

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
(ФГБОУ ВПО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»)

Кафедра биологии и экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

Флуктуирующая асимметрия колорадского жука

Выполнена: студенткой 5 курса группы «БХ»
очной формы обучения факультета
естественных наук специальности
"Биология" с дополнительной
специальностью "Химия"
Бабичевой Натальей Николаевной

Тула – 2013 год

Работа выполнена на факультете естественных наук "Тульского государственного педагогического университета им. Л.Н.Толстого"

Научный руководитель: к.б.н., профессор **Булухто Н. П.**

дата

подпись

Работа допущена к защите:

Заведущий кафедрой биологии и экологии

дата

д.б.н., профессор **Короткова А.А.**

Рецензент: к.б.н., доцент кафедры СКСГиТ **Лештаев А.А.**

дата

подпись

Защита состоится " ____ " _____ 2013 года в учебном корпусе №2 ТГПУ им.

Л.Н. Толстого, в _____ аудитории в _____ часов.

Декан факультета естественных наук

дата

д.х.н., профессор **Шахкельдян И.В.**

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Литературный обзор.....	5
Глава 2. Условия и методы проведения исследований.....	12
2.1. Краткая физико-географическая характеристика г. Тулы.....	12
2.2. Характеристика района исследования.....	13
2.3. Методика проведения исследования.....	15
Глава 3. Флуктуирующая асимметрия колорадского жука.....	16
3.1. Морфология и биология колорадского жука.....	16
3.2. Флуктуирующая асимметрия надкрылий колорадского жука в условиях г. Тулы.....	19
Выводы.....	27
Литература.....	28

Введение.

Реакция насекомых на техногенные воздействия может проявляться на различных системных уровнях: видовом, популяционном, организменном и т.п. Нами исследована ответная реакция насекомых на техногенные воздействия на организменном и популяционном уровнях. В частности, флуктуирующая асимметрия, как дефект онтогенеза имеет индивидуальные проявления, однако разные популяции, находящиеся под действием разных в количественном и качественном отношении техногенных агентов, характеризуются различным относительным количеством асимметричных особей и, соответственно, разным коэффициентом флуктуирующей асимметрии [12].

Изучению флуктуирующей асимметрии из года в год посвящается все больше работ как отечественных, так и зарубежных. Изучение этого вида изменчивости имеет как теоретическое, так и практическое значение.

Цель работы – изучение флуктуирующей асимметрии рисунка надкрылий колорадского жука в популяции одного из участков города Тулы.

Задачи:

- 1) изучение вариаций рисунка надкрылий колорадского жука.
- 2) изучение показателя флуктуирующей асимметрии в исследуемой популяции.

Предмет исследования – рисунок надкрылий колорадского жука.

Объект исследования - имаго колорадского жука.

Работа выполнена на кафедре биологии и экологии ТГПУ им. Л. Н. Толстого под руководством профессора, к.б.н. Булухто Н.П..

Глава 1. Литературный обзор.

Загрязнение среды (промышленное химическое и радиоактивное, автомобильные выбросы, использование инсектицидов, гербицидов и минеральных удобрений) заметно отражается на фауне насекомых. Промышленное загрязнение местности, как правило, довольно медленно действует на популяции насекомых. Правда, здесь многое зависит от химической природы загрязняющих веществ, на которые насекомые реагируют по-разному. Так, в зоне загрязнения обычно происходит резкое увеличение численности сосущих фитофагов, особенно тлей. Вместе с сосущими насекомыми увеличивается численность их естественных врагов. Основная причина этого явления, скорее всего, – нарушение синтеза белков в тканях растений и как результат накопление в их жидком содержимом свободных аминокислот. Кроме того, сосущие насекомые, в отличие от листогрызущих, практически не страдают от загрязнения поверхности листьев. С ослаблением растений связывается также и увеличение численности подкорковых и стволовых насекомых. Показано, например, что в зоне выброса солей тяжелых металлов возникает мощное развитие ксилофагов [14].

Анализу симметрии в живом мире посвящено большое количество работ, затрагивающих разные аспекты [7, 15, 17]. Ввиду различных причин (эволюционные приспособления, особенности онтогенетического развития) в строении живых тел возникают различные отклонения от строгой билатеральной симметрии – называемые асимметрией.

Наиболее распространенной и классификация асимметрии Ван Валена часто используемой в настоящее время является классификация асимметрии Ван Валена, предложившего все многообразие проявлений асимметрии разделить на три основных типа:

1. Направленная асимметрия – при этом типе в норме какая-либо структура развита больше на одной стороне, причем сторона проявления генетически строго детерминирована. Подобный тип асимметрии, как правило, является результатом приспособлений, выработанных в ходе филогенеза: сердце млекопитающих, размер клешней у некоторых видов крабов, строение тела камбалообразных, из растений – листовые пластинки бегоний, липы.

