

Биологический факультет МГУ
биологический кружок ЮИП

**Некоторые особенности биологии
зерновки *Megabruchidius dorsalis*
Fahreus, 1839.**

Работу выполнил:

Тимофей Могилевич

Научный руководитель:

А.С. Хижнякова

руководитель биологического
кружка ЮИП (биофак МГУ)

Научный консультант:

М.Я. Орлова-Беньковская

д.б.н., ученый-энтомолог

Москва 2016/2017

Введение

Инвазия в переводе с латыни – нашествие или нападение. В зоологии и ботанике инвазией называют вселение новых видов животных и растений на территории, где они ранее отсутствовали.

Основателем экологии инвазий был Чарльз Элтон. В 1958 году он опубликовал работу «The ecology of invasions by animals and plants». В этой работе были заложены основы экологии инвазий. Биологической инвазией он называл расселение вида за пределы его исторического ареала, индуцированное (прямо или косвенно) деятельностью человека.

Экология инвазий стала одним из быстро развивающихся разделов экологии. Инвазия чужеродных видов может приводить к серьезным изменениям в экологии тех регионов, куда вторглись чужаки. Такое вторжение может вызвать потери в биологическом разнообразии местных видов, нанести ущерб сельскому и лесному хозяйству и даже нанести вред здоровью человека. Примерами инвазивных видов могут служить: каштановая минирующая моль, нильский окунь, амброзия, борщевик Сосновского и др.

Например, кактус опунция. Около 300 лет назад в Австралию завезли экзотическое для этой местности растение — опунцию (*Opuntia vulgaris*), которая сразу приглянулась местным фермерам, и они начали её использовать в качестве живой изгороди. В 20-х годах прошлого столетия опунция начала свое нашествие на Австралию. Лучшие пастбища страны были самозасеяны опунцией. Коровы и овцы начали охотно поедать сочные зеленые растения. Вскоре животные начали погибать— их желудки разрывали колючки опунций. С кактусом боролись различными способами. Его срубали под корень, но опунция вырастала снова ещё в большем количестве, распыляли над плантациями кактусов ядохимикаты, но и это оказалось не эффективным. В результате ученые установили, что гусеница бабочки огневки является самым серьезным врагом кактуса. В 1925 году эта бабочка была завезена в Австралию. Война с опунцией длилась до 1937 года. Победив врага, австралийские фермеры поставили памятник личинкам, спасшим Австралию.



Памятник Огневке кактусовой

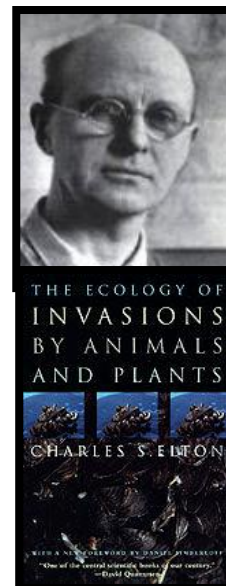


Опунция

Не меньшие проблемы для местных экосистем могут создавать и жуки-переселенцы. Из-за развитой торговли между странами и даже континентами, из-за путешествий людей жуки постоянно переселяются на новые территории. Люди завозят жуков с овощами и фруктами, с семенами и саженцами растений. Жуки пересекают моря и океаны, путешествуя с нами на кораблях и самолетах, проезжают по много километров на поездах и машинах и попадают вместе с нами в новые для них страны. На новом месте вселенцы зачастую не имеют естественных врагов и паразитов. Акклиматизировавшись, они начинают быстро расселяться. Чужаки составляют существенную конкуренцию местным видам жуков. Кроме этого, они могут наносить существенный вред сельскому и лесному хозяйству, винодельческой промышленности. Самым известным каждому из нас вселенцем-вредителем является колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*). Это жук из семейства листоедов. Впервые этот жук был обнаружен в 1824 году в северных районах Мексики. Он питался там дикими растениями семейства пасленовых. Спустя 20 лет, благодаря миграции населения, жук переселился в американские штаты Небраска и Колорадо. Здесь он попробовал листья картофеля и, уничтожив весь урожай, получил свое название — колорадский жук. Еще через 20 лет жук жил уже на всей территории США и достиг Атлантического побережья. За ним тщательно следили и старались не допускать его проникновения на другие материки. Но с началом Первой мировой войны колорадский жук попал во Францию. К концу Второй мировой войны жук уже жил в большинстве стран Европы. В 1958 году из-за урагана колорадский жук по Балтийскому морю попал в СССР — на берега Литвы и Калининградской области. Жуки и личинки колорадского жука питаются листьями пасленовых культур: картофеля, сладкого перца, томата, дерезы, физалиса, баклажана. Если бы в 1958 году этот жук не переселился к нам в страну, нашему сельскому хозяйству и многим нашим дачникам жилось бы намного легче. Есть много жуков, которые уже



колорадский жук



переселились и принесли вред нашей природе, а есть те, которые находятся на нашей границе, и их инвазия может произойти уже очень скоро. Наблюдение за этими видами, изучение их биологии и мониторинг их расселения необходим для того, чтобы предупредить возможный вред от переселения этих жуков в нашу страну. Не зря говорят: «Предупрежден, значит вооружен!».

В этой работе было решено изучить некоторые особенности биологии инвазивного для России вида зерновок *Megabruchidius dorsalis* Fahreus, 1839. Этот, новый для фауны нашей страны жук, относится к семейству *Chrysomelidae* Latreille, 1802 подсемейству *Bruchinae* Latreille, 1802. Жуков этого подсемейства называют зерновками. Все зерновки растительноядные. Развитие этих жуков происходит за счёт растений (преимущественно бобовых). Имаго откладывают на бобы яйца, вылупившаяся личинка проникает в семена и развивается там, повреждая их. Среди зерновок есть опасные сельскохозяйственные вредители, например, гороховая *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758 и фасоловая *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831.



Дерево Гледичия
г. Железноводск

Род *Megabruchidius* Borowiec, 1984 включает 4 вида. Два из них, *Megabruchidius dorsalis* Fahreus, 1839 и *Megabruchidius tonkineus* Pic, 1904 в конце XX начале XXI века были завезены в Европу, где развиваются на семенах гледичии (Gyorgy, 2007). В России *M. tonkineus* впервые обнаружена Н.М. Парамоновым. В лабораторных условиях он вывел этого жука из семян гледичии, собранных в 2005 году в Краснодаре (Коротяев и др., 2010). О первой находке *M. dorsalis* в 2015 году сообщил Б.А. Коротяев в журнале «Энтомологическое обозрение». Эти жуки вышли из бобов гледичии, собранных в декабре 2013 года в Краснодарском и Ставропольском краях. У обоих видов кормовыми растениями, в естественном ареале, являются гледичия японская *G. japonica* Lodd., гледичия китайская *G. sinensis* Lam., гледичия Рольфа *G. Rolfei* Vidal, гледичия южная *G. australis* F.B. Forbes et Hemsley и бундук двудомный (кентуккское кофейное дерево) *Gymnocladus dioica* (L.) L. Koch (Темрешев, Валиева, 2016).

