена, когда исследователь-биолог лишь на основании личных впечатлений и визуальной оценки мог говорить: «данные явления отличаются», обоснованно оставшиеся на заднем плане современной науки.

Таким образом, результаты, полученные исследователями при изучении клопа-солдатика, указывают на недостаточность качественной оценки морф, основанной лишь на форме пятна рисунка покровов насекомых. Выявлена необходимость использования количественных признаков, в частности, определения площади меланинового пятна, что в случае морф переднеспинки имеет очевидную связь с физиологией (контуры пятен рисунка соответствуют месту прикрепления мышц, задействованных в локомоции). Пятно «В» надкрылий, в силу отсутствия связи с мышечным аппаратом, важно как признак, имеющий значение наиболее заметного элемента предупредительной окраски или внутривидовой коммуникации.

2. Материал и методы исследований

Исследования проводились в 2018-2019 гг. Материалом послужил клоп-солдатик (*Pyrrhocoris apterus*), извлеченный из участков природной среды – территории дендрария КГБУ ДО «Алтайский краевой детский экологический центр» (г. Барнаул, Алтайский край) в июне месяце в количестве 100 половозрелых особей.

Экологический центр расположен в частном жилом секторе, в 500-х м от проезжего тракта А322 (федерального значения) и в 370-ти м от берега реки Обь. На территории дендрария, основанного в начале 80-х гг. XX в., гнездятся различные виды птиц, живут белки, произрастают: туя западная, сирень венгерская, спирея дубравколистная, ирга колосистая, орех серый, ива белая, рябина сибирская, рябинник рябинолистный, дрок красильный, кизильник блестящий, сирень амурская, лох серебристый, шефердия серебристая, барбарис корейский, раkitник русский, клен татарский, виноград девичий прикрепленный, сирень обыкновенная, яблоня гибридная декоративная, шелковица белая, магония падуболистная, а так же другие виды деревьев и кустарников.

Клопов фиксировали в 70% спирте в течение 2 ч. Далее накалывали на иголку, высушивали на ПЭТ пластинках. Визуальные исследования проводились при помощи лупы (x15) и стереоскопического микроскопа MC-5-ZOOM LED оснащенного видеоокуляром TourCam 5,1 MP с программным обеспечением (измерение площади меланиновых пятен рисунка покровов клопа-солдатика) [1]. Морфометрические – при помощи стереоскопического микроскопа. Макрофотографии получены при помощи зеркальной камеры Sony Alpha ILCA-68K Kit, микрофотографии при помощи сканера Epson Perfection V600 Photo с высокой разрешающей способностью. Расчеты произведены при помощи ПК DEXP Atlas N166 Core в программе Microsoft Excel. Для анализа фотографического материала использован принтер HP Color Laser Jet Pro M 452 dn. Исследования за счет средств гранта Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества, предоставленного Фондом президентских грантов.

3. Результаты исследований

Объект исследования – клоп-солдатик (*Pyrrhocoris apterus* L.) относится к семейству Красноклопы (*Pyrrhocoridae*), подотряду Щитникообразные (*Pentatomomorpha*), отряду Настоящие полужесткокрылые или Клопы (*Heteroptera*), классу Насекомые (*Insecta*), типу Членистоногие (*Arthropoda*), царству Животные (*Animalia*, приложение 1) [7].

Рисунок покрова клопа-солдатика состоит из 4-х, имеющих биоиндикационное значение, меланизированных элементов. Для нас важность представляли рисунки переднеспинки клопа (П), малых (А) и больших (В) парных пятен надкрыльев.

Визуальный осмотр меланизированных элементов клопа-солдатика позволил выделить и описать максимально и минимально меланистические элементы. Так, среди вариаций рисунка переднеспинки клопа-солдатика изучаемой популяции визуально определены наиболее меланистические морфы: П1 (4% особей, №№ 13, 21, 28, 41, 53) и П2 (1% особей, № 15). Наименее меланистические пятна показанные, как П3 (№ 19), П4 (№ 62) и П5 (№ 37) в приложении 2, встречаются у 1% особей выборки в каждом случае.

При визуальной оценке малых пятен надкрыльев клопа-солдатика так же отмечены наиболее меланистические морфы: А1 (1% особей, № 23), А2 (11% особей, №№ 10, 11, 12, 14, 20, 22, 31, 51, 81, 85, 89, 100) и А3 (1% особей, № 63) и наименее меланистические: А4 (8% особей, №№ 17, 24, 32, 35, 37, 39, 44, 67, 71), А5 (№ 80) и А6 (№ 88) по 1% особей в каждом случае.