2. Антисимметрия – при данном типе асимметрии отмечается отрицательная связь проявления признака на разных сторонах билатеральной структуры – признак проявляется только на правой или только на левой стороне, причем, генетически обусловлен сам факт различий, а не сторона проявления. Данное явление отмечено у некоторых видов брюхоногих моллюсков, гетерохелия у ряда видов крабов.

3. Флуктуирующая асимметрия – этот тип асимметрии есть следствие несовершенства онтогенетических процессов. Это незначительные, ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии [22].

Флуктуирующая асимметрия крайне широко распространенное явление. Им охвачены практически все билатеральные структуры у самых разных живых существ. Понятно, что не возможно подвергнуть анализу известные признаки всех билатерально - симметричных структур, но у исследованных флуктуирующая асимметрия регистрировалась [8]. Более того, это явление имеет место даже при иных типах асимметрии, в этом случае она представляет собой отклонения не от строгой симметрии, а от определенной средней симметрии.

По форме выражения она представляет собой незначительные отклонения от строгой билатеральной симметрии, а наблюдаемые отклонения, скорее могут быть отнесены к случайным нарушениям развития, чем к направленным изменениям. Соответственно, эти незначительные отклонения не несут функциональной значимости, и находятся в пределах определенного люфта, допускаемого естественным отбором.

Флуктуирующая асимметрия есть проявление внутри индивидуальной изменчивости, т.е. характеризует различия между гомологичными структурами внутри одного индивида. Подобный тип изменчивости широко распространен у растений, где в пределах одного индивида, можно провести разносторонний анализ метамерных структур, например листьев [5, 6]. Но важно отметить, что если уровень флуктуирующей асимметрии является характеристикой индивидуума, а значит, можно оценивать различие разных групп особей по среднему уровню различий между сторонами, то данное явление (флуктуирующая асимметрия) может рассматриваться и с позиции популяционной изменчивости.

С позиций изменчивости как способности к изменению, наблюдаемое при флуктуирующей асимметрии несходство проявления признака между сторонами, не может быть объяснено ни генотипическими, ни средовыми различиями.

Это есть результат случайной изменчивости развития. Представления об этом виде изменчивости были впервые сформулированы Б.Л. Астауровым [1]. Само выявление этой формы изменчивости связано, в первую очередь, с исследованием именно флуктуирующей асимметрии.

Рассматривая основные черты флуктуирующей асимметрии, можно выделить три основные особенности (по различиям между двумя сторонами тела):

незначительность различий;

ненаправленность различий;

независимость билатерального проявления – исходя из случайности нарушений развития признака, зависимость в появлении различий слева или справа должна отсутствовать. Это неизменно имеет место, если все фенотипическое разнообразие в рассматриваемой группе особей является следствием случайных нарушений развития, в достаточно однородных, с точки зрения генотипа и среды, условиях [1, 2]. Анализ таких гетерогенных группировок, как природные популяции, выявил наличие всех переходов от

сильной положительной связи между сторонами до ее полного отсутствия или слабой отрицательной, что является вполне естественным при флуктуирующей асимметрии, так как в общее фенотипическое разнообразие исследуемых признаков происходит вклад других форм изменчивости.

Несмотря на отсутствие генетической детерминированности различий между левой и правой стороной при флуктуирующей асимметрии, выявлена ее чувствительность к общей коадаптированности генома. В эксперименте, при разных типах скрещиваний выявлено, что при близкородственном скрещивании и при отдаленной гибридизации величина флуктуирующей асимметрии возрастает.

Колорадские жуки - существа билатерально симметричные. В природе нет таких билатеральных структур у самых разных видов, которые не были бы охвачены в той или иной мере незначительными ненаправленными от строгой симметрии, составляющие проявление флуктуирующей асимметрии [8]. Она является результатом неспособности организмов развиваться по точно определенным путям, то есть результатом несовершенства онтогенеза. Формируясь на основе одного и того же генотипа, флуктуирующая асимметрия возникает в результате различных внешних воздействий, нарушающих нормальный ход мор фогенетических процессов, и сильнее выражена у организмов с менее стабильным онтогенезом. Можно сказать, что она является мерой приспособленности организма к конкретным условиям.

Этот тип асимметрии резко отличается от всех прочих типов асимметрии тем, что различия между сторонами не являются строго генетически детерминированными. Они случайны, не имеют какого-либо адаптивного значения, то есть, не направлены. Проявления флуктуирующей асимметрии, следовательно, должны быть незначительными и таковыми являются, поскольку значительные различия между сторонами могут иметь место в природе лишь в том случае, если они адаптивны. Флуктуирующая асимметрия, по-видимому, не оказывает ощутимого воздействия на

жизнеспособность индивидов. Однако она может служить показателем генетических качеств особи и, следовательно, имеет значение для полового отбора [8].