В ходе работы в г. Железноводске найдена акклиматизировавшаяся популяция *M. dorsalis*, приведено описание некоторых особенностей ее биологии определены и описаны этапы развития зерновки.

Результаты, полученные в ходе работы по изучению зерновки *M. dorsalis*:

- ✓ установлено, что 40% обследуемых семян гледичии, произрастающей в городе, заражены этим вредителем;
- ✓ зафиксировано, что самки и самцы выполняют определённый ритуал знакомства и выбора партнера;
- ✓ зафиксировано время, за которое происходит процесс спаривания имаго;
- ✓ опытным путем установлено, что зерновкам важно, чтобы они могли выбирать партнёра, который им понравится;
- ✓ установлено, что зерновки без еды могут прожить 2 месяца, причём весь период жизни они активны и откладывают яйца;
- ✓ установлено, что имаго готовы к спариванию на 2-3-й день после входа из семени; кладка яиц происходит на 2-3 день после спаривания; выход личинки из яйца – 5-6 день; переход личинки на 2-ую стадию развития - 5-6 день; переход личинки на 3 стадию развития – 6-8 дней; формирование имаго в куколке – 9-10 дней;
- ✓ установлено, что зерновка откладывает каждое яйцо ровно на створку плода гледичии;
- ✓ зафиксировано, что челюсти зерновок 1-ой стадии развития настолько мощные, что личинка длиной меньше 1 мм может сделать ход в пластике (2 мм) длиной до 4 мм;
- ✓ установлено, переход от стадии куколки к имаго может происходить не только внутри семени (в темноте), но и на освещённом пространстве;
- ✓ получены фото и видеоматериалы, показывающие процесс развития зерновки (выход имаго из куколки, процесс знакомства и спаривания зерновок, движение и кормление личинки 1-ой стадии; линька личинки 1-ой стадии и переход её на 2-ую стадию развития).

Цель работы: Поиск и изучение некоторых особенностей биологии инвазивного для России вида зерновки *Megabruchidius dorsalis* Fahreus, 1839.

Задачи:

1. Провести оценку степени поражения деревьев Гледичии трёхколючковой (*Gleditsia triacanthos*) зерновкой *Megabruchidius dorsalis* в городе Железноводск Ставропольского края.
2. Изучить особенности жизненного цикла *Megabruchidius dorsalis* в лабораторных условиях.
3. Выявить характерные элементы полового поведения у *Megabruchidius dorsalis*.

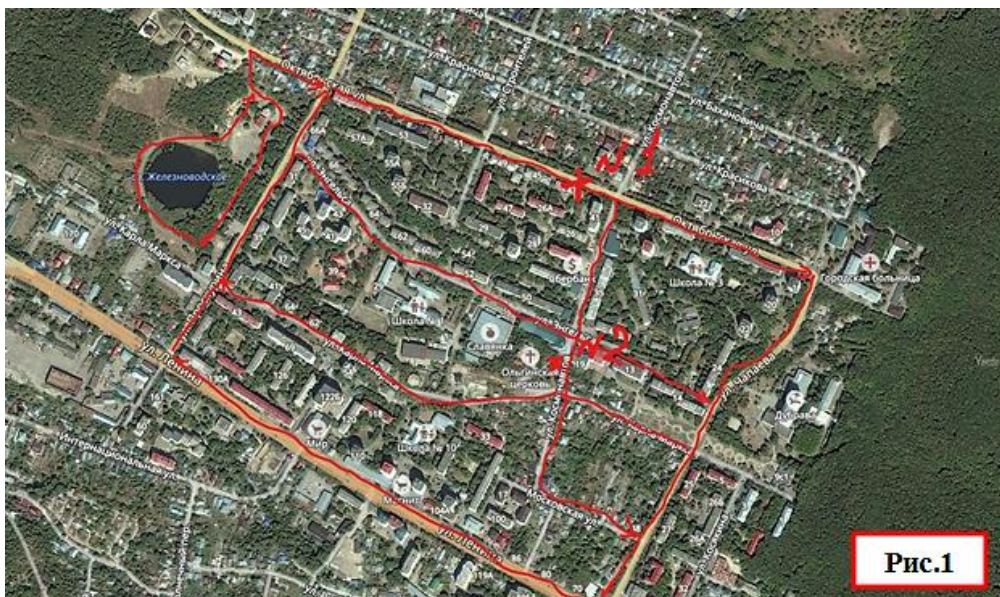
Применяемые методики и оборудование

Материал для исследования: 670 семян и 26 свежих бобов Гледичии трёхколючковой, собранных в природе; 268 имаго, выведенных из семян в лабораторных условиях; 512 яиц, полученных в условии лаборатории и собранных в природе (указано число зафиксированных яиц, наблюдаемых яиц было больше); 101 личинка, выведенные в условиях лаборатории и найденные в природе (68 – I-ой (указано зафиксированное число, наблюдаемых личинок было гораздо больше), 11 – II-ой; 20 – III-ей и 2 – IV-ой стадии развития); 5 куколок (4 собраны в природе, а одна получена в условиях лаборатории).

Оборудование: в работе были использованы пластиковые контейнеры (25x16x6 см, 18x15x9 см и 10x7,5x2,5 см), пластиковые чашки Петри (15 мм в глубину и 75 мм в диаметре), морилка, энтомологический пинцет, энтомологические булавки, бинокулярный микроскоп МБС-10, микроскоп Levenhuk 50L, школьный микроскоп АЛЬТАМИ, фотоаппарат CANON 450D, фотоаппарат SONY DSC-NX50. В оформлении работы были использованы программы: Microsoft Word 2013, Microsoft Excel 2013, Microsoft PowerPoint 2013

Оценка степени поражения деревьев Гледичии трёхколючковой (*Gleditsia triacanthos*): сбор материала для изучения (прошлогодние и свежие бобы гледичии, яйца, личинки и куколки зерновки) проводился в период с 6 июля по 12 августа 2016 г. в городе Железноводске Ставропольского края. Город-курорт Железноводск расположен на юге Ставропольской возвышенности, в предгорьях Большого Кавказа, по южному, юго-западному и отчасти восточному склонам горы Железной на высоте 470—650 м над уровнем моря. Лето там умеренно жаркое с прохладными ночами, большое число солнечных дней при слабых ветрах, зима не холодная. Железноводск очень зеленый город, в нем растет много различных деревьев и кустарников. Город разделен на курортную зону, где преимущественно расположены различные санатории и пансионаты, и на жилую зону, где проживает местное население. На территории жилой зоны есть частный сектор и квартал, с высотной застройкой. Территория с высотной застройкой и городской парк, общей площадью около 0,7 кв. км., были определены в качестве контрольной площадки для поиска деревьев Гледичии трёхколючковой или обыкновенной (*Gleditsia triacanthos*), а также сбора и установления численности зерновок *M. dorsalis*. Поиск деревьев осуществлялся маршрутным методом. По территории контрольного участка был определен маршрут, который включал в себя пешеходные зоны вдоль проезжей части, дворовые территории и пешеходные зоны в городском парке. Общая протяженность маршрута составляет примерно 5868 м. Маршрут был разбит на участки, каждый день осматривался определенный участок (рис.1).

