

Исследование поведенческой реакции «хождения под парусом» пауков *Pirata piraticus* (Clerck, 1757)

Ж. Баймуханова, А. Дегтярева, М. Кадочникова, К. Костюк, Ф. Костякин, А. Неугодов, Ю. Постникова

(Руководители: Ф.А. Мартыновченко, А.Ю. Левик)

Research of *Pirata piraticus* (Clerck, 1757) «sailing» behavior

Zh. Baymukhanova, A. Degtiareva, M. Kadochnikova, K. Kostyuk, F. Kostyakin, A. Neugodov, Yu. Postnikova

(Supervisors: F.A. Martynovchenko, A.Yu. Levik)

Резюме. Исследованы особенности поведенческой реакции «хождения» под парусом пауков вида *Pirata piraticus* в зависимости от пропорций особи, количества ходильных конечностей, возраста, скорости ветра, освещенности, наличия детёнышей или добычи.

Abstract. Studied the features of *Pirata piraticus* «sailing» behavior: depending on individual proportions, number of walking limbs, age, wind speed, illumination, presence of spiderlings or prey.

Введение

Неоднократно было замечено, что при наличии ветра околотовные пауки вида *Dolomedes triton* умеют скользить по воде, приподнимая над водой тело и, часто, поднимая некоторое количество ног, что служит своеобразным парусом. Сама реакция, соответственно, была названа хождение под парусом (Sailing Behavior in the Fishing Spider, *Dolomedes Triton*, G. Scott Deshefy; первое сообщение). Подобная реакция (рис. 1) наблюдалась у представителей рода *Pirata* на территории ББС МГУ.

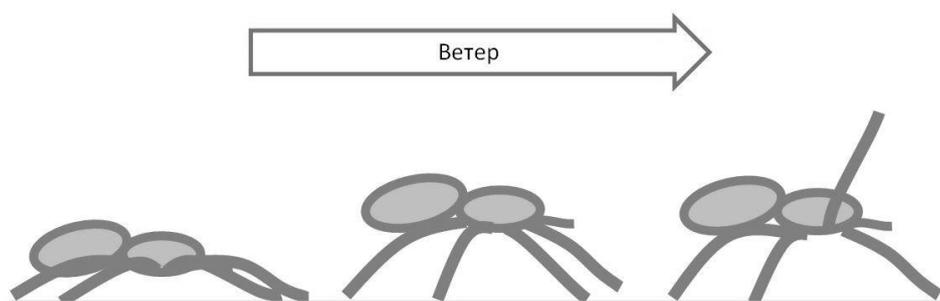


Рисунок 1. Поведенческая реакция «хождения под парусом»: паук поднимает тело и некоторое количество ног, скользя по воде.

«Sailing» behavior: spider lifts up the abdomen and several legs sliding on the water.

Цели работы:

- экспериментально изучить параметры реакции хождения под парусом у околотовных пауков *Pirata piraticus*;
- рассмотреть различия в поведении *Pirata piraticus* при разных скоростях ветра, при недостатке ног, с коконом и с детенышами.

Задачи:

- 1) провести отлов околотовных пауков видов *Pirata piraticus* и на территории ЗБС МГУ;
- 2) создать в лаборатории условия для экспериментального изучения поведенческой реакции хождения под парусом;
- 3) провести на воде запуски под воздушным потоком пауков видов *Pirata piraticus* и с целью изучения параметров реакции хождения под парусом на разных скоростях ветра, а также отметить основные характеристики реакции;
- 4) проверить возможность хождения под парусом самок *Pirata piraticus* с детенышами;
- 5) проверить возможность хождения под парусом детеныша *Pirata piraticus*, вскоре после его вылупления из кокона
- 6) проверить возможность хождения под парусом пауков *Pirata piraticus* с недостающими ногами;
- 7) провести на воде запуски под воздушным потоком представителей видов *Pirata piraticus* с добычей;
- 8) проверить способность пауков *Pirata piraticus* маневрировать во время хождения под парусом;
- 9) проверить возможность пауков *Pirata piraticus* ходить под парусом с добычей в хелицерах.
- 10) проверить способность пауков *Pirata piraticus* ходить под парусом в темноте.

