

ПАРАМЕТРЫ МИГРАЦИЙ ТИПИЧНЫХ ДЛЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ НАСЕКОМЫХ В СВЯЗИ С ПОИСКАМИ ИМИ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ

MIGRATION PARAMETERS OF INSECTS TYPICAL FOR THE SAMARA REGION AS THE RESULT OF THEIR SEARCH FOR OPTIMAL HABITAT CONDITIONS

**S. Pavlov
F. Miniyarov
A. Yaitsky**

Summary. The article analyzes main parameters of insects spatial migration process (mainly based on the example of leaf beetles). The process includes more than 10 different aspects that characterize migration: causes, genetic and energy bases, mechanisms, regularity, length, direction, obstacles for a movement, height of movement, influence of the environment climate component on migration, threats, risks and efficiency. Mentioned aspects are in turn subdivided into smaller elements.

Keywords: leaf beetles; Chrysomelidae; habitat; migration of insects; cause of migration; migration characteristics; geographical migrations; ecological migrations; Samara Oblast.

Павлов Сергей Иванович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный социально-педагогический
университет»
pavlov@sgspsu.ru

Минияров Фарит Талгатович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный университет»
fminiyarov@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный социально-педагогический
университет»
yaitsky@sgspsu.ru

Аннотация. В настоящей статье анализируются основные параметры процесса пространственной миграции насекомых (в первую очередь, жуков-листоедов — Chrysomelidae), включающего в себя более 10 различных аспектов, характеризующих миграции (причины; генетическая и энергетическая основы; механизмы; регулярность; протяженность; направленность; препятствия для перемещения; высота перемещений; влияние климатической компоненты среды на миграции; угрозы; риски; результативность), которые, в свою очередь, подразделяются на более мелкие элементы.

Ключевые слова: жуки-листоеды; Chrysomelidae; условия обитания; миграции насекомых; причины миграций; характеристики миграций; географические миграции; экологические миграции; Самарская область.

Изучение проблемы миграций насекомых интересно и весьма актуально. Миграции известны у чешуекрылых, стрекоз, саранчовых, перепончатокрылых, тлей, жесткокрылых [1]. Однако, единого мнения по поводу причин, типов и характеристик миграционных процессов до сих пор нет. Детально изучив особенности пространственных перемещений жуков-листоедов, их сроки и механизмы, и добавив к этому итоги наших наблюдений и результаты экспериментов над другими таксонами насекомых (наблюдение и мечение кокцинеллид и визуальное наблюдение за рядом видов чешуекрылых), мы предлагаем своё видение данной проблемы.

Отдельные аспекты миграционного поведения насекомых, анализ динамики их численности и обсужде-

ние влияния климата на поведение насекомых рассматриваются в ряде известных публикаций [2–9], однако наша работа является попыткой обобщить уже опубликованную информацию и вновь приобретенную нами в процессе нативных наблюдений и полевых экспериментов.

Цель исследования

изучение особенностей миграций разных таксонов насекомых (главным образом, жуков-листоедов) и уточнение механизмов их расселения в пространстве (соотношение долей географических и экологических мигрантов; особенности подходов к классификации мигрантов по дальности расселения).

Материал и методика исследования

Исследования закономерных и случайных миграций насекомых в Самарской области проводятся нами более 30 лет (с 1986 г.).

Регулярные экологические эксперименты по мечению проводились нами на 21 модельном участке площадью примерно от 50 м² до 270 м², занятом естественной растительностью, которая включает кормовые растения, предпочитаемые данными видами жуков-листоедов.

В экспериментах было задействовано 10 фоновых (для южного сектора Среднего Поволжья) видов жуков-листоедов: *Donacia crassipes* Fabricius, *Oulema melanopus* Linnaeus, *Labidostomis pallidipennis* Gebler, *Timarcha tenebricosa* Fabricius, *Plagioderma versicolora* Laicharting, *Chrysomela populi* Linnaeus, *Leptinotarsa decemlineata* Say, *Gastrophysa polygoni* Linnaeus, *Galeruca tanacetii* Linnaeus, *Cassida rubiginosa* Müller.