Наиболее меланистичными среди больших пятен надкрыльев клопа-солдатика считаем морфу В1 (7% особей, №№ 8, 10, 13, 18, 50, 56, 62, 90). Наименее меланистичные морфы оказались более распространенными по вариации: В2 (№ 48), В3 (№ 60), В5 (№ 85) по 1% особей и В4 (3% особей, №№ 36, 81, 87, 88).

Морфометрические исследования меланистических элементов клопа-солдатика показали большую вариабельность по форме. Кроме того, результаты измерений противоречат визуальной оценке в большинстве случаев.

При измерении площади меланистического пятна переднеспинки клопа-солдатика определили 7 лидирующих по размеру морф (диаграмма 1).

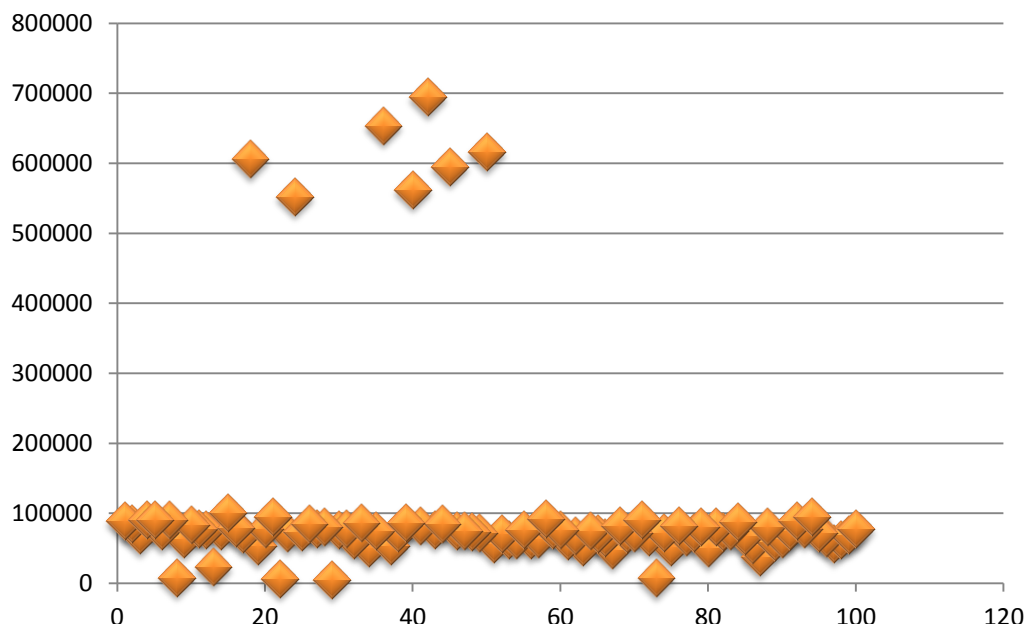


Диаграмма 1. Распределение значений площади П-рисунка

В исследуемой популяции только 5 особей имели минимальное значение размера рисунка переднеспинки (таблица 1, приложение 2).

Таблица 1 – Распределение значений размера пятна переднеспинки

Показатель в выборке	№ в выборке	Площадь, мм ²
Min	29	5407
	22	6924
	73	7563
	8	8605
Max	24	552405
	40	562345
	45	595094
	18	606262
	50	616070
	36	653666
	42	694173

Наиболее меланистической морфой следует считать №42, площадь которой в 128 раз превышает размер наименее меланистичного пятна (№29) клопа-солдатика исследуемой популяции (приложение 3).

Таким образом, меланизм П-рисунка, выраженный математическим числом, имеет преимущественно четкие границы. Одновременно характерна и вероятность высокой степени изменчивости меланистичности пятна.

Морфометрические данные измерений пятен А и В так же имеют расхождения с результатами визуальной оценки. Максимальная площадь А-

пятен (общая, правого и левого) превышает минимальное значение в 53 раза. (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение значений размера А-пятен надкрыльев

Показатель в выборке	№ в выборке	Общая площадь, мм ²
Min	88	27642
	79	30296
Max	23	523892
	48	682414
	64	1475860

Как видно на диаграмме 2, отчетливо просматривается интервал между значениями наиболее меланистических морф по сравнению с показателями рисунка переднеспинки клопа. Половозрелая особь №70 в изучаемой популяции не имеет малых пятен совсем.