Обзор литературы

Первым упоминанием хождения пауков под парусом является статья Скотта Дешефи 'Sailing' Behaviour in the Fishing Spider, *Dolomedes triton*, опубликованная в 1981 году.

Целью работы являлось изучение возможных эволюционных решений двух проблем: механизма скольжения паука по воде и возможных приспособлений для уменьшения вероятности обнаружения хищником.

Предположение автора заключалось в следующем: *Dolomedes triton* (пауки-рыболовы) могут использовать воздушные потоки в качестве толчковой силы, движущей их по водной поверхности.

Основой исследования послужили полевые и лабораторные эксперименты. В естественных условиях, когда скорость ветра колебалась от 4 до 13 м/с, пауки-рыболовы, оказавшиеся в это время в воде, часто поднимали вторую пару ног примерно на 70-90 градусов от поверхности воды. Используя сильный воздушный поток, некоторые особи неизменно демонстрировали данное поведение до момента достижения ими субстрата. Чтобы изучить возможные причины описанной реакции, пауки-рыболовы были вновь пойманы в безветренное время и были помещены на плывущий обломок и на открытое водное пространство. В обоих условиях вышеописанное поведение не наблюдалось. Тем не менее, когда воздух дул через картонный цилиндр (диаметр 5 см), находящийся на расстоянии 0.5 м, у пауков проявлялась данная реакция, и они могли двигаться против течения. *D. triton* на плывущих обломках не демонстрировали этого поведения. Результаты, полученные в полевых условиях, проверялись в лаборатории. Из десяти исследуемых пауков два были взрослыми самцами и восемь – молодыми самками. Размеры колебались в пределах 0.7-1.6 см. Пауки были помещены в наполненный аквариум, каждый был помещён в определённые условия: на картонный диск, прикреплённый к специальному баку, на плывущий картонный диск и на открытую воду. Для того чтобы максимально приблизить данные условия к реальным, генерировали

водную рябь. В испытаниях на открытой воде реакция поднятия ног наблюдалась в 85% проб, в случае с незакрепленным диском - в 15% и не наблюдалась в случае закрепленного диска.

Результаты данных полевых и лабораторных исследований заставляют предполагать, что реакция подъема второй пары ног строго связана с нахождением паука на открытой воде и с сильным потоком воздуха. При этом необходимо одновременное соблюдение этих условий. Можно сделать вывод, что реакция улучшает способность захвата воздушного потока без изменения положения тела в пространстве и вследствие этого без потери устойчивости на воде.

Еще одно упоминание данной поведенческой реакции относится к 1999 году. Статья Robert B. Suter под названием CHEAP TRANSPORT FOR FISHING SPIDERS (ARANEAE, PISAURIDAE): THE PHYSICS OF SAILING ON THE WATER SURFACE была опубликована в журнале The Journal of Arachnology .

Целью исследования являлось изучение физического взаимодействия тела паука *Dolomedes triton* (Walckenaer 1837) (Araneae, Pisauridae) с движущимся потоком воздуха.

Измерения проводились в естественных условиях, а затем проверялись в лаборатории. Для измерения скорости ветра использовался анемометр. В эксперименте, описанном ниже, были исследованы силы, действовавшие на высушенных пауков двух категорий: ювенильных и взрослых. Они были усыплены с помощью CO₂, убиты заморозкой, а затем высушены. Двое - ювенильная и взрослая особь зафиксированы в лежачей позе, и одна взрослая особь - в приподнятой. Все эксперименты проводились при скорости воздуха 0,65 м/с. Анемометр использовался для отслеживания скорости воздуха в камере. В начале эксперимента высушенный паук аккуратно ставится на середину поверхности воды. Паук отпускается только после того, как в камере установится постоянная скорость ветра посредством включения вентилятора. Чтобы измерить скорость паука, записывалось его горизонтальное перемещение с помощью видеокамеры, начиная с момента, когда паук пересечёт отметку 2,5 см с той стороны, откуда он был выпущен. Скорость рассчитывалась по пройденной дистанции разделением видеоряда на фрагменты.