В популяциях обычно присутствуют и симметричные, и асимметричные особи в разных соотношениях. Степень флуктуирующей асимметрии находится в определенных пределах, допускаемые естественным отбором. Она представляется широко распространенным общебиологическим явлением, своего рода особой формой фенотипической изменчивости и увеличивается под влиянием средового стресса [19].

В силу стохастической природы этого явления анализ его возможен на уровне групп особей в популяционном и феногенетическом аспекте, связанном с выявлением особенностей реализации наследственной информации в индивидуальном развитии. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии имеет свои особенности и, прежде всего, необходимость использования больших гомогенных выборок при исследованиях на популяционном уровне. Состояние природных популяций, подвергающихся антропогенным воздействиям, чаще и успешнее оценивают с помощью неметрических признаков [9], в лабораторных условиях наиболее применимы мерные показатели. По мнению В.М. Захарова [8], анализ флуктуирующей асимметрии позволяет решать следующие проблемы:

1. Определять оптимальные и/или неоптимальные условия развития как в эксперименте, так и в природных условиях.
2. Характеризовать состояние природных популяций с точки зрения стабильности развития.
3. Решать практические задачи в области охраны природы (как метод биомониторинга).

Биомониторинг предполагает определение состояния живых систем на всех уровнях организации и отклика их на загрязнение среды [13] и является важной составляющей общего экологического мониторинга результатов антропогенного воздействия на окружающую среду. Одним из методов

биомониторинга является биоиндикация - обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ [13]. Реакция живого организма позволяет оценить антропогенное воздействие в показателях имеющих биологический смысл [11]. При этом биоиндикационная оценка, как правило, является интегральной, т.е учитывает все воздействия за определенный период времени. Высокая специфичность некоторых реакций и наличие достоверной корреляции между уровнем воздействия и степенью проявления ответной реакции у отдельных видов насекомых позволяют использовать их в качестве индикаторов состояния окружающей среды.

Одним из требований к параметрам, применяемым в системе биомониторинга вообще и в биоиндикации в частности, является требование использования достаточно общих показателей, характеризующих существенные черты состояния природных популяций. Этому требованию вполне отвечает флуктуирующая асимметрия, как наиболее общая характеристика онтогенеза, присущая разным группам живых существ. Величина асимметрии реагирует повышением на возрастание нагрузки на организм и может быть применена в целях биоиндикации. Ее показатели могут быть использованы как для фонового мониторинга, так и для обнаружения изменения состояния среды под влиянием различных антропогенных воздействий [8].

Коэффициент флуктуирующей асимметрии, впервые предложенный для целей биоиндикации В.М. Захаровым в 1981г.[8], указывает на неоптимальность среды обитания исследуемых объектов. В городе причиной такой неоптимальности среды могут быть только антропогенные факторы. Показатель реагирует на изменение какого-либо фактора и стабилен при адаптации к изменившимся условиям. Однако в реальности на территории, подвергающейся антропогенному воздействию, не может быть стабильного состояния среды. Оно либо ухудшается в следствии накопления загрязнителей, либо улучшается по каким-либо параметрам в результате

природоохранных мероприятий или уменьшения антропогенной нагрузки, либо происходят периодические колебания в ту или иную сторону тех или иных параметров среды. В любом случае показатель флуктуирующей асимметрии продолжает индексировать изменения качества среды. Таким образом на основании периодического вычисления показателя можно проследить изменения условий обитания объекта [8].

Глава 2. Условия и методы проведения исследований.

2.1. Краткая физико-географическая характеристика Тульской области.

Тульская область расположена на юге Центрального района Нечерноземной зоны России. Территория области занимает 25,7 тыс. км на северо-востоке Средне-Русской возвышенности, близ северных границ лесостепи (53-55° с.ш., 35-39° в.д.). Рассеченная оврагами и балками она неоднородна по почвенному покрову, образованному на 46,4 % площади оподзоленными и выщелочными черноземами, на 34,8 % - серыми лесными, на 16,1 % - дерново-подзолистыми и на 2,7 % пойменными почвами речных долин [4, 16]. В чередовании лесных массивов со степными участками, более обширными на юго-востоке области (леса - 5 %, при 20 % на севере и северо-западе), создаются весьма разнообразные ассоциации древесно-кустарниковых пород. Коренными породами являются липа, клен, ясень; встречаются береза, осина, ольха. Около половины площадей леса занято дубовыми посадками.

Климат Тульской области - умеренно-континентальный со средней температурой воздуха в июле от 17,7 до 19,3°C, а в январе от - 9,9 до - 10,4°C.

Летом возможно (вероятность 5 %) повышение температуры до 37 - 38°C, а абсолютный минимум, отмеченные зимой 1940 г. составляет - 48°C. Весеннее возобновление вегетации начинается в III декаде апреля, но отдельные заморозки на юге области прекращаются во второй декаде мая, на севере лишь в конце мая. Именно в этот период происходит массовый выход колорадского жука с мест зимовок. Осенние заморозки обычны в конце второй декады сентября, когда вредитель уходит в диапаузу.