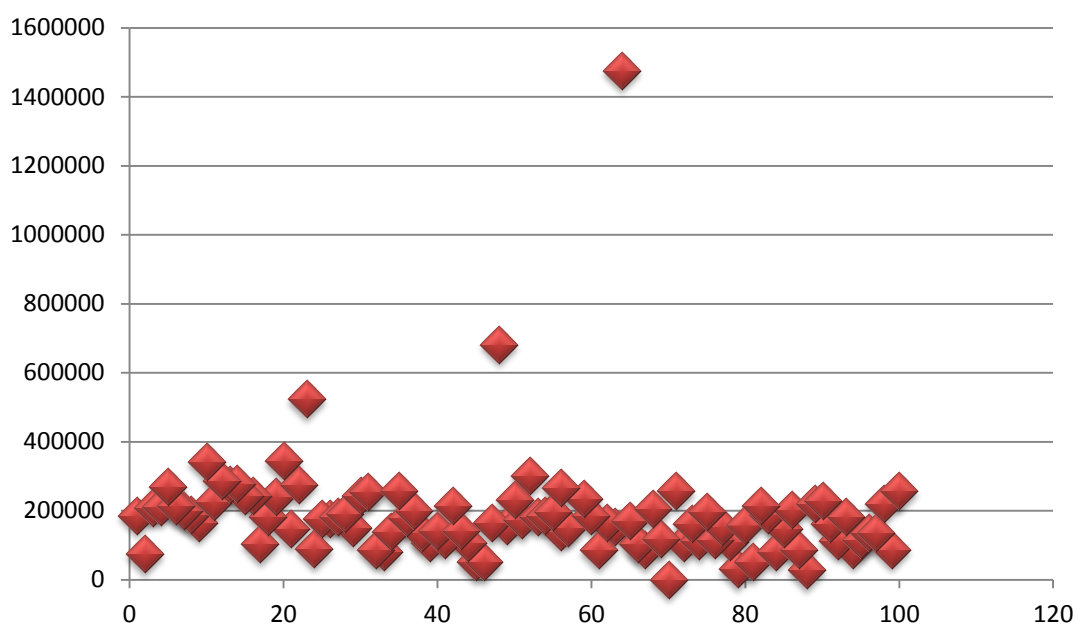


Диаграмма 2. Распределение значений площади А-рисунка

Таким образом, визуальная и морфометрическая оценка А-пятен надкрыльев клопа-солдатика совпали в 2-х случаях: наименьшие меланистические пятна (№88, слабо выраженные, точковидные) и наиболее меланистический рисунок (№23, разлитой, деформированный). Максимально меланистические А-пятна в изучаемой популяции относятся к порядковому номеру 64 (приложение 4).

Степень меланизма А-пятен надкрыльев клопа-солдатика, сопряженная с формой рисунка, в исследуемой популяции варьирует в определенных пределах. Имеет место и выраженный меланизм, как правило, связанный с нарушением формы и расположением рисунка (мутацией), а так же факт полного отсутствия меланистического пятна.

Морфометрические исследования позволили выделить лишь одну лидирующую морфу В-пятен надкрыльев клопа-солдатика, значение площади которой в 11 раз превышает значение минимально меланистичной морфы. Кроме того, явно выражен разрыв между максимальным значением и значениями основной выборки (диаграмма 3).