Были сделаны следующие выводы: пауки-рыболовы, лежащие на поверхности воды и не прикрепленные к плавущей листве или обломкам, будут двигаться пассивно по воде на уровне, определяемом массой паука и скоростью ветра над поверхностью водоёма. Связь между поднятой позой и скоростью воздуха означает, что скорость, идеальная для скольжения, тесно связана с позой паука. В данном типе локомоции маленькие особи имеют существенное преимущество, так как большему пауку требуется больше усилий.

Пауки-рыболовы подвергаются атаке рыб и птиц. Поскольку хищники находят жертву по ключевым особенностям, подавление любой из этих особенностей может снизить риск обнаружения. В таком случае, скольжение может рассматриваться как способ передвижения, позволяющий избежать гибели: при данном типе локомоции движения ног отсутствуют, а соответственно, поверхностные волны, возникающие при гребле, не генерируются, так как развитие скорости достигается иным способом. Другая проблема состоит в том, что паук не полностью контролирует возможность достижения цели. Для пауков, живущих на пруду, данный риск минимален, поскольку в результате паук обязательно окажется на краю пруда, и, даже если это место окажется незнакомым, с экологической точки зрения оно окажется подходящим. Пауки же, живущие на берегах островов, при таком способе локомоции могут быть унесены в открытое море. Данный способ локомоции достаточно редко наблюдается в природе, и его функция остаётся пока не очень понятной. Поскольку скольжение наиболее эффективно для маленьких пауков и

большие представители *Dolomedes triton* не способны быстро поднять тело и подставить его под движущийся поток воздуха первая функция скольжения, возможно, состоит в расселении молодых особей, но настоящая гипотеза в данный момент требует проверки.

Следующая статья Morito Hayashi, Mohammed Bakkali Sail or sink: novel behavioural adaptations on water in aerially dispersing species относится к 2015 году и была опубликована в литературном интернет-источнике BMC Evolutionary Biology.

В данной работе исследовалось расселение сухопутных пауков, которые являются важными звеньями пищевой цепи (являются хищниками) внутри сельскохозяйственной экосистемы. Данные виды выживают в сильно изменяющихся условиях внешней среды благодаря своей способности занимать новые места обитания, совершая воздушные перемещения (ballooning), и используя при этом паутиные нити. Некоторые представители являются строго сухопутными видами и встреча с водой для них не допустима.

В частности, были проведены эксперименты, демонстрирующие поведение пауков на водной поверхности. Для них была использована неглубокая ёмкость, уровень воды в которой составлял 1 см. Чаще всего скорость ветра была небольшой ввиду необходимости долгого и тщательного наблюдения за пауком. Чтобы избежать влияния потоков воздуха в лаборатории, каждый эксперимент был выполнен дважды в противоположных направлениях (всего восемь раз). Эксперименты проводились с использованием как пресной, так и морской воды (3.5% соли), а также в присутствии турбулентности и без неё. Для проверки результатов был проведён подобный эксперимент, но только в отсутствии воды (271 паук из 325 участвовал в эксперименте). Это позволило определить, специфично ли данное поведение для воды.

То, что ни один паук не плавёт в воде, и что под лапками пауков на поверхности водной глади образуются ямки, говорит о том, что лапки имеют водоотталкивающий покров.

Кроме того, опорой для нашего исследования послужили работа 2015 года Исследование поведенческой реакции хождения под парусом паука *Pirata piraticus* в зависимости от скорости ветра и работа 2016 года Исследование поведенческой реакции хождения под парусом пауков *Pirata piraticus* и *Dolomedes fimbriatus*.

В процессе работы 2015 года было произведено более 400 количественных запусков пауков *Pirata piraticus*. Реакция хождения под парусом была зарегистрирована у всех исследованных особей *Pirata piraticus*.