Тульская область относится к зоне достаточного увлажнения (сумма осадков 500 675 мм), причем 2/3 годовой нормы выпадает в виде дождя, а 1/3

- в виде снега Ветровой режим относительно стабилен. Летом преобладают северо-западные и западные ветра, способствующие расселению насекомых.

По тепло-влажнообеспеченности в Тульской области выделены два агроклиматических района. Первый, северный район, ограничен с юга изотермой в 2100 °С, проходящей по линии Венев - Тула - Дубна. Здесь преобладают серые лесные почвы, среднегодовая температура воздуха составляет 3,5 -4,0°С, сумма осадков -520 -620мм. Продолжительность вегетации растений при сумме активных температур (выше 10°С) в 1000-2100°С составляет 135-142 дня.

Для второго, южного района, характерны оподзоленные и выщелочные черноземы, среднегодовая температура равна 3,6 - 4,8°С, сумма осадков 500-600 мм. На юго-востоке осадков выпадает меньше (500 550 мм), чем на северо-западе. При сумме активных температур в 2100-2260°С длительность вегетационного периода составляет в среднем 146 дней. Средняя температура за период развития колорадского жука колеблется от 16,6 до 20°С, гидротермический коэффициент от 0,9 до 2.

Современный ареал колорадского жука подразделяется на три основные экономические зоны, характеризующиеся различиями в интенсивности размножения и вредоносности. Тульская область относится к зоне с относительно благоприятными условиями для развития вида.

Наиболее благоприятные условия для развития колорадского жука складываются во втором агроклиматическом районе, где отмечается максимальная поврежденность картофеля [10].

2.2. Характеристика района исследования.

Наблюдения проводились в вегетационный период 2012 года на приусадебном картофельном участке в Пролетарском районе г. Тулы. Размер участка 6 соток. Расположен участок рядом с автодорогой Тула - Шатск (Епифанское шоссе), в нескольких километрах от ОАО Тулачермет.

Промышленный объект всегда является потенциальным источником нанесения вреда экологии. В результате его работы в обязательном порядке образуются вредные побочные продукты производственных процессов (выбросы в атмосферу, промышленные отходы, в том числе опасные и очень опасные). Из-за деятельности предприятий страдает население, так как выбросы приносят большой вред здоровью. Таким промышленным объектом и является АК «Тулачермет». Данное предприятие относится к предприятиям черной металлургии и является абсолютным лидером по негативному воздействию на окружающую среду города Тулы.

ОАО «Тулачермет» является крупнейшим природопользователем Тульской области. Количество вредных выбросов в атмосферу ОАО «Тулачермет» составляет 78 тыс. тонн, это около 90% всех выбросов от стационарных источников в городе Туле. Оно является основным источником выбросов хрома и его соединений в атмосферу, оксида марганца, оксидов алюминия, оксидом никеля и оксида меди. Большую опасность представляют переполненные шламонакопители ванадиевого производства, содержащие самые вредные, канцерогенные вещества. Объем сточных вод, сбрасываемых в природную среду, составляет 2,5 млн. куб. м.

На предприятии ежегодно образуется 1,1 млн. тонн отходов 1–5-го классов опасности, что составляет 65% от общегородского образования отходов.

Еще 2001 г. для увеличения выпуска продукции и получения максимальной прибыли на предприятии было демонтировано все пылегазоочистное оборудование на шихтоподаче доменной печи № 3, что привело к увеличению объема выбросов вредных веществ. Но отсутствие закона о платежах за загрязнение природной среды не позволило применить в полном объеме штрафные санкции, а приостановка предприятия была возможна только с разрешения правительства РФ.

Затем в 2002 г. провели реконструкцию доменной печи № 3, которая предусматривает установку газоочистного оборудования. Однако это

оборудование так и не было установлено, печь работала без очистных сооружений. В настоящее время проблемы с выбросами вредных отходов до конца так и не решены.

На территории переработки доменных шлаков ОАО «Тулачермет», прилегающей к пойме реки Упы, накопилось 1,5 млн. м³ отходов.

Еще большую опасность представляют переполненные шламонакопители ванадиевого производства, содержащие самые вредные, канцерогенные вещества. Из-за несоответствия существующим стандартам они не находят применения. Шлаковые терриконы ежегодно возрастают, занимая свободные территории, и создают неблагоприятную экологическую обстановку в прибрежной зоне реки Упы [20].

2.3. Методика проведения исследования.

Наблюдения проводились в вегетационный период 2012 г на приусадебном участке г. Тулы. За период исследования собрано 209 имаго колорадского жука. Сбор жуков проводили вручную, затем их помещали в раствор формалина, после чего полученный материал сушили на бумаге. Анализ рисунков надкрылий проводился в лабораторных условиях с помощью бинокулярного микроскопа. Коэффициент флуктуирующей асимметрии вычислялся по формуле:

$$A = Ca / (Ca + Cs) \times (100\%) \quad [8],$$

где Ca – число асимметричных особей,

Cs – число симметричных особей.