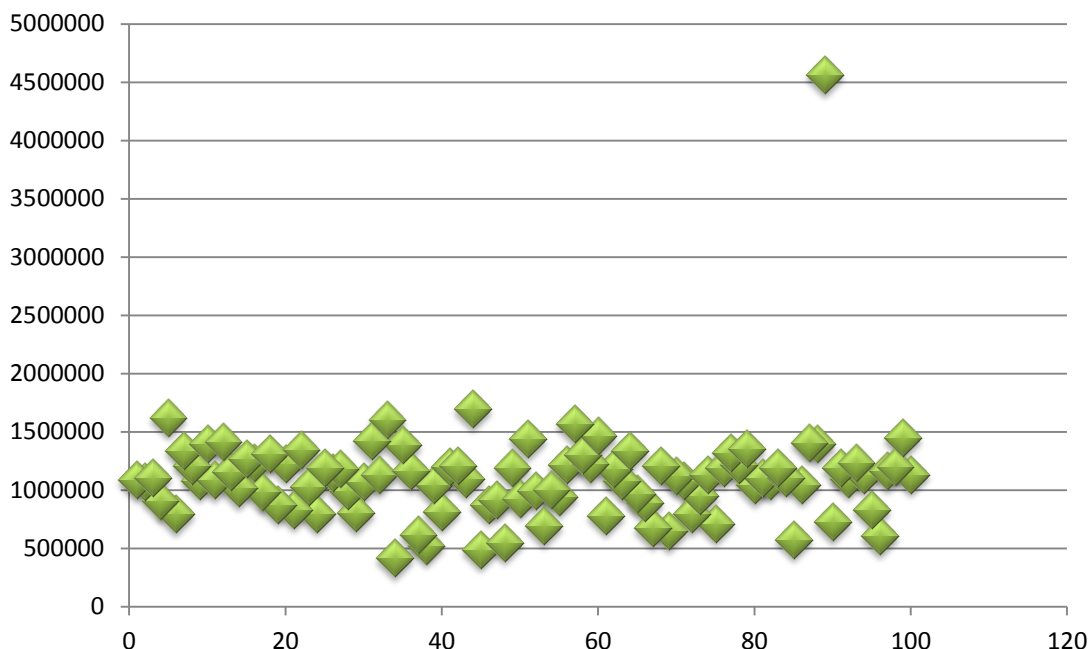


Диаграмма 3. Распределение значений площади В-рисунка

Данные таблицы 3 указывают на отличие результатов визуальной оценки меланистичности морф В-пятен от данных морфометрических исследований.

Таблица 3 – Распределение значений размера В-пятен надкрыльев

Показатель в выборке	№ в выборке	Общая площадь, мм ²
Min	34	416354
Max	89	4564410

В отличие от морфометрических исследований П и А-пятен структурных элементов клопа-солдатика, В-пятна представлены в популяции единственной максимально и единственно минимально меланистичными морфами (приложение 5).

На основании результатов микроскопических исследований можно сделать предположение о слабой изменчивости степени меланистичности В-пятна. При этом пределы варибельности меланистичности В-пятен несколько шире, чем у А-пятен. Выраженные нарушения формы и расположения пятен встречаются реже.

Выводы

1. Визуально наиболее меланистические морфы П-пятна: П1 (№№ 13, 21, 28, 41, 53), П2 (№15). Наименее меланистические пятна: П3 (№19), П4 (№62), П5 (№37).

Наиболее меланистические морфы А-пятен: А1 (№23) и А3 (№63), А2 (№№ 10, 11, 12, 14, 20, 22, 31, 51, 81, 85, 89, 100). Визуально наименее меланистические пятна: А4 (№№ 17, 24, 32, 35, 37, 39, 44, 67, 71), А5 (№80) и А6 (№88).

Наиболее меланистичной среди В-пятен считаем морфу рисунка надкрыльев В1 (№№ 8, 10, 13, 18, 50, 56, 62, 90). Визуально наименее меланистичные пятна: В2 (№48), В3 (№60), В5 (№85) и В4 (№№ 36, 81, 87, 88).

2. Морфометрически выявленные наиболее меланистические морфы П-пятна: №№ 24, 40, 45, 18, 50, 36, 42. Наименее меланистичные пятна: №№ 29, 22, 73, 8.

Наибольшие значения размера общей площади А-пятен выявлены у морф: №№ 23, 48, 64. Наименее меланистичные пятна у морф №№ 79 и 88.

Среди больших пятен надкрыльев наибольший меланизм найден у морфы №89, минимальный у №34.

3. Для основной массы особей популяции вариабельность меланизма П-пятна характеризуется довольно четкими и узкими границами. При этом характерна вероятность высокой степени единичной изменчивости меланистичности пятна.

Степень меланизма А и В-пятен надкрыльев клопа-солдатика, сопряженная с формой рисунка, варьирует, но в определенных пределах. Границы вариабельности меланистичности В-пятен несколько шире, чем у А-пятен.

У А-пятен имеет место и выраженный меланизм, как правило, связанный с нарушением формы и расположением рисунка (мутацией), а так же факт полного отсутствия меланистического пятна. Выраженные нарушения формы и расположения В-пятен встречаются реже.

4. Морфометрические исследования указывают на необходимость уточнения и, вероятно, региональной «адаптации» визуальной методики и пересмотра индикационного значения морф, выделенных исключительно по форме пятен.