Имаго мы собирали вручную и отлавливали сачком; после их маркировки цифрами, выполненными белой краской на переднеспинке, выпускали в местах поимки. Всего было помечено 450 особей (по 45 — каждого вида). В дальнейшем (в среднем через 5 дней) меченых жуков вновь отлавливали и учитывали их размещение в пространстве. Из числа выпущенных насекомых, 293 (65,1%) пойманы повторно 1 раз, 86 особей (19,1%) найдены 2 раза, а 67 (14,9%) — 3 раза.

В момент начала агрегации представителя кокцинеллиды — *Coccinella septempunctata* Linnaeus — перед залеганием на зимовку, мы четырежды метили (описанным выше способом) по 50 особей из каждого скопления, и в течение последующих 2 дней искали меченые особи в направлении их перемещения в сторону возвышенных склонов.

Одновременно проводилась фото- и видеорегистрация эксперимента.

Параллельно оценивались сопутствующие экологические параметры среды.

Латинские наименования видов жуков-листоедов в статье приводятся по работе Ю. М. Зайцева, Л. Н. Медведева [10].

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению М. С. Гилярова (цит. по: [11]), «один из двух возможных путей успешного выживания вида — миграция в другие условия обитания». В настоящем исследо-

вании нас, в первую очередь, интересует именно эта особенность биологии данных видов.

По нашему мнению, под термином «миграция» следует понимать закономерные перемещения животных, выработанные в ходе филогенеза, реализуемые в конкретное время, и, по большей части, по закономерным направлениям.

С точки зрения М. Коха, все насекомые делятся на 2 группы [12]:

1. близко расселяющиеся;
2. истинные мигранты.

По нашему мнению, близко расселяющихся насекомых уместно называть экологическими мигрантами, а истинных (дальних) мигрантов — географическими. По этой причине логично выделить 2 типа одноименных миграций: экологические и географические.

Экологические мигранты перемещаются, регулярно или эпизодически, но внутри своего же генерационного ареала. Мы отмечали сезоны, когда динамика популяций была стабильной, т.е. реального расселения не наблюдалось.

Для *географических* мигрантов характерны следующие признаки:

1. осуществляют дальние перемещения ежегодно;
2. покидают область генерации, куда потом возвращаются вновь;
3. способны за короткое время преодолевать большие расстояния;
4. не могут зимовать в средних широтах;
5. перелеты их ориентированы только с севера на юг (и обратно).

Характеристики миграций

Причины миграций. Предполагается, что происхождение географических (дальних) миграций следует связывать с изменениями климата в недалеком геологическом прошлом планеты [13].

Состояния среды, корректирующие *географические* миграции:

1. сезонное потепление среды;
2. сезонное похолодание среды.

Состояния среды, корректирующие *экологические* миграции:

1. расселение с мест зимовки;
2. уход на зимовку;
3. дефицит и поиски корма;
4. репродуктивные агрегации;

5. влияние эффекта массы (потребность насекомых рассредотачиваться в пространстве при избыточной плотности в «очагах скопления»).

Нами отмечены частые массовые кочевки особей отдельных популяций листоедов в поисках корма на расстоянии 30–70 м (за границы прежних местообитаний).

Кроме Chrysomelidae, мы наблюдали предзимовочные перемещения Coccinellidae в Жигулёвских горах на 300–450 м в сторону возвышенных склонов и карстовых поноров. В результате в каждой меченой группе (численностью в 50 особей) кокцинеллид, мы отмечали следующую нисходящую закономерность:

- ◆ 1-й стометровый участок: 8–11 найденных меченых кокцинеллид (разброс объясняется разным количеством найденных меченых особей в результате каждого последующего акта маркировки);
- ◆ 2-й стометровый участок: 5–6 особей (из 50);
- ◆ 3-й стометровый участок: 2–3 особей (из 50);
- ◆ 4-й стометровый участок: 0,6–0,9 особей (из 50).