Глава 3. Флуктуирующая асимметрия колорадского жука.

3.1. Морфология и биология колорадского жука.

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), широко распространенный вредитель картофеля в условиях Тульской области. На территории области появился в 1967 году.

Тело жука овальное, сильно выпуклое, блестящее, красновато-желтое. Надкрылья светло-желтые, на каждом по пять черных полос, заключенных всегда между попарно сближенными точечными рядами и называемых, если рассматривать от переднего наружного края к заднему шовному: 1 — базальная, 2- проксимальная, 3 - медиальная, 4 - дистальная, 5 - маргинальная (рис.1) [3].

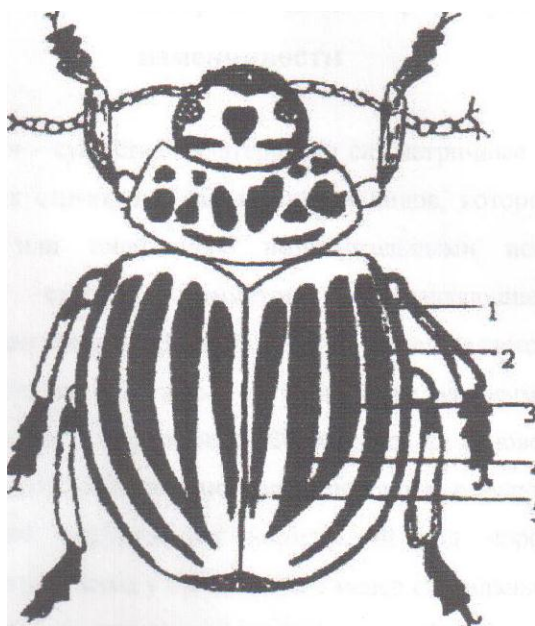


Рис. 1. Внешний вид колорадского жука

1 - базальная полоса; 2 - проксимальная полоса; 3 - медиальная полоса;
4 - дистальная полоса; 5 - маргинальная полоса.

Зимуют жуки на картофельных полях в почве. Перезимовавшие жуки выходят из почвы при ее прогреве до 13-14°C, что обычно совпадает с появлением всходов картофеля и происходит в различных зонах с марта по июнь. Периоды выхода жуков с мест зимовки и их размножения часто растянуты на 1,5 - 2 месяца в связи с неодновременным прогревом почвы на различной глубине залегания зимующих жуков. Самки откладывают яйца на нижнюю сторону кучками по 20- 30 штук в каждой. Плодовитость самки 400-1000 яиц. Яйца колорадского жука овальные, желтые, блестящие. Личинка оранжево-красная, с укороченным, сверху выпуклым, снизу уплощенным телом длиной до 15-16 мм. Голова и ноги личинок черные (рис.2).



Рис. 2. Жук колорадский, его личинка и куколка

Жуки и личинки живут на кормовом растении открыто, питаются листьями растений и съедают их целиком. При отсутствии листьев имаго едят любые части растений, включая клубни. Личинки окукливаются в почве на глубине 5-10 см. В зависимости от температуры яйца развиваются 5-17 дней, личинки на оптимальном корме - 10-30 дней, предкуколки и куколки - суммарно 8-20 дней. Молодые жуки нового поколения выходят из почвы и интенсивно питаются в течение 6-20 дней, формируя жировое тело. Затем они либо сразу уходят в почву и впадают в диапаузу, либо сначала спариваются и откладывают яйца. Зимуют только имаго в почве, обычно на глубине 20-50 см.

Оптимальная температура для развития всех фаз 20-32°C. Температурный порог развития яиц 11,5°C, личинок и куколок 9-11°C; показатели сумм эффективных температур развития непостоянны и зависят от средней температуры среды. Точка максимального переохлаждения тела имаго разных популяций от -7 до -13°C. Колорадский жук трофически связан с растениями семейства пасленовых. Численность вредителя зависит от климата местности, погодных условий сезона, вида и сорта растения-хозяина, активности энтомофагов и энтомопатогенов. Специализированные энтомофаги колорадского жука обитают только в Америке. В Евразии имеют практическое значение некоторые многоядные хищные виды жужелиц (Carabidae), коровок (Coccinellidae), клопов (Pentatomidae, Miridae, Nabidae) и златоглазок (Chrysopidae).