Список литературы

1. Батлуцкая И. В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия: Монография / И. В. Батлуцкая. – Белгород, 2003а. – 168 с.
2. Батлуцкая И. В. Изменчивость фенетической структуры природных популяций клопа-солдатика в различных экологических условиях / И. В. Батлуцкая // Экологическая безопасность и здоровье людей в XXI веке. – Белгород, 2000. – С. 14–17.
3. Батлуцкая И. В. Изменчивость элементов меланизированного рисунка покровов клопа-солдатика в оценке антропогенного воздействия / И. В. Батлуцкая // Известия Самарского научного центра РАН. – 2003б. – Т. 5, № 2. – С. 350–354.
4. Батлуцкая И. В. Практикум по общей, физиологической и экологической генетике / И. В. Батлуцкая, Е. Н. Хорольская, В. А. Глотов. – Белгород: БелГУ, 2009. – 144 с.
5. Болховитина Е. А. Анатомо-морфологические особенности кутикулярного аппарата переднегруди клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus* L.) в различных биотопах юга Среднерусской возвышенности : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.08 / Е. А. Болховитина; [Место защиты: Белгород. гос. нац. исслед. ун-т]. - Белгород, 2012. – 21 с.
6. Болховитина Е. А. Изменчивость кутикулы переднеспинки *Pyrrhocoris apterus* L. в различных наземных экосистемах / Е. А. Болховитина, И. В. Батлуцкая, В. А. Глотов // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 11. – С. 117–120.
7. Есенбекова П. А. Полужесткокрылые (Heteroptera) Казахстана / П. А. Есенбекова – Алматы: «Нур-Принт», 2013. – 349 с.
8. Кароза С. Э. Изменчивость рисунка переднеспинки в группировках клопа-солдатика из районов с разной степенью антропогенной нагрузки в г. Бресте и г. Слониме. Мониторинг окружающей среды : сб. материалов II международной науч.-практ. конф., Брест, 25–27 сентября 2013 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина; редкол : И.В. Абрамова [и др.]. – Брест: БрГУ, 2013. – С. 37-40.
9. Малков П. Ю. Количественный анализ биологических данных: Учебное пособие. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – 71 с.
10. Мухина А. А. Насекомые как объект биоиндикации / А. А. Мухина // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали IV Міжнародної наукової конференції. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007. – С. 276-277.
11. Нефедьев П. С. Биоиндикация окружающей среды города Барнаула по характеру меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика / П. С. Нефедьев, А. В. Зубченко // Acta Biologica Sibirica. – 2016. - № 2 (2). – С. 25-45.
12. Хорольская Е. Н. Спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика / Е. Н. Хорольская, И. В. Батлуцкая, В. А. Глотов // Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия Химия и Биология. – Вып. 1 – Белгород, 2006 – С. 146-152.

- 13.Хорольская Е. Н. Экологический анализ флуктуирующей асимметрии в изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus* L.) в различных экосистемах: На примере Белгородской области: автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.16 / Е. Н. Хорольская. – Саратов. гос. ун-т им. Н.Г. Чернышевского. – Саратов, 2006. – 22 с.
- 14.Шляхтин Г. В. Изменчивость меланизированного рисунка клопа-солдатика в природных популяциях Саратовской и Белгородской областях / Г. В. Шляхтин, И. В. Батлуцкая, Е. Н. Гончарова // Известия Саратовского государственного университета, 2001. – С. 286-293.
- 15.Яблоков А. В. Фенетика / А. В. Яблоков. – М.: Наука, 1980. – 132 с.



Фото 1. Весенне-летняя генерация *Pyrrhocoris apterus* в дендрарии экологического центра

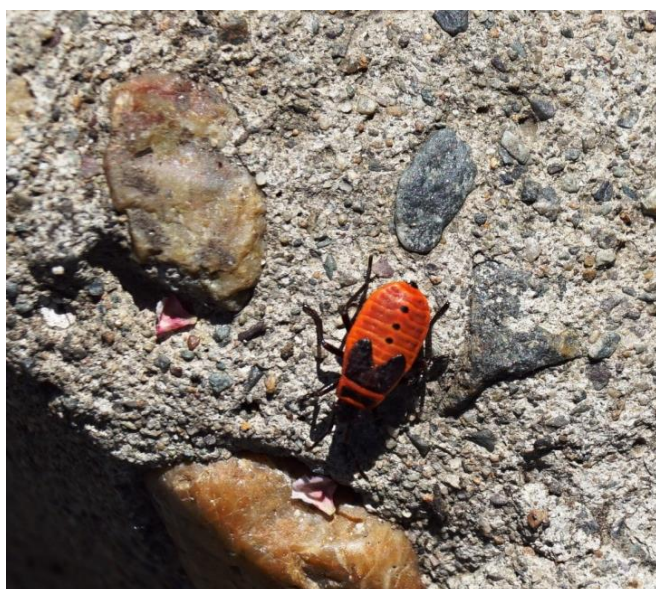
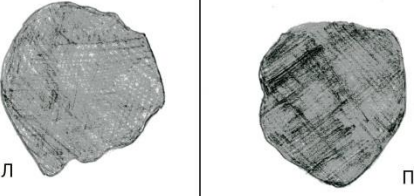
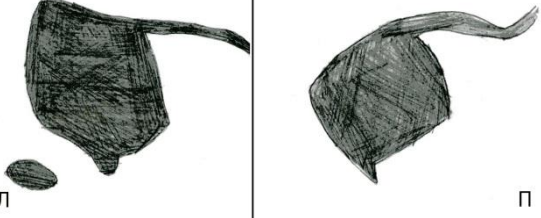
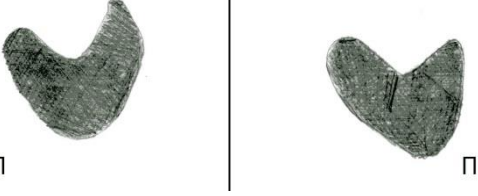
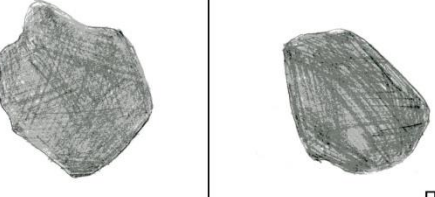
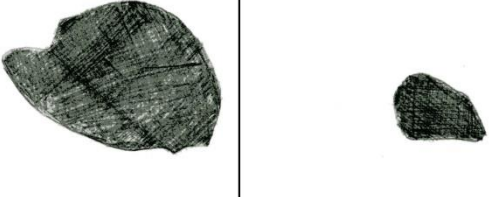