Была изучена взаимосвязь скоростного режима вентилятора и доли времени хождения паука под парусом от полного времени запуска. Данное исследование показало, что для *Pirata piraticus* высокая скорость воздушного потока не подходит для осуществления реакции паруса, так как быстрый ветер позволяет паукам передвигаться без каких-либо усилий и делает реакцию малоэффективной, неуправляемой и потенциально опасной.

Если рассматривать взаимосвязь пола и возраста пауков со скоростным режимом, можно заметить, что ювенильные особи из-за малых размеров больше подвержены влиянию ветра, самцы и самки различаются между собой незначительно.

Было показано, что ветер сильнее действует на некрупных ювенильных особей, что подтверждается более низкой скоростью в момент включения паруса. Соответственно для самок, обычно имеющих большие размеры, эта скорость максимальна и наименее отличается от начальной скорости.

В среднем для хождения под парусом пауки предпочитают скорость ветра 1,5-2 м/с.

Также была проанализирована поза паука при реакции хождения под парусом. Паук может высоко приподниматься на всех ногах над водной поверхностью и при этом может поднимать вверх ноги.

В основном для образования паруса используются конечности 1, 2, 3 правые и 2, 3 левые, а чаще всего - 2 правая и 2, 3 левые, вероятно, для сохранения равновесия. Четвертые конечности с обеих сторон используются очень редко, что логично, так как иначе пауку было бы сложно держать на весу тело.

Максимальное число ног, участвующее в парусе, характерно для минимальных скоростей ветра, при его усилении максимальное количество поднимаемых ног сокращается, а при достижении четвертого скоростного режима паук уже предпочитает не ходить под парусом. Средние значения количества поднятых под парусом ног: ювенильные особи идут в среднем под двумя конечностями, что максимально для среднего значения; самцы близки к ювенильным особям, самки склонны к одной ноге в парусе. Максимальные значения: все - 4, кроме одной самки с коконом - у неё максимально 2 ноги.

Среди поз доминирует поза без поднятия конечностей, когда паук только приподнимает тело над поверхностью воды.

На основании данных, полученных в результате качественных запусков, было доказано, виды *Dolomedes fimbriatus*, *Tetragnatha spp.*, *Zelotes spp.*, *Trochosa spp.*, *Clubiona sp.* способны демонстрировать поведенческую реакцию хождение под парусом. По-видимому, такая реакция довольно широко распространена в разных семействах пауков. Вид *Pirata piscatorius* показал реакцию почти во всех запусках. Вероятно, для всего рода *Pirata* характерна такая реакция, однако требуются проверки других видов рода.

В эксперименте участвовали две самки *Pirata piraticus* с коконами. В ходе эксперимента было выявлено, что самки с коконами способны демонстрировать поведенческую реакцию хождение под парусом, но принимаемая ими поза отличается от типичной. Брюшко паука располагается под углом к поверхности воды, а не параллельно, вероятно, чтобы уберечь кокон от намочания. Было отмечено, что самки с коконами редко поднимают ноги в позе паруса – чаще они просто приподнимают тело над водой.

Материалы и методы

Для проведения работы были отобраны околотовные пауки видов *Pirata piraticus*.

Pirata piraticus – семейство Lycosidae (пауки-волки). Самки 4,5-9 мм, самцы 4-6,5 мм. Самый распространенный среди европейских пират вид. Как большинство пауков-волков, не строит сетей, охотится, догоняя добычу. Селится во влажных местообитаниях, особенно возле водоемов. Окрас типичен для представителей рода: рыже-коричневое тело, оконтуренное белыми волосками, продольное пятно в форме трезубца на головогрудь и два ряда светлых точек в задней части брюшка. В отличие от обычных сухопутных пауков-волков, пирата строит себе убежище – вертикальную паутинную трубку, которая нижним краем касается поверхности воды. Такая конструкция позволяет притаиться в ожидании добычи, а также при необходимости скрыться в воде.

Пауки были отловлены гидробиологическими сачками с прибрежной растительности и у кромки воды. Сбор производился в пределах территории Звенигородской биологической станции: у реки Москвы, у Стерляжьего пруда.