На маршруте осматривалась территория, видимая с обеих сторон по ходу движения. Место обнаружения деревьев фиксировалось на карте, ему присваивался номер и отмечалась дата нахождения. На обследуемой территории было обнаружено 3 дерева *Gleditsia triacanthos*. Два из них росли на расстоянии около 4 метров друг от друга и были высотой около 10 метров (визуальное наблюдение). Третье дерево росло на расстоянии 380 метров от первых двух. Его рост был примерно 5 метров, оно было моложе, имело более тонкий ствол.



06.07.2016, в точке № 1- на территории города Железноводска были обнаружены 2 дерева гледичии. Деревья росли на газоне, расположенном между проезжей частью и пешеходным тротуаром, проходившим вдоль жилой застройки. Деревья были очень высокие, нижние ветки расположены высоко от земли, а ствол покрыт колючками. Собрать молодые бобы не представлялось возможным. Земля под деревьями была усыпана сухими бобами, на некоторых из них были характерные для выхода имаго зерновок повреждения - ровные круглые отверстия. Часть сухих бобов была собрана методом ручного сбора.

12.08.2016, в точке № 2 - с дерева были собраны 26 свежих бобов. На них были обнаружены 63 яйца *M. dorsalis*. Только на 4-ех бобах ($4 \cdot 100 / 26 = 15\%$) не было яиц (график 1).

Изучение особенностей жизненного цикла *Megabruchidius dorsalis*: все опыты, эксперименты и наблюдения за зерновками проводили в г. Железноводске с 6 июля по 25 августа 2016 года. Для наблюдений была организована ферма по разведению *Megabruchidius dorsalis*. Под домики для жуков приспособили пластиковые контейнеры и чашки Петри. В крышках контейнеров были проделаны отверстия, чтобы воздух мог проникать внутрь. Ферма размещалась на застекленном балконе квартиры. Днем окна всегда были открыты, а на ночь их закрывали. Во время наблюдения было солнечно. Зерновок, при помощи жалюзи, прикрывали от прямого солнечного света.

Из собранных в точке № 1 сухих бобов в условиях домашней лаборатории извлекли 670 семян и поместили их в плотно закрывающиеся контейнеры (18x15x9 см), разложив ровным тонким слоем на дне. Все семена были без видимых повреждений. Часть семян (20 шт.) было решено открыть при помощи орехоколки. В результате было обнаружено 4 куколки и две личинки последней стадии развития зерновки (одна из личинок была отправлена в морилку, а вторая была оставлена в семени и к вечеру (06.07) она стала куколкой, наблюдение за ней и за 2 найденными куколками, позволило сказать о времени которое тратит зерновка на стадию куколки).

Найденные особи были описаны и помещены, после проведенных с ними исследований, в спирт для дальнейшего изучения. Выход жуков из оставшихся плодов начался 21.07. Контейнер с семенами гледичии проверяли каждый день (вечером). Все вышедшие жуки фиксировались и помещались в плотно закрывающиеся пластиковые контейнеры (10x7,5x2,5 см) или пластиковые чашки Петри группами до 20-25 имаго. Количество вышедших жуков было неравномерным. 12.08.2016 года вышли последние жуки

(график 2). Все оставшиеся семена были проверены на наличие в них зерновок. В результате из 670 наблюдаемых семян вышли 268 зерновок. В первые дни наблюдения имаго докармливали цветами одуванчика (*Taraxacum*), цветами мальвы мускусной (*Malva moschata*), фруктами и раствором меда. Питание зерновок отмечено не было. Кормление прекратили. Раз в два дня в контейнере распыляли воду. Собранные в точке № 2 свежие бобы в условиях домашней лаборатории поместили в пластиковый контейнер (25x16x6 см) с плотно закрывающейся крышкой. Бобы разложили в один слой на дне контейнера. Бобы проверяли один раз в день, вечером. Из яиц в течении 2 дней (12-13.08) вылупились все личинки.

Наблюдение за поведением имаго вели три раза в день (утром, днем и вечером) по 30 минут. У первых 50 имаго фиксировали (по 5 серий) момент, когда начинался процесс спаривания в наблюдаемой группе (вышедших за день имаго помещали в отдельную чашку Петри, к ним на следующий день подсаживали новых вышедших, следующие два дня собирали в новую пластиковую чашку Петри, так получилось 3 группы (табл.1): 1-ая – 12 имаго (21-22.07); 2-ая – 22 имаго (24-25.07); 3-я – 16 имаго (26.07)). В полученных группах при ежедневном осмотре фиксировали время начала кладки яиц после спаривания (учитывали 3 первые кладки в каждой группе). Зерновки откладывают яйца преимущественно на крышку контейнера. Ежедневно, вечером, наблюдаемые группы зерновок проверяли. Крышки с отложенными яйцами заменяли на чистые.

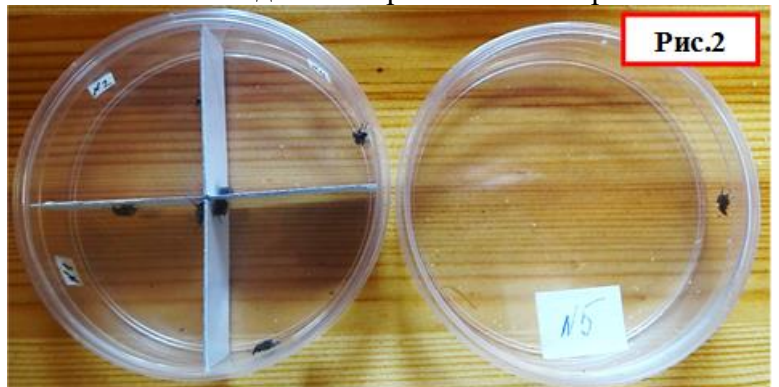


начало процесса спаривания			Табл.1
номер пары	группа 1 (21-22.07)	группа 2 (24-25.07)	группа 3 (26.07)
1	23.июл	26.июл	28.июл
2	23.июл	26.июл	29.июл
3	23.июл	26.июл	29.июл
4	24.июл	26.июл	29.июл
5	24.июл	27.июл	29.июл