Фото 2. Нимфа и половозрелые особи *Pyrrhocoris apterus*

Вариация	Рисунок	Описание	Симм./асимм.
П1		<p>Верхняя и нижняя меланизированные части сплошные, плотно прилегают друг к другу. Нижняя имеет асимметрию и 2 треугольных выроста снизу.</p>	Асимм.
П2		<p>Верхняя меланизированная часть сплошная, правая часть выше чем левая. Нижний элемент плотно прилегает к верхнему, но имеет маленькую выемку в центре в форме треугольника.</p>	Асимм.
П3		<p>Верхняя меланизированная часть сплошная. Нижняя отсутствует. Слева и справа меланизированные полосы.</p>	Симм.
П4		<p>Верхняя меланизированная часть сплошная, левая часть выше, чем правая. Нижний элемент отделен от верхнего, в виде разных по размеру капель.</p>	Асимм.
П5		<p>Верхняя меланизированная часть сплошная. Нижний элемент в виде меланизированных полос отдельно от верхнего.</p>	Симм.

A1		<p>Левое явно не правильной формы, рядом есть точка. Форма сначала продолговатая, а в конце отросток в виде «листа на дереве». Правое похоже на «глаз Фараона». Линия, а далее отросток</p>	Асим м.
A2		<p>Левое и правое в виде разнонаправленных треугольников.</p>	Асим м.
A3		<p>Левое – овал. Правое расплылось, с верху остроконечное с расплывчатым крюком.</p>	Асим м.
A4		<p>Левое – круг. Правое – капля.</p>	Симм.
A5		<p>Правое и левое пятна одинаковые, оба рисунка округлой формы.</p>	Симм.
A6		<p>Правое и левое пятна одинаковые, в виде капель.</p>	Симм.

В1		<p>Левое и правое пятна округлые с неровной границей.</p>	Симм.
В2		<p>Левое и правое пятна больше округлые с неровной границей и правонаправленными отростками. Левое пятно имеет дополнительный, отдельно располагающийся овальный элемент</p>	Асим м.
В3		<p>Левое и правое пятна похожи на сердца.</p>	Симм.
В4		<p>Левое и правое пятна больше округлые с неровной границей.</p>	Симм.
В5		<p>Левое и правое пятна больше округлые с неровной границей. Разнонаправлены. Правое значительно меньше.</p>	Асим м.