Сильно повреждает картофель и баклажан, в меньшей степени - томат. Потенциально опасен также для овощного перца, физалиса, дынной груши и табака. Для картофеля вредитель наиболее опасен в периоды бутонизации и цветения, для баклажана - в течение всего периода вегетации растений. Потери урожая картофеля нередко превышают 30%. В связи с быстрой адаптацией жука в широком диапазоне экологических условий, высокий уровень его численности и вредоносности на картофеле ныне ежегодно отмечается во всех пунктах зоны сплошного распространения, а нередко и в

очагах вблизи северо-восточной границы ареала вида. Защитные мероприятия: возделывание наиболее устойчивых к вредителю сортов картофеля; соблюдение севооборотов с пространственной изоляцией посадок пасленовых культур и их возвратом на прежнее место не чаще 1 раза в 4 года; предуборочное уничтожение ботвы картофеля и тщательная уборка клубней. При показаниях к принятию истребительных мер (численность жука выше ЭПВ) - чередование применения биопрепаратов и инсектицидов различных классов во избежание формирования резистентных к ним популяций вредителя [18, 21].

3.2. Флуктуирующая асимметрия рисунка надкрылий колорадского жука.

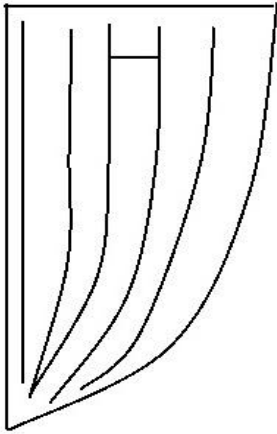
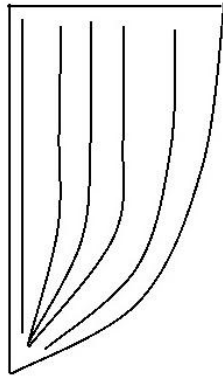
Мы исследовали флуктуирующую асимметрию качественного признака - рисунка надкрылий колорадского жука. Этот признак достаточно точно отражает степень антропогенного воздействия и может быть использован для биоиндикации [12].

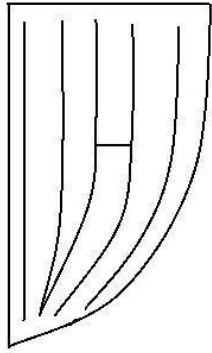
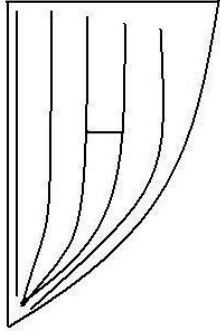
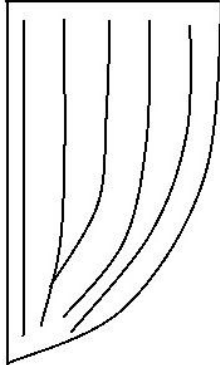
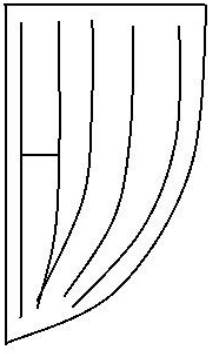
При оценке флуктуирующей асимметрии в группе особей различия учитываются по абсолютной величине, вне зависимости от того, на какой стороне значение признака оказывается выше у отдельной особи. В отношении качественных признаков, величина асимметрии в исследуемой выборке может быть оценена по проценту симметричных (или асимметричных) особей.

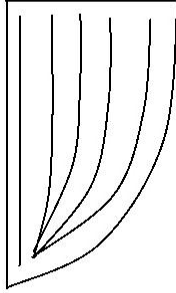
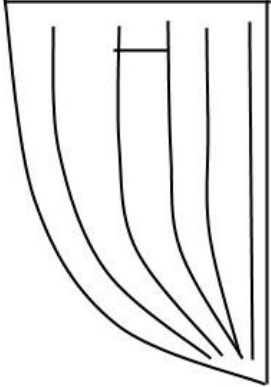
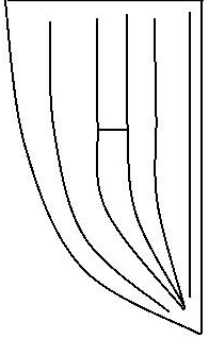
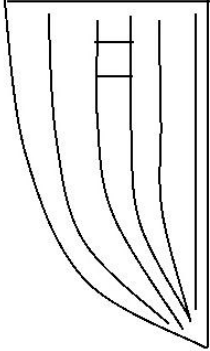
Среди 209 имаго колорадского жука, собранных нами на приусадебном участке, было обнаружено 37 асимметричных особей. Величина коэффициента флуктуирующей асимметрии равна 17,7%. Проявления флуктуирующей асимметрии охватывают различные типы рисунков. Всего обнаружено 13 вариантов асимметричных рисунков, которые представлены в таблице 1.