Каждому пауку было присвоено имя и индивидуальный номер; были определены пол, возраст, проведены основные измерения: для каждого паука определил длину головогрудь и брюшка. Были отдельно отмечены особи с недостающими конечностями. В лаборатории пауки содержались по одному в специальных пластиковых садках,

оборудованных кусочком смоченной ваты для поддержания влажности, отверстиями для доступа кислорода и листьями растений для создания укрытия.

В лаборатории был установлен надувной бассейн (рис. 2) размером 305x183x56 см, в котором была оборудована водная дорожка длиной 250 см и шириной 40 см, ограниченная гладкими бортами из пенопласта высотой 5 см. У края бассейна был установлен вентилятор, усовершенствованный ручным переключателем скоростей, который обеспечивает плавное увеличение скорости потока воздуха и возможность настройки необходимой для эксперимента скорости. Скорость ветра была измерена анемометром для каждого из четырех фиксированных скоростных режимов на разных дистанциях от места запуска (табл. 1). По этим данным были построены калибровочные кривые (рис. 3).

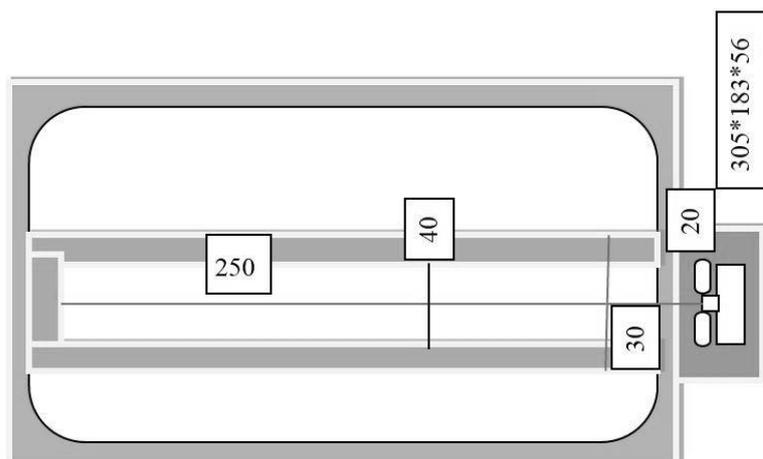


Рисунок 2. Схема установки в эксперименте.
Setting scheme of experiment.

Таблица 1.
Скоростные режимы в нашем эксперименте.
Speed modes in our experiment.

Расстояние от вентилятора (см)	Расстояние от точки старта (см)	Скорость ветра (режим 1)	Скорость ветра (режим 2)	Скорость ветра (режим 3)	Скорость ветра (режим 4)
30	0	1,2	2	3	4
50	20	1,4	2,3	3,3	3,9
70	40	1,4	2,6	3,2	4,1
90	60	1,4	2,4	3,1	3,5
110	80	1,3	2,4	3	3,2
130	100	1,1	2,1	2,8	3,2
150	120	0,5	2	2,4	3
170	140	0,3	1,4	2	2,6
190	160	0,1	1,4	2,3	2,5
210	180	0	1,4	2	2,8
230	200	0	0,7	1,7	2,1