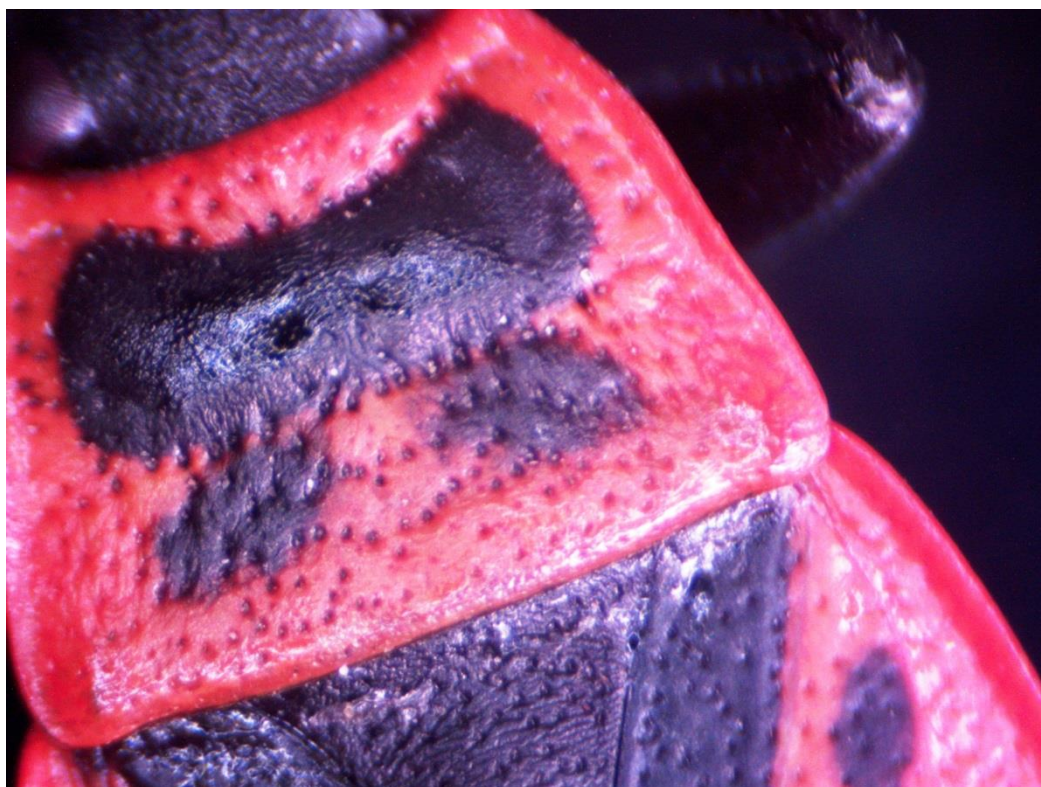


Фото 3. Морфа переднеспинки №43. Ув. х40



Фото 4. Морфа переднеспинки №29. Ув. х40

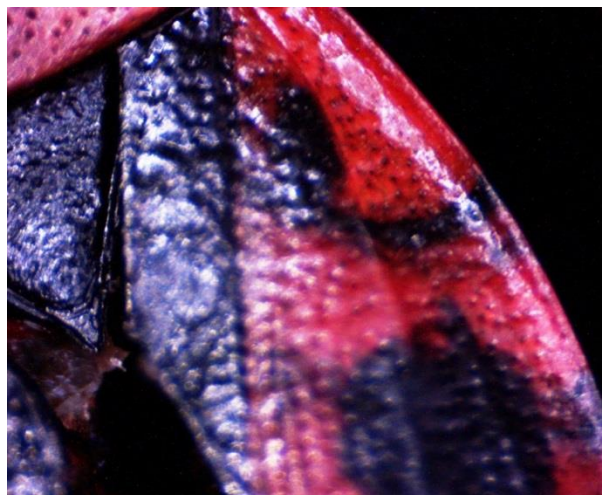
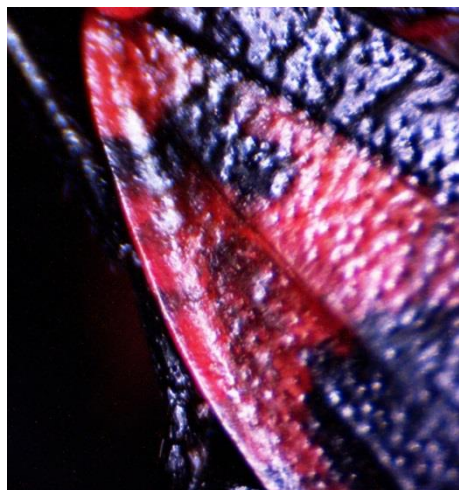


Фото 5. Морфа надкрыльев №23 (левое и правое А-пятно). Ув. х50

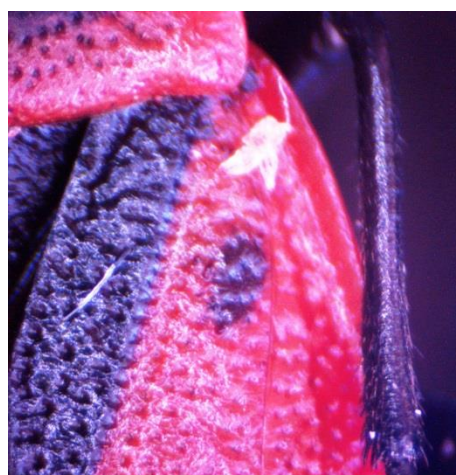
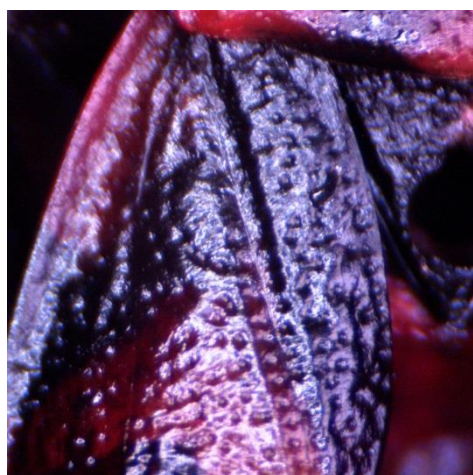