Отложенные яйца пересчитывали, крышкам присваивали номера в соответствии с наблюдаемой группой (1(1); 1(2); 1(3); 2(1)...и т.д.). У 68 отложенных яиц, при ежедневном наблюдении, было зафиксировано время выхода личинки. Замечено, что личинка при выходе из яйца сразу вгрызается в оболочку семени. Так-как яйца были отложены на пластиковые крышки, то первые 15 личинок сделали ходы в пластике. Семян гледичии (на момент наблюдения) не было, поэтому было решено докармливать личинок семенами акации. Личинки активно ели семена, на 2-3 день они замирали и переставали двигаться. Было решено, что они погибли и наблюдение за ними прекратили. Личинки были отправлены в морилку. Переход личинок на вторую и третью стадию развития фиксировался при наблюдении за яйцами, отложенными на свежих бобах гледичии, собранных в точке № 2 12.08.16. Через 5 дней после выхода личинок из яиц были вскрыты 11 семян. В результате вскрытия были обнаружены личинки второй стадии (в процессе подготовки к линьке (5 шт.), в процессе линьки (3 шт.), только полинявшие (4 шт.)). Процесс линьки был зафиксирован при помощи фото и видео, и установлено время, которое личинка тратит на переход на вторую стадию развития. На 9 день после обнаружения личинок 2 стадии были вскрыты еще 20 семян, в которых обнаружили личинок похожих по строению на 2 стадию, но заметно подросших. 18 личинок уже были сформировавшиеся, только двух застали в процессе линьки. Переход на четвертую стадию зафиксировать не удалось (бобы засохли и испортились). Личинки четвертой стадии были изучены на материале, извлеченном из семян, собранных 06.07.2016 в точке № 1. Время развития имаго в куколке фиксировалось на 3 куколках (две куколки были извлечены из семян, собранных в точке № 1, а одна стала куколкой из личинки 4 стадии развития в условиях лаборатории). Куколки были помещены в пластиковую чашку Петри. Они находились без семени на дневном свете. При ежедневном наблюдении, с помощью фото и видео фиксировался процесс развития имаго.

При выявлении характерных элементов полового поведения у *Megabruchidius dorsalis* было замечено, что у зерновок есть определенный ритуал знакомства и ухаживания, причем начинает этот процесс всегда самка. Зафиксировано наблюдение за 27 сериями такого поведения, только у 10 наблюдаемых пар после этого начался процесс спаривания. У этих пар было зафиксировано время, затрачиваемое на процесс спаривания.

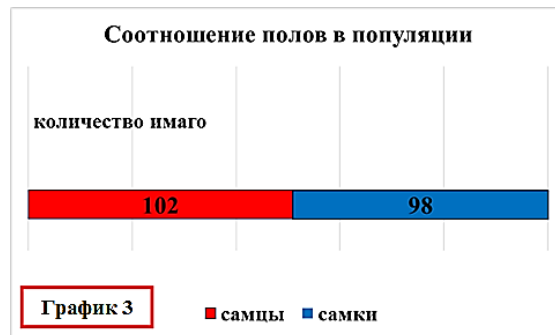
В целях установления количества отложенных одной самкой яиц в период с 01.08 по 20.08 был проведен эксперимент. 31.07.2016 (вечером) были выбраны девять пар зерновок, только что вышедших из семян. Каждая пара была посажена в отдельную чашку Петри. 01.08 парам были присвоены номера. Исходя из наблюдений, сделанных ранее, ожидалось, что зерновки на второй день после выхода из семян начнут спариваться. Но зерновки, находясь вдвоем в чашке, не проявляли к друг другу никакого интереса. До 10.08 (10 дней!) не наблюдалось ни одного ритуала знакомства и ни одного спаривания. Было решено часть имаго ограничить их в пространстве. Четыре группы были переведены в одну чашку Петри, их территории были уменьшены в четыре раза (разграничены картонными полосками). Одну пару, под номером пять оставили в отдельной чашке (рис.2). В группах № 6, № 7 и № 8 увеличили количество особей до 3 самцов и 3 самок. В группе № 9 было увеличено количество особей до 20 имаго (зерновки добавились из вновь вышедших без учета пола имаго). Через 10 дней (20.08) зерновки из первых пяти групп, так и не начали интересоваться друг-другом. Утром 21.08 зерновки из групп № 1, № 2, № 3, № 4 и № 5 были переведены в один контейнер, к ним добавили еще 10 имаго (не выбирая пола). Уже к вечеру зерновки начали спариваться. В банках № 6 и № 8 до конца эксперимента (20.08) ни каких изменений не произошло, зерновки так и не замечали друг друга. А в банке № 7(6 имаго), на пятый день после увеличения числа имаго, появились первые яйца. В контейнере № 9 (20 имаго), на второй день после увеличения числа особей появились первые яйца. Кладка яиц в этих двух группах продолжалась до окончания эксперимента (20.08). Каждый день, вечером у зерновок заменяли крышки с отложенными яйцами на чистые. Количество яиц фиксировали.



После проведения исследований все имаго и личинки были отправлены в морилку. У 10-ти заморенных самок и 10-ти самцов замерили рост. У 200-от случайно выбранных имаго определили пол. Из личинок 2, 3 и 4 стадии были изготовлены энтомологические препараты. Личинок 1 стадии сфотографировали при помощи микроскопа Levenhuk 50L.

Результаты

В работе приводится описание некоторых особенностей биологии *Megabruchidius dorsalis*, выведенной в условиях домашней лаборатории. Анализ 200 имаго зерновки *M. dorsalis* (полученных в лабораторных условиях) показал, что в наблюдаемой группе нет ошутимого доминирования какого-либо пола. В исследуемой группе выявлено 102 самца (51%) и 98 самок (49%) (график 3). Мне удалось пронаблюдать и зафиксировать весь цикл развития зерновки.



- имаго *M. dorsalis*:

Длина тела имаго от 4,5 до 6,0 мм (рис.1). Иногда можно встретить зерновок с длиной тела около 3 мм. Такие жуки выходят, когда им недостаточно корма, например, если две личинки развивались в одном семени гледичии (Gyorgy, 2007). Тело зерновок овальной формы. Все покрыто мелкими волосками. Надкрылья пестрые (бело-серо-нескольких оттенков коричневого цвета) с преобладанием темного цвета (рис.2). На нижнем крае переднеспинки есть большое белое пятно. Форма всего пятна напоминает треугольник, но в центре этого треугольника (при небольшом увеличении) видно углубление в виде овала. Щиток у *M. dorsalis* тоже белый, покрыт волосками, по форме напоминает овал (рис.3). Одним из отличий от *M. tonkineus*, легко определяемым визуальным образом, является то, что на нижнем отростке задней голени у *M. dorsalis* нет длинного шипа (рис. 4). Самок от самцов отличить очень легко. Пигидий самца широкий и плоский, почти одноцветный, покрытый волосками (рис.5). Пигидий у самки вытянутый и более узкий в нижней части. На нем расположены два овальных пятна красно-коричневого цвета. Когда самка готова к спариванию, пятна становятся темно-красного цвета, иногда даже с блеском, как будто они влажные (собственные наблюдения). При небольшом увеличении видно, что пятна на самом деле являются овальными вдавлениями (рис.6).