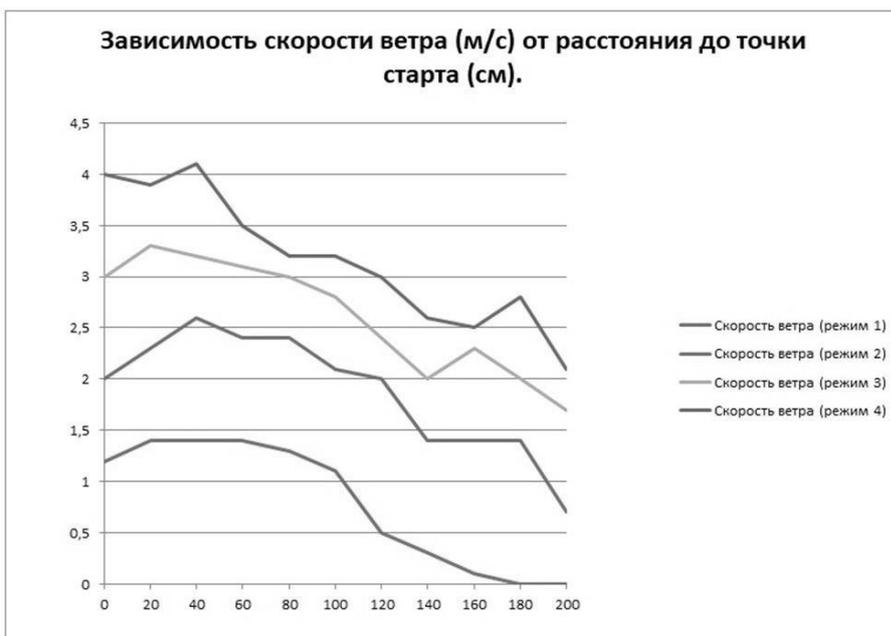


Рисунок 3.
Калибровочные кривые скорости ветра.
Calibration curves of wind speed.

Полноценно мы провели запуски с 11 особями *Pirata piraticus* (5 самцов, 6 самок – из них 2 с коконом). Каждого паука выпускали на дистанцию 20 раз: по 5 запусков на каждый из четырех скоростных режимов. С момента старта секундомером отмечали общее время прохода дистанции, а также время, которое пауки ходили под парусом. Параллельно отмечали расстояние, на котором паук входил в парус, а также факт поднятия и количество поднятых ног.

Помимо этого, после проведения количественных запусков особям, участвовавшим в эксперименте, была предложена добыча: двукрылые, поденки, гусеницы – мягкие некрупные насекомые, предварительно отловленные энтомологическим сачком, и были произведены запуски пауков с добычей в хелицерах на воду под воздушным потоком. В эксперименте с запуском в темноте участвовали 5 особей *Pirata piraticus*. Каждая особь выпускалась на дистанцию 3 раза; все запуски проводились на 2 скорости вентилятора.

Также с частью пауков были проведены запуски в темноте с целью выяснить, играет ли зрение важную роль при хождении под парусом. Добыча была предложена 6 особям *Pirata piraticus*, но не все из них реагировали на нее. Всего мы провели 8 запусков пауков с добычей.

Чтобы проверить способность пауков *Pirata piraticus* маневрировать во время хождения под парусом, мы использовали имитацию берега – изготовленный из пенопласта плот размерами 15x15 см, поверхность которого покрыта мхом. Плот был установлен на расстоянии 120 см и зафиксирован на месте с помощью грузика.

Результаты и обсуждение

Количественные эксперименты по запуску особей *Pirata piraticus*.

Нами были проведены запуски 11 особей *Pirata piraticus*. Всего нами было использовано 5 самцов, 6 самок – из них 2 с коконом. Каждого паука выпускали на дистанцию 20 раз: по 5 запусков на каждый из четырех скоростных режимов. Все особи (в том числе, самки с коконом и особи с неполным набором ног) в той или иной степени демонстрировали поведенческую реакцию хождения под парусом.

Мы учитывали время нахождения паука в бассейне и время, которое он проводит в парусе. График зависимости доли времени, проведенного под парусом (рис. 4).