Фото 6. Морфа надкрыльев №64 (левое и правое А-пятно). Ув. х50

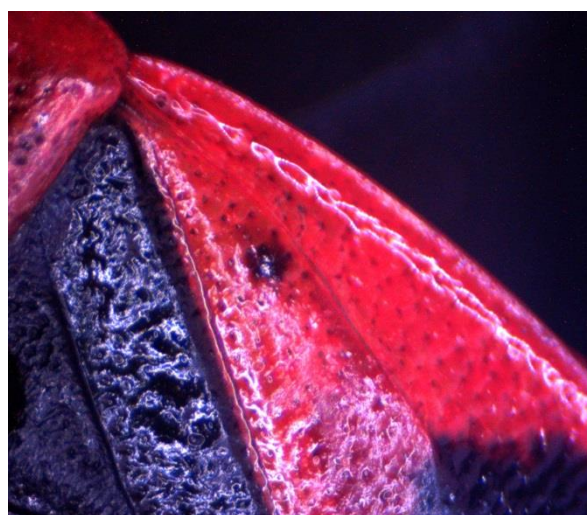
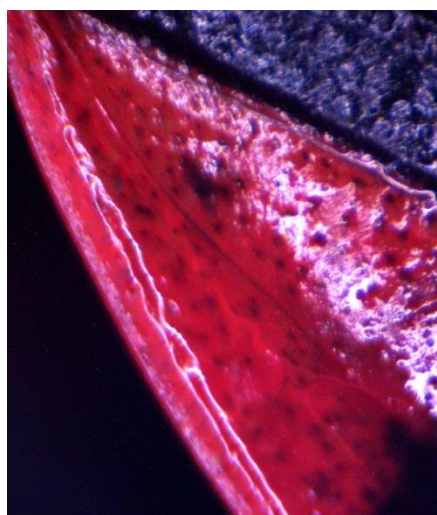


Фото 7. Морфа надкрыльев №88 (левое и правое А-пятно). Ув. х50

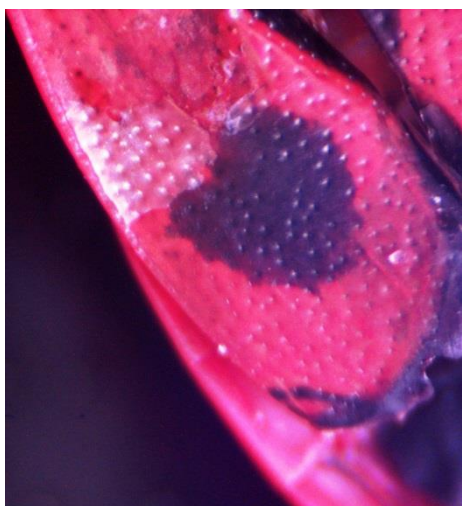


Фото 8.

Морфа надкрыльев №34 (левое и правое В-пятно). Ув. х40

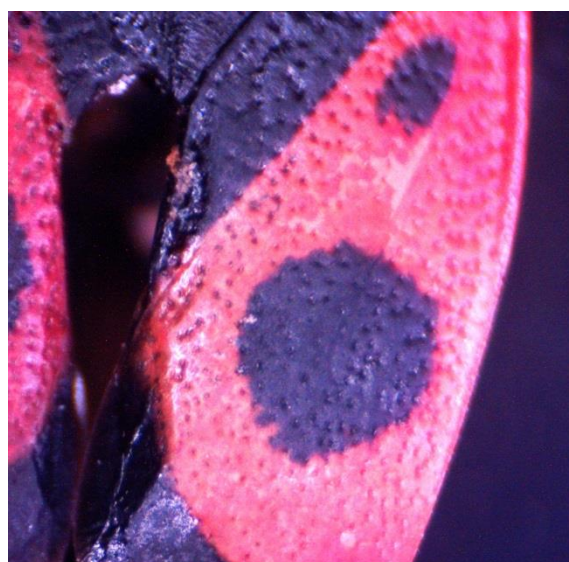


Фото 9. Морфа надкрыльев №89 (левое и правое В-пятно). Ув. х40