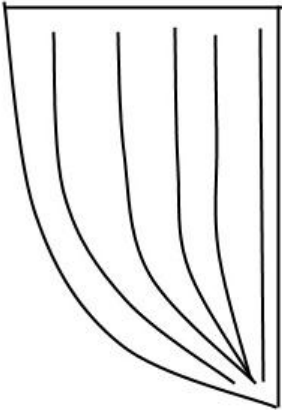
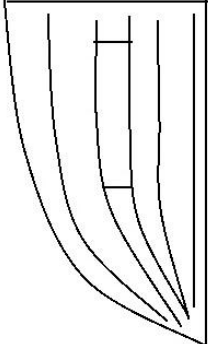
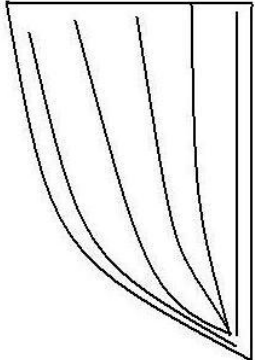
Таблица 1

Варианты асимметричных рисунков надкрылий колорадского жука

№ п/п	Рисунок	Количество особей с данным типом рисунка	
		Абсолютные	Относительные %
1		6	16,2%
2		5	13,5%

3		5	13,5%
4		3	8,1%
5		2	5,4%
6		1	2,7%

7		1	2,7%
8		6	16,2%
9		2	5,4%
10		2	5,4%

11		2	5,4%
12		1	2,7%
13		1	2,7%

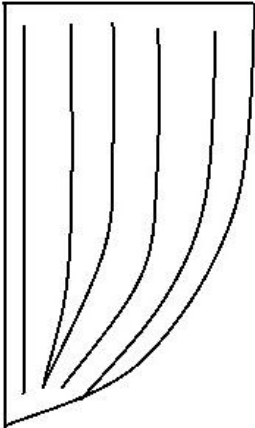
Анализ таблицы 1 показывает, что 7 типов асимметричных рисунков отмечено на правом надкрылье жуков и 6 типов - на левом. Среди этого количества рисунков доминирует 3 типа: это рисунок в виде латинской буквы «V» с перемычкой между медиальной и дистальной полосами (6 особей – 16,2% на правом надкрылье и 6 особей – 16,2% на левом надкрылье), в виде латинской буквы «W» (5 особей - 13,5% на правом

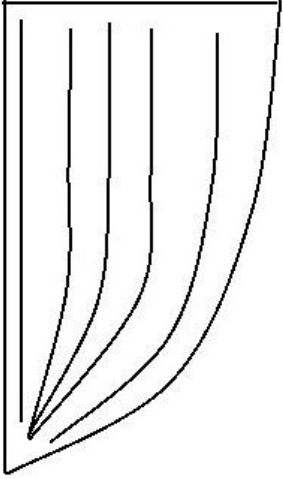
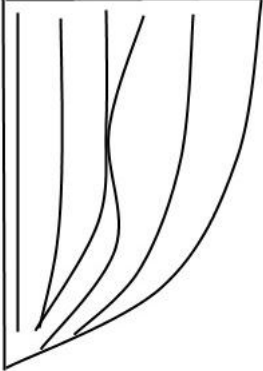
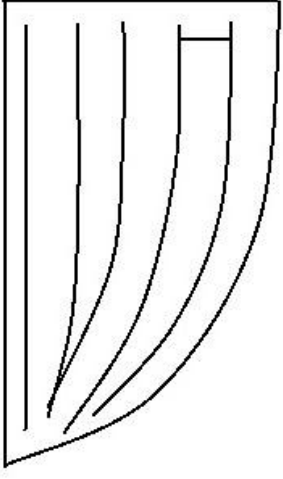
надкрылье) и в виде латинской буквы «V» с перемычкой между медиальной и дистальной полосами находящиеся по середине этих полос. На долю остальных 10 типов асимметричных рисунков приходится 40,5% . На правом надкрылье чаще встречаются рисунки типов: 1, 2, 3; на левом - 8.

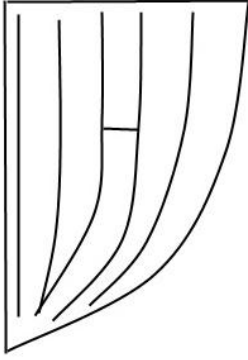
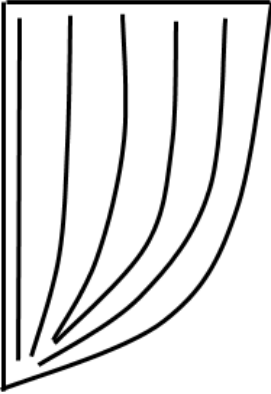
172 особи колорадского жука имеют симметричные рисунки надкрылий. Всего обнаружено 6 типов рисунков. Среди этого количества рисунков доминирует 1 тип: это рисунок в виде латинской буквы «V» с перемычкой между медиальной и дистальной полосами - 150 особей (87,2%). На долю остальных 5 типов рисунка приходится 12,8% (табл. 2).

Таблица 2

Варианты симметричных рисунков надкрылий колорадского жука.