Подобная особенность распределения жуков объясняется целым рядом причин (расстоянием до будущих зимовочных «затаек», влиянием хищников-энтомофагов, бескормицей, сильным ветром или осадками, а, главное — рассредоточением меченых особей среди основной массы немеченых жуков).

Генетическая основа миграций. Установлено, что географические мигранты формируются, в первую очередь, в перенаселенных популяциях, а экологические мигранты — в популяциях с довольно низкой плотностью [14].

Энергетическая основа миграций. Насекомые, географические мигранты (в особенности, бабочки и тли), имеют больше жировых запасов, чем экологические мигранты, но меньшее число заканчивающих развитие эмбрионов [14].

Механизмы миграций

1. *Пешие* кочевки (переползание):

- а) *под влиянием абиотических факторов:* при движении к свету и от него; при поисках температурного оптимума; из области повышенной влажности воздуха; из зоны раздражающего ветрового потока;
- б) *под влиянием биотических факторов:* поиски индивидом кормового растения или брачного партнера; внедрение *внутрь* скопления (действие «эффекта группы» — при спаривании или уходе на зимовку); *наружу из очага* скопления (дей-

ствие «эффекта массы» — при расселении, поисках корма и т.п.) [15].

2. *Воздушные* перемещения (перелёты):

- а) *закономерные:* при рассредоточении в результате «эффекта массы» в пространстве;
- б) *случайные* (дисперсии): под действием ветра (в момент дрейфа во время полёта).

3. *Водные* перемещения (переплывание). Все жуки-листоеды, кроме радужниц, избегают воды, но случается, что они непроизвольно попадают в воду, и в этом случае расселяются пассивно:

- а) в результате непосредственного падения в воду;
- б) в результате попадания в воду во время ухода от подтопления на более высокий субстрат;
- в) на плавучей основе — «паводковом шламе», ветках, стволах деревьев-топляков [11].

Регулярность миграций

- 1. *регулярные:* 2 раза в год — весной на север, в конце лета на юг;
- 2. *нерегулярные:* в любом направлении, иногда несколько раз за вегетационный сезон.

Протяженность миграций

- 1. *дальние* — на расстояние в 1 тыс. км и более (некоторые чешуекрылые и прямокрылые);
- 2. *ближние* — на расстояние от нескольких десятков до нескольких сотен метров (прочие таксоны насекомых). Установлено, что радиус репродуктивных перемещений за сезон значительно превышает даже радиус кормовых кочевок; так, по данным В.М. Соломатина, листоед *Chrysochloa cacaliae* Schrnk в первом случае преодолевает 2–3 км за сезон, а во втором — только 1,0–1,1 км (а совокупная протяженность его кочевок может достигать от 3,0 до 4,1 км за сезон) [16].

В то же время, данная классификация у экологических мигрантов осложняется особенностями влияния сезонных или суточных параметров среды:

- 1) *сезонные (горизонтальные)* перемещения:
 - а) весна — осень (дальние миграции);
 - б) лето: 1-я половина — 2-я половина (локальные миграции);
 - в) лето: 2-я половина (локальные миграции).
- 2) *суточные (вертикальные)* перемещения:

- а) утро (выход гелиофилов в верхнюю часть кроны) — день (максимум их активности) — вечер (их уход на ночевку);
- б) день — сумерки (активность умброфилов);
- в) день — ночь (активность умброфилов).

Из общего списка энтомофауны на долю географических мигрантов приходится, по нашей оценке, около 34%, а экологических мигрантов — 66%.