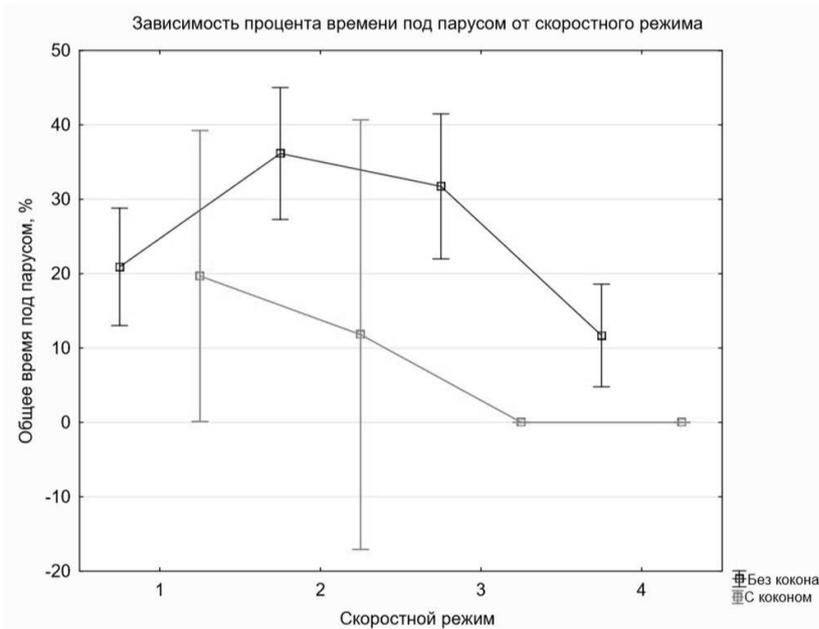


Рисунок 4.
Зависимость доли времени под парусом от скоростного режима.
The relationship between time (%) in “sailing” and speed modes.

На графике видно, что особи без кокона способны демонстрировать реакцию хождения под парусом при любом скоростном режиме, однако, на 2 и 3 скоростных режимах проводят под парусом большее время. Самки с коконами демонстрировали реакцию хождения под парусом только на 1 и 2 скоростных режимах. Предположительно, это может быть связано с большей вероятностью самки с коконом намокнуть при высоких скоростях ветра, поскольку наличие кокона увеличивает возможность контакта тела паука с водой.

Используя калибровочные кривые и данные по расстоянию до точки вхождения в парус мы определили, что все изученные пауки входят в парус при скоростях ветра от 0,5 до 3,5 м/с. Среднее значение скорости ветра при вхождении в парус 2,1 м/с. (рис. 5). Вероятно, более высокие скорости ветра могут быть опасны для пауков в реакции паруса, и просто на воде, прежде всего намоканием их тела, а также тем, что при нахождение паука на воде, его может неконтролируемо переместить куда-нибудь.

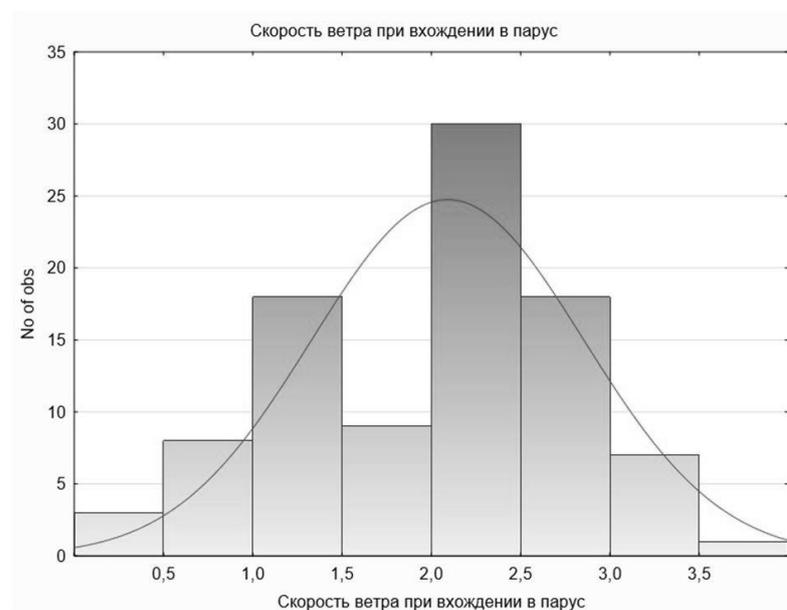


Рисунок 5.
Скорость ветра при вхождении в парус
Wind speed and tendency to adopt “sailing”

По нашим данным обнаружена взаимосвязь между длиной брюшка и частотой вхождения в парус (рис. 6).