№ п/п	Рисунок	Количество особей с данным типом рисунка	
		Абсолютные	Относительные
1		150	87,2%

2		9	5,2%
3		8	4,6%
4		3	1,7%

5		1	0,6%
6		1	0,6%

Выводы

1. В результате исследования рисунка надкрылий колорадского жука, нами выявлено 13 типов асимметричных рисунков. Наиболее распространенными являются рисунки в виде латинской буквы «V» с перемычкой между медиальной и дистальной полосами (6 особей – 16,2% на правом надкрылье и 6 особей – 16,2% на левом надкрылье) и в виде латинской буквы «W» (5 особей - 13,5% на правом надкрылье и 2 – 5,4% особи на левом надкрылье). На правом надкрылье чаще встречаются рисунки типов: 1, 2, 3; на левом - рисунок 8.

2. Показатель флуктуирующей асимметрии рисунков надкрылий колорадского жука в популяции исследуемого участка составляет 17,7% , что может быть связано с влиянием выбросов металлургического завода и автомашин.

Литература

1. Астауров, Б.Л. Исследование наследственного изменения галтеров у *Drosophila melanogaster* [Текст] /Б.Л. Астауров// Журн.ЭКСПер. БИОЛ. - 1927. - Т.3. - В I. -С. I-6I.
2. Астауров, Б.Л. Фенотипическая изменчивость гомодинамичных частей в пределах организма [Текст] /Тр. съезда по генетике и селекции// Л., 1930. Т. 2. С. 155—162.
3. Булухто, Н. П. Насекомых Тульского края [Текст] — 1987.- Тула: приок. кн. изд-во,. С. 64- 65.
4. Бурцева, Т.И., Борисоглебская, М.С. (ред.) Агроклиматический справочник по Тульской области [Текст] – 1966. - М. Гидрометеиздат., С. 132 .
5. Глотов, Н. В., Семериков, Л.Ф. К истории дубовых лесов Северо-Западного Кавказа [Текст] // Биосфера и ее ресурсы. – 1971. - Наука, – С. 218-236.
6. Глотов, Н.В. Популяционная генетика [Текст] // БСЭ. – 3-е изд., 1975. – Т. 20. – С. 365.
7. Готт, В.С., Перетурич, А.Ф. Симметрия и асимметрия как категории познания [Текст] / В.С. Готт, А.Ф. Перетурич // Симметрия, инвариантность, структура. -1967. - М.: Высшая школа. С. 3-71.
8. Захаров, В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход) [Текст] – 1987. - М.: Наука. – 216 С.
9. Захаров, В.М., Кларк, Д.М. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов [Текст] – 1993. - М.: Московское отделение Международного фонда «Биотест», – С 68.
10. Зеленская, А.Д., Кочубей, Н.В. Прогноз появления вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в хозяйствах Тульской области в 1983 году [Текст] – 1983. Тула.

11. Козлов, М.В. Влияние антропогенных факторов на популяции наземных насекомых [Текст] /Итоги науки и техники, сер. "Энтомология"//. - 1990. - № 13.С.192.

12. Короткова, А.А. Системные механизмы адаптации энтомокомплекса в урбанистических условиях [Текст] – Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. д. биол. н. – 2004. Тула, – С.39.

13. Николаевский, В.С. Биомониторинг, его значение и роль в системе экологического мониторинга и охране окружающей среды. Методологические и философские проблемы биологии [Текст]. – 1981. Наука, Новосибирск – С. 341-354.

14. Мозолевская, Е.Г. Влияние состояния насаждений на динамику численности короедов [Текст] /В кн.: Чтения памяти Н.А. Холодковского// - 1982. Наука.

15. Петухов, С.В. Биомеханика, бионика и симметрия [Текст] - 1981 М. Наука. – С.240.

16. Ратников, А.И. Почвы Тульской области [Текст] - 1955 Тула. - С. 35.

17. Урманцев, Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии [Текст] / Ю.А. Урманцев// - 1974.М.: Мысль,. 229 с.

18. Фасулати, С.Р., Вилкова, Н.А. Адаптивная микроэволюция колорадского жука и его внутривидовая структура в современном ареале [Текст] / Генетическая инженерия и экология// - 2000. М.: Центр "Биоинженерия" РАН, т. 1. С. 19-25.

19. Шмелева, Э.А., Нохрин, Д.Ю. Флуктуирующая асимметрия краниометрических признаков у восточноевропейской полевки из зоны радиационного неблагоприятных мест [Текст] – 2001 «Экология». № 1. – С. 44-49.

20. ОАО Тулачермет [Электронный ресурс].

http://www.tulachermet.ru/pls/public/tulamet.viewnovost_outside

21. Вредители сельскохозяйственных культур *Leptinotarsa decemlineata* Say - Колорадский жук. [Электронный ресурс] http://www.agroatlas.ru/ru/content/pests/Leptinotarsa_decemlineata/

22. Van Valen L.. A study of fluctuating asymmetry// Evolution 1962. Vol. 16, N 2 P. 125(145).