Перед выходом из семени имаго делает в нем небольшое ровное и круглое отверстие. Открыв крышечку этого отверстия, имаго выбирается наружу. Первые жуки в условиях лаборатории начали выходить из семян 21 июля. При наблюдении за 3-мя контрольными группами (1-ая – 12 имаго (21-22.07); 2-ая – 22 имаго (24-25.07); 3-я – 16 имаго (26.07)) было установлено, что на 2-3 день после выхода из семени имаго начинают процесс спаривания. Первый акт спаривания был зафиксирован 23.07 (табл.1)

- яйца *M. dorsalis*:

Зерновки начали откладывать первые яйца 25.07.2016 (график 4), т.е. на 3 день после спаривания (наблюдение за 3-мя контрольными группами (1-ая – 12 имаго (21-22.07); 2-ая – 22 имаго (24-25.07); 3-я – 16 имаго (26.07))). Откладывали они их преимущественно на крышку контейнера, реже на стенки. Было замечено, что все отложенные в банке яйца как будто приклеены к крышке контейнера. На бобах вещества, окружающего яйца, не видно. Это может быть потому, что бобы имеют другой цвет и структуру. А на прозрачной крышке при сильном увеличении прикрепление яиц хорошо заметно (рис.1). Яйца зерновки меньше 1 мм. Белые и прозрачные, в них видно жидкость с пузырьками. (рис.2). Постепенно они желтеют, а незадолго до выхода личинки её уже можно рассмотреть в яйце (рис.3).

На бобах, собранных в точке № 2 (12.08) замечено, что все яйца *M. dorsalis* прикрепляет аккуратно, прямо над семенем гледичии (рис.4). Только 1 яйцо из 63 было найдено на шве боба.



Яйца *M. dorsalis*

- личинки *M.dorsalis*:

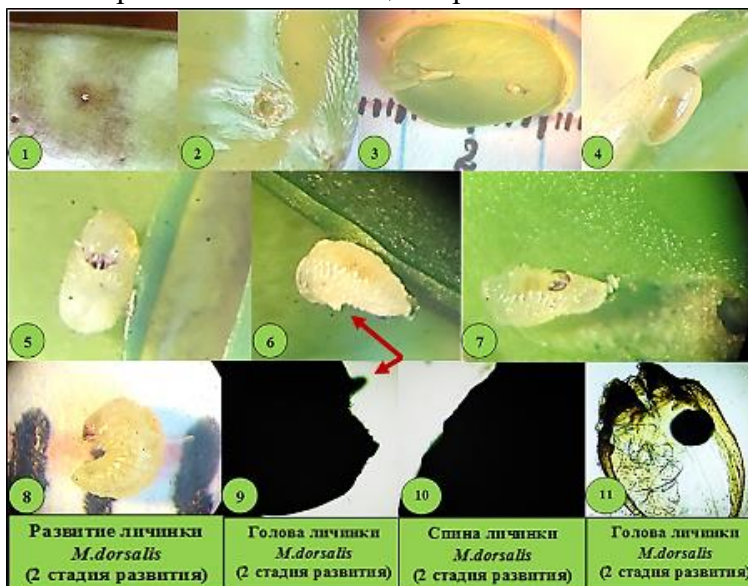
Из первых отложенных яиц (25.07) личинки вышли на 6 день – 30.07 (график 5). При фиксировании времени выхода личинки из 68 яиц, установлено, что на развитии в яйце личинка тратит 5-6 дней. Личинки зерновки проходят четыре стадии развития. Весь процесс роста личинки происходит или внутри яйца, или внутри семени. Вылупившись из яйца, она сразу попадает в боб. Яйца зерновки откладывают так, чтобы созревшая личинка могла вгрызаться в боб, к которому прикреплено яйцо. При этом пустое яйцо заполняется белыми крошками (опилками), оставшимися после строительства личинкой своего туннеля (рис.1).



Личинка, 1 стадии развития, имеет овальное тело с-образной формы белого цвета. Голова втянута в грудной отдел, но на этой стадии развития покрыта массивной прочной оболочкой (как щитом) коричневого цвета, из-за этого голова кажется очень крупной (рис.2). Размер личинок около 1 мм. (рис.3). Ротовой аппарат личинок грызущий. При увеличении хорошо видны мощные (для такого маленького существа) челюсти (рис.4). При постройке туннеля движение челюстями происходит в горизонтальной плоскости подобно движению щипцов, при этом голова у личинки движется в направлении «верх-низ». Бока и спинка у личинки покрыты длинными щетинками (рис.5). Щетинки жесткие. При прохождении через боб они не прилипают к телу, а торчат в разные стороны, все облепленные стружками стручка. Личинка похожа на ёжика, набравшего на иголки много грибов. При рассмотрении личинки (из спирта) в микроскоп было видно, как щетинки, на мокром теле личинки расправляются и становятся опять торчком в разные стороны (рис.6). Личинка первой стадии развития имеет 3 пары ног. При передвижении она также, как и при постройке туннеля, совершает движения головой и верхней частью тела «вверх-вниз». Нижняя часть конечностей удлинённая, тонкая и напоминает щетинки, которыми покрыто тело личинки (рис.7).

При наблюдении за развитием зерновок я столкнулся с необычной, но очень интересной проблемой. Когда начали вылупляться личинки, то я не сразу понял, что произошло в чашках Петри. Все яйца стали белые, заполненные белым мелким порошком. Сначала было решено, что это очередная стадия развития личинки, но, открепив одно из яиц от стенки банки, было обнаружено, что оно уже пустое. Личинки, проделав ход в пластике (2 мм) просто убежали. Ходы в пластике были ровные и аккуратные (рис.8). Были даже ходы, которые начинались в одной банке, а заканчивались в другой, так как банки стояли друг на друге. Личинки меньше миллиметра имеют настолько мощные челюсти, что смогли прогрызть в пластике ходы длиной 3-4 мм. После побега 15 первых личинок яйца зерновок поместили в стеклянные банки, которые личинки прогрызть не смогли.

Личинка 2 стадии развития появляется уже внутри семени гледичии. Личинку 2 стадии развития наблюдали на бобах, собранных в точке № 2 (наблюдения проводили за 11 личинками). Личинки яиц вылупились и проникли в стручок (рис.1). После вскрытия боба на плодах гледичии были обнаружены следы проникновения личинки внутрь. Ходы были круглые ровные и аккуратные (рис.2). Раскрыв плод, обнаружили личинку. Она лежала в конце построенного туннеля (рис.3). Личинка очень изменилась внешне. Её тело сильно раздулось, стало гладким, на нем пропали



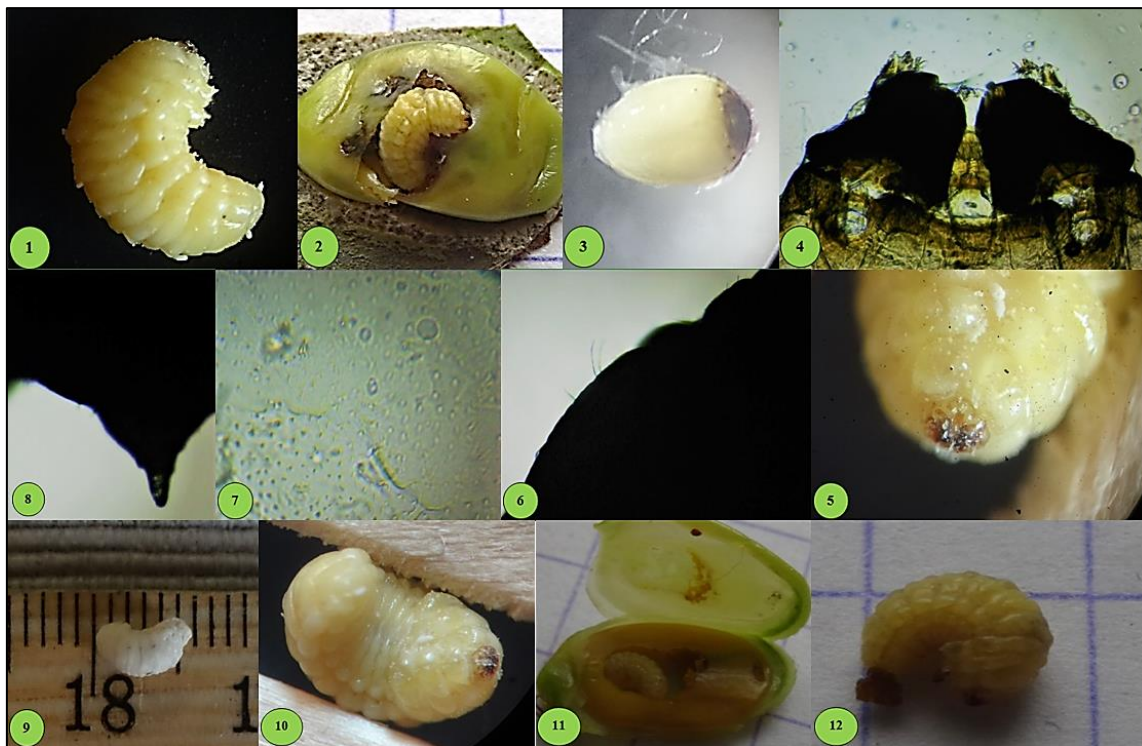


все щетинки, оно было прозрачным и имело желтоватый оттенок. Под тонкой кожей было видно, как двигается жидкость (рис.4). Личинка лежала неподвижно, только изредка подёргивалась. Через некоторое время личинка начала двигаться, сгибая и разгибая своё тело. Кожа на спине лопнула, и новая, сформировавшаяся личинка 2-ой стадии, начала выбираться наружу. Личинка 2-ой стадии бело-желтого цвета. Тело с-образное. На теле есть редкие мелкие волоски, которые видны только при увеличении (рис.9 и 10). Всё тело чётко разделено на сегменты. Грудь значительно шире брюшка. Голова маленькая и втянута в грудной отдел. При увеличении хорошо видны два маленьких глаза. Ротовой аппарат по форме

остался такой же, как и у личинки 1-ой стадии. Он четко выделяется на голове и имеет коричневый цвет (рис.5). У личинки 2-ой стадии есть три пары конечностей, только в отличие от 1-ой стадии, у этой личинки они представлены небольшими заострёнными выростами (рис.6 и 9). Было установлено, что переход личинки на 2-ую стадию развития происходит на 5-6-ой день после выхода личинки из яйца. Туннель, который личинка строит в семени гледичии не очень длинный. Минимальный, обнаруженный в плодах, превышал её рост в два раза (рис.7). После линьки личинка увеличивается в размере и становится 1-2 мм (рис.8 и рис12). Из тела и головы личинки были изготовлены энтомологические препараты. При изучении препаратов отмечено, что на коже хорошо различимы мелкие волоски. Голова у личинки ровной овальной формы с крупными челюстями (рис.11).

Личинок 3-ей и 4-ой стадии развития наблюдали на материале, полученном при вскрытии 20-ти семян гледичии (26.08.2016, через 9 дней после обнаружения личинок 2-ой стадии) и при вскрытии семян, собранных в точке № 1. Личинки практически не отличаются друг от друга внешне. При вскрытии 20-ти семян были обнаружены личинки, похожие по строению на 2-ую стадию, но уже подросшие. Эти личинки, так же похожи на тех, что были обнаружены при вскрытии 20 семян гледичии 6 июля, только они были мельче. Так как личинка была уже сформировавшаяся, можно высказать предположение, что на переход на 3-ю стадию развития личинка тратит 6-8 дней.

Строение тела личинок 3-ей и 4-ой стадии развития одинаковое. Они светло-желтого цвета. Личинки 4-ой стадии (рис.1) крупнее личинок 3-ей стадии (рис.2). Голова одинаковой овальной формы, гладкая, с очень ровными краями. При отделении от тела, кажется, что она была просто вставлена туда, как в скафандр (рис.3). Устройство ротового аппарата не изменилось в сравнении с предыдущей стадией (рис.4). У личинок 4-ой стадии голова еще сильнее углублена в грудной отдел, из-за этого она кажется



ещё мельче, на теле просто сразу видны челюсти (рис.5). Глаза у личинок 3-ей и 4-ой стадии увидеть не удалось. Кожа личинок покрыта редкими мелкими волоскам, видимыми при сильном увеличении (рис.6 и 7). Конечности так же представлены в виде трёх пар заострённых выростов (рис.8). Размер личинок 3-ей стадии 4-5 мм (рис.11 и 12), а 4-ой

стадии 6-7 мм (рис.9 и 10). Личинки съедают всё вокруг себя внутри плода гледичии и постепенно растут. Время, затрачиваемое личинкой на превращение в 4 стадию и в куколку, установить не удалось.

- куколка *M. dorsalis*:

Личинка зерновки не строит себе специальную оболочку, вместо кокона она использует семена, в которых развивалась. 6 июля в плодах гледичии были найдены куколки. Их достали и поместили в чашку Петри. Куколки лежали на дневном свету, это не помешало им за 9 дней (14.07) стать имаго. Куколка овальной формы, ярко-желтого цвета. На теле четко выделяются будущие крылья, ноги и усики. Крылья сложены на брюшке (рис.1). При съёмке со спины видно, как они аккуратно свернуты и уходят к брюшку (рис.2). На следующий день у куколки темнеет голова, усики, кончики крыльев и ног. Надкрылья хорошо выделяются и тоже сложены на брюшке (рис. 3 и 4). Все части тела будущего имаго как будто покрыты тонкой прозрачной плёнкой. Фотографии 3 и 4 были сделаны утром 07.07, а уже днём куколка выглядела совсем по-другому. Она свободно могла шевелить ногами, усиками и вертеть головой. На конце брюшка осталась белая плёнка (рис.5 и 6). Вечером этого же дня голова, брюшко и ноги зерновки уже совсем потемнели и выглядели как у взрослого жука (рис.7 и 8). Уже сформировались надкрылья, только крылышки под них не были заправлены. А цвет надкрылий, щитка и углубления в нижней части переднеспинки были просто серые. Брюшко ещё было очень большим. Когда пробовали переворачивать зерновку на брюшко, она всегда переворачивалась обратно и продолжала лежать на спине, изредка шевеля ногами и головой. Она лежала на спине, пока пигидий не принял свои обычные размеры и с него не сошла тонкая прозрачная оболочка (рис.11). Только после этого зерновка сама перевернулась и начала двигаться по банке. Пигидий одной из будущих самок мне удалось сфотографировать, когда он ещё не был покрыт волосками. При небольшом увеличении было хорошо видно, что у самок на пигидии не пятна, а именно углубления (рис.9). Размер куколок 6-7 мм (рис 10). После того, как зерновка полностью сформируется она прогрызает отверстие в семени и выбирается наружу (рис12). Замечено, что зерновки по несколько раз забирались в свой

старый домик и выбирались из него.



06.07(15.48)



06.07(15.50)



07.07(09.42)



07.07(09.44)



07.07(16.46)



07.07(16.47)



07.07(20.52)



07.07(20.55)



11



9



12



10



23

Увидеть имаго *M. dorsalis* в природе, узнать, что именно они едят не получилось. В литературных источниках есть данные, что они питаются пыльцой и лепестками цветов. В лабораторных условиях их можно докармливать фруктами и раствором меда (Темрешев, Валиева, 2016). Мы пробовали кормить их одуванчиками, раствором меда и фруктами, но не заметили, чтобы они ели. Зерновки жили без еды, при этом они были очень активны, спаривались и откладывали яйца, из которых выходили личинки. Группа имаго, вышедшая из семян 01.08.2016 года (27 шт.), дожила до октября месяца. Последняя самка умерла 14.10, яйца жуки откладывали до 27.09, но из последних (с 17.09) яиц личинки уже не вылуплялись.

Личинок, которые выходили из яиц (20 особей), докармливали семенами акации. Они прогрызали семена, забирались внутрь и замирали. Было решено, что все личинки погибли, и им акация не подходит. Наблюдение за ними прекратили. Личинок отправили в морилку. При дальнейшем наблюдении (на стручках гледичии) было установлено, как ведет себя личинка 1 стадии, когда попадает в семя. В

дальнейшем необходимо ещё раз провести эксперимент по докармливанию личинок акацией, чтобы подтвердить гибель личинок и исключить возможный переход личинки на вторую стадию развития.

При проведении эксперимента по установлению количества отложенных одной самкой яиц наблюдение велось за 9 контрольными группами зерновок в период с 01.08 по 20.08. Первоначально в каждой группе было два имаго (самец и самка). За первые 10 дней эксперимента (01.08-10.08) не наблюдалось ни одного процесса ухаживания, спаривания и не было отложено ни одного яйца. После того, как 10.08 у четырех наблюдаемых групп (№ 1; 2; 3; 4) была в 4 раза уменьшена территория обитания, у трёх групп увеличено в 3 раза число особей (№ 6; 7; 8), у одной группы (№ 9) увеличено в 10 раз число особей, а одна группа (№ 5) оставлена без изменений, была зафиксирована первая кладка яиц. Яйца были отложены на второй день (12.08) после изменения условий эксперимента в группе № 9 (20 имаго) в количестве 24 штук (кладку яиц в этой группе фиксировали каждый день до окончания эксперимента (20.08)). На пятый день (15.08) изменения условий была зафиксирована кладка еще в одной наблюдаемой группе. В группе № 7 (3 самца + 3 самки) было отложено 7 яиц. Кладку яиц в этой группе также фиксировали каждый день до окончания эксперимента. Кладка яиц началась в группах, где изменили количество особей. При увеличении числа имаго автоматически уменьшилась и их площадь обитания. Замечено, что в первых четырех группах без увеличения числа особей была уменьшена площадь, а у групп № 6 и 8 было увеличено число особей и уменьшена территория, но в этих группах зерновки не создали пары и не произошло кладки яиц (график 6). Анализируя полученные данные можно предположить, что у зерновок важным фактором для продолжения рода является не плотность их расселения, а возможность выбора подходящего партнера.

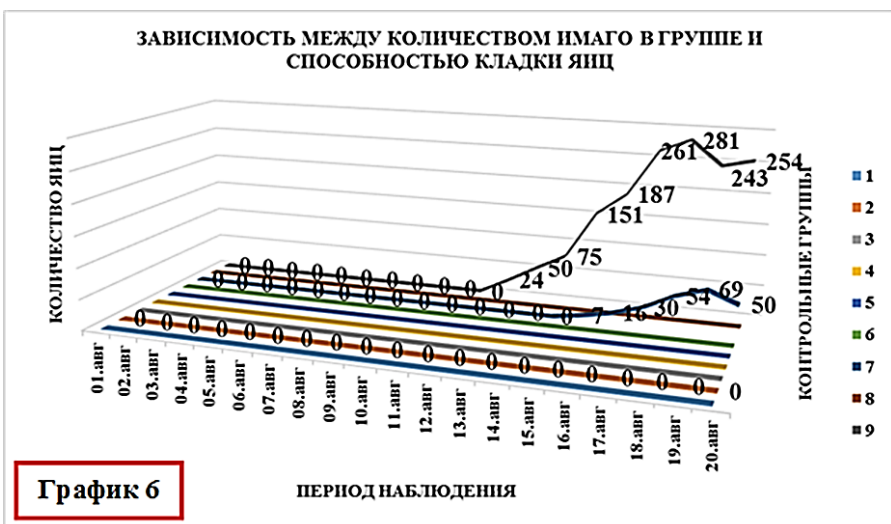


График 6

В ходе изучения полового поведения имаго, замечено, что перед спариванием *M. dorsalis* общаются друг с другом, выполняя определенный ритуал знакомства. Анализируя, полученные в ходе работы данные, можно предположить, что имаго делают это чтобы понять нравиться ли им партнер. Инициатором общения выступает самка, самец ведет себя пассивно. Жуки очень быстро бегают по контейнеру. Встретив самца самка, касается своей головой его головы и щекочет его усиками, затем разворачивается к нему задом и выгибая брюшко кверху подставляет к голове самца свои два углубления на пигидии. Самец касается головой каждого из углублений и щекочет их своими усиками. Затем самка опять поворачивается к самцу головой, и ритуал знакомства начинается сначала. Таких повторений общения может быть 3 или 4. После такого ритуала может начаться спаривание, а может и нет, самка и самец просто разбегутся в разные стороны и будут искать нового партнера. Наблюдения проводились за 27 сеансами знакомства. У 10 наблюдаемых пар, после проведенного ритуала, был зафиксирован процесс спаривания и установлено время, которое зерновка на него тратит (в среднем это время составляет 156 секунд) (график 7). Такое поведение можно считать обязательным в процессе спаривания этого вида. У *M. dorsalis* наблюдается перевернутая половая роль партнеров, причем разворот полового поведения более продвинутый. Самцы этого вида, в отличие от самцов других видов насекомых (с перевернутым половым поведением), более пассивны и не проявляют активного ухаживания, в то время как самки активны (Koh-ichi Takakura, 1999).



График 7

Выводы

1. В городе Железноводске, летом 2016 года впервые обнаружена популяция инвазивного для России вида зерновки *Megabruchidius dorsalis* (Fåhræus, 1839) на гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos* L.). На свежих бобах были обнаружены яйца жуков. Из прошлогодних семян, собранных под деревьями гледичии, в лабораторных условиях были выведены взрослые животные. Это вторая находка данного вида в Ставропольском крае. Доля поражения семян на обследованных деревьях от 15% до 40%.

2. Изучение жизненного цикла *M. dorsalis* в лабораторных условиях показало, что самка откладывает яйца на поверхность боба гледичии на 2-3 день после спаривания. Из яйца, личинка выходит на 2-3 день, первая линька личинки происходит внутри семени на 5-6 день. После трех линек личинки приступают к окукливанию. Фазу куколки до момента выхода имаго жуки проходят за 9-10 дней.

3. Процесс спаривания у *M. dorsalis* включает элементы поведения знакомства и ухаживания, которые не всегда приводят к копуляции. После определения партнера копуляция продолжается в течении 120 – 190 секунд. Сделано предположение, что необходимым условием размножения *M. dorsalis*, является возможность выбора партнера.

Благодарности

Я благодарен и признателен Марине Яковлевне Орловой-Беньковской (д.б.н., старший научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова) и её мужу Андрею Олеговичу Беньковскому (д.б.н., ведущий научный сотрудник Лаборатории общей энтомологии и почвенной зоологии Института проблем эволюции и экологии им. А.Н. Северцова РАН) за огромную помощь во всём. За практические и теоретические материалы, предоставленные мне для изучения, за ценные советы и идеи, за проведенный мастер-класс по изготовлению энтомологических препаратов и за предоставление оборудования для препарирования. Я очень благодарен руководителю биологического кружка ЮИП (биофак МГУ) и руководителю моей работы Анне Сергеевне Хижняковой за помощь, ценные советы и замечания и Я.Н. Коваленко (всероссийский центр карантина растений) за ценные советы, консультации и информационную поддержку. Я также глубоко признателен Андрею Львовичу Лобанову (ведущий научный сотрудник, к.б.н., веб- и бильд-редактор сайта о жуках «Жуки (Coleoptera) и колеоптерологи») за организацию такого нужного и очень полезного сайта о жуках, где всегда можно найти много ценной и интересной информации.

Заключение

Большинство инвазивных жуков очень опасны, они представляют угрозу не только аборигенным видам, но и сельскому хозяйству, и здоровью человека. Остановить переселение чужаков мы не в силах. Развитие промышленности, туризма и торговли привело к тому, что новые виды постоянно попадают на новые территории. Кто-то погибает не прижившись, а кто-то акклиматизируется и поселяется в новом для него месте. Очень важно изучать биологию этих жуков, их предпочтения в еде и способность к адаптации. Осуществлять постоянный мониторинг их передвижения, анализировать состояние экосистемы в местах поселения чужаков в целях быстрого реагирования при явном нанесении вреда вселенцем. Необходимо отслеживать расселение карантинных видов жуков или очень опасных, но не внесенных в карантинный список, для того, чтобы вовремя преградить путь проникновению на территорию нашей страны опасного вредителя и нанесения им вреда нашей экологии и экономике.

Список используемой литературы

Коротяев Б.А. Находка второго вида восточноазиатского рода зерновок *Megabruchidius Borowiec* (Coleoptera, Bruchidae) в семенах гледичии в Краснодарском и Ставропольском краях / Б.А. Коротяев // Энтотомол. обозр. – 2015. - Т. 94, вып. 1. – С. 100–102.

Коротяев Б.А. Об инвазии восточноазиатской зерновки *Megabruchidius tonkineus* (Pic) (Coleoptera, Bruchidae), развивающейся на плодах гледичии, на Северо-Западный Кавказ / Б.А. Коротяев // Энтотомол. обозр. – 2011. – Т. 90, вып. 3. – С. 592–595.

Орлова-Беньковская М.Я., диссертация на соискание степени доктора биологических наук «Чужеродные жесткокрылые насекомые европейской части России».

Орлова-Беньковская М.Я. Каталог чужеродных и криптогенных видов жуков европейской части России (пилотная версия – август 2016 г.) [Электронный ресурс] / М.Я. Орлова-Беньковская. – 2016. – Режим доступа: <https://www.zin.ru/animalia/Coleoptera/rus/invascat.htm>

Темрешев И.И., Валиева Б.Г. *Megabruchidius dorsalis* Fahreus, 1839 – инвазивный вид в фауне зерновок (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) Казахстана / И.И. Темрешев, Б.Г. Валиева // Евразийский энтомологический журнал – 2016. – 15(2). – С.139-142.

Gyorgy Z. To the biology of the honey locust seed beetle, *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1904) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)/ Gyorgy Z. // Folia Entomologica Hungarica Rovartani Kozlemenyek. – 2007. - Vol.68.- P.89–96.

Rafael Yus Ramos. Revisión del género *Megabruchidius borowiec*, 1984 (Coleoptera: Bruchidae) y nuevas citas para la fauna Europea/ Rafael Yus Ramos // Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. – 2009.- №45. (371–382).

Koh-ichi Takakura. Active female courtship behavior and male nutritional contribution to female fecundity in *Bruchidius dorsalis* (Fahraeus) (Coleoptera: Bruchidae) / Koh-ichi Takakura // The Society of Population Ecology and Springer-Verlag Tokyo – 1999. Res Popul Ecol 41:269–273.

<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/index.htm> - Зоологический институт РАН, сайт о жуках.