Направленность миграций

1. *закономерные* (направление с севера на юг и обратно): вектор полетов отдельных особей хорошо летающих насекомых (в первую очередь, бабочек) близок к единому «коридору» географической сезонной миграции, который практически неизменен в течение светового дня и мало варьирует за вегетационный сезон;
2. *дисперсные* (случайные) — в любую сторону для реализации тактической программы (поисков брачного партнера, корма, укрытия).

Препятствия для перемещения. Хорошо летающие бабочки преодолевают естественные и искусственные древостои [1], не меняя своего курса следования и перелетая их сверху. По нашим наблюдениям, для многих жуков-листоедов (удельный вес которых значительно больше, чем у бабочек одинакового с ними размера), лес (высокий и частый вертикальный барьер), обширное водное зеркало (горизонтальный барьер) — являются серьезными препятствиями в ходе их перемещения.

Высота перемещений:

1. *значительная* — от 25 до 150–200 м;
2. *в приземном слое* — от 1,5–2,0 до 8–12 м.

Разумеется, чёткую границу провести затруднительно, поскольку при сильном встречном или боковом ветре хорошо и высоко летающие бабочки стремятся уйти из его потока, опускаясь ниже, а при высокой влажности воздуха или тумане низко летающие насекомые стремятся подняться выше своего нормального «потолка» полёта в зону более сухого воздуха.

Влияние климатической компоненты среды. Возможность и качество миграций жестко корректируется климатом:

1. *Температурой воздуха* (по нашей оценке, оптимум заключен в интервале от +20 °С до +27 °С).
2. *Интенсивностью солнечного излучения.* По наблюдениям Ф.С. Кохманюка [17], колорадский жук мигрирует в ясную погоду. Это подтверждается и нашими наблюдениями, согласно которым большинство видов насекомых (и не только жу-

ков-листоедов) наиболее активны и мобильны в ясную погоду.

3. *Ветром.* Нами замечено, что во время дальних перелетов бабочки с высокой точностью «выдерживают» постоянный вектор движения, несмотря на встречный или боковой довольно сильный ветер; а саранчовые, тли и колорадский жук, в основном, «дрейфуют» в шлейфе ветровых потоков. Ряд наблюдений Ф.С. Кохманюка за колорадским жуком доказывают устойчивую склонность вида расселяться по направлению ветра [17].
4. *Осадками.* Даже при слабом дожде полёты мигрантов прекращаются; при облачности от 30% до 45% пролёт идёт с малой интенсивностью, а при более чем 45% пролёт не наблюдается.

Угрозы и риски, сопутствующие миграциям. Внезапные похолодания, тепловой удар, ливневые и затяжные дожди, сильный, резко меняющий направление ветер, насекомоядные птицы, рукокрылые, жажда и бескормица — являются основными негативными факторами. Есть данные о средней ежедневной гибели мигрирующих насекомых: из каждых 100% учтенных особей на 2-й день сохранялось лишь 33 особи, на 3-й — 21, на 4-й — 16, на 5-й — 10, на 6-й — 3,5, на 7-й — 2,2 [18].

Нами выявлен высокий уровень консерватизма (стенобионтности) жуков в приуроченности к биотопам. Только 28 (т.е. чуть больше 6%) особей 4-х видов были найдены за пределами мест выпуска.

Результативность (успех) миграций. В штилевую погоду перелёт жука-листоеда на 300 м занимает около 15 мин. (успешная результативность больших расстояний перемещения по воздуху для жуков-листоедов имеет уже, на наш взгляд, весьма случайный характер). Установлено, что самцы-мигранты более активны и мобильны (поскольку помимо только «программы расселения» им приходится выполнять параллельную «программу поиска брачного партнёра», что требует от них более высокой оперативности).

Заключение

В результате наших нативных наблюдений и полевых экспериментов выявлены основные составляющие процесса пространственной миграции насекомых (главным образом, Coleoptera: Chrysomelidae, и в некоторой степени — Coccinellidae), включающего в себя более 10 различных определяющих аспектов (причины; генетическая и энергетическая основы; механизмы; регулярность; протяженность; направленность; препятствия для перемещения; высота перемещений; влияние климатической компоненты среды на миграции; угрозы; риски; результативность).

ЛИТЕРАТУРА

1. Smithers C. N. Insect migration // *The Australian Museum Magazine*. 1961. Vol. 13, № 11. P. 350–353.
2. Голубев А. В. Миграции в динамике численности популяций фитофагов // *Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник*. 2003. № 2. С. 83–86.
3. Исаев А. С., Березовская Ф. С., Давыдова Н. В., Карев Г. П., Хлебопрос Р. Г. Волны миграции и пространственная динамика насекомых-фитофагов // *Сибирский экологический журнал*. 1999. Т. 6, № 4. С. 45–53.
4. Борисов С. Н. Особенности осенних миграций стрекоз (*Odonata*) на перевале Чокпак в западном Тянь-Шане: видимые и реальные масштабы перелётов // *Евразийский энтомологический журнал*. 2010. Т. 9, № 1. С. 7–12.
5. Воробьева О. В. Анализ распределения уязвимых энтомокомплексов по территории Белгородской области // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2007. № 5 (36). С. 54–60.
6. Кузнецова В. В., Пальникова Е. Н. Факторы динамики численности боярышницы (*Aporia crataegi* L.) в пригородных насаждениях г. Красноярска // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2014. № 207. С. 4–9.
7. Ключко Е. М., Ключко З. Ф. Электронные информационные системы для мониторинга популяций и миграций насекомых // *Biotechnologia Acta*. 2018. Т. 11, № 5. С. 5–25.
8. Соколов Л. В. *Климат в жизни растений и животных*. СПб.: Тесса, 2010. 343 с.
9. Шелабина Т. А., Берим М. Н. Динамика численности и видовой состав тлей на посадках семенного картофеля в Ленинградской области // *Аграрная Россия*. 2020. № 4. С. 3–7.
10. Зайцев Ю. М., Медведев Л. Н. *Личинки жуков-листоедов России*. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2009. 246 с.
11. Павлов С. И., Яицкий А. С. Фауна жуков-листоедов (*Coleoptera, Chrysomelidae*) изолированных волжских островов и механизмы их вторичного заселения // *Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7, № 4 (25). С. 97–103.
12. Koch M. Zur Gruppeneinteilung der Wanderfalter // *Wiener Entomologische Gesellschaft*. 1964. Vol. 75, № 9–10. P. 131–134.
13. Gaskin D. E. Comments on the nature and origins migrations of Lepidoptera to Bermuda // *The Journal of the Lepidopterists' Society*. 1994. Vol. 48, № 4. P. 388–393.
14. Kidd N. A. C., Cleaver A. M. The relationship between pre-flight reproduction and migratory urge in alatae of *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) // *Bulletin of Entomological Research*. 1984. Vol. 74, № 3. P. 517–527.
15. Павлов С. И., Яицкий А. С. Динамика плотности жуков-листоедов (*Coleoptera, Chrysomelidae*) в агроценозах злаковых культур Самарской области // *Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7, № 2 (23). С. 94–102.
16. Соломатин В. М. Экологическая дифференциация и система скрещиваний у *Chrysochloa calaliae* Schrnk. (*Coleoptera, Chrysomelidae*) на Карпатах: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15. М., 1977. 140 с.
17. Кохманюк Ф. С. О миграциях имаго колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) // *Механизмы поведения животных: мат-лы 3-й всесоюз. конф. по поведению животных*. Т. 1. М.: Наука, 1983. С. 203–204.
18. Sanders C. I. Local dispersal of male spruce budworm (*Lepidoptera: Tortricidae*) moths determined by mark, release and recapture // *Canadian Entomologist*. 1983. Vol. 115, № 9. P. 1065–1070.

© Павлов Сергей Иванович (pavlov@sgspsu.ru),

Минияров Фарит Талгатович (fminiyarov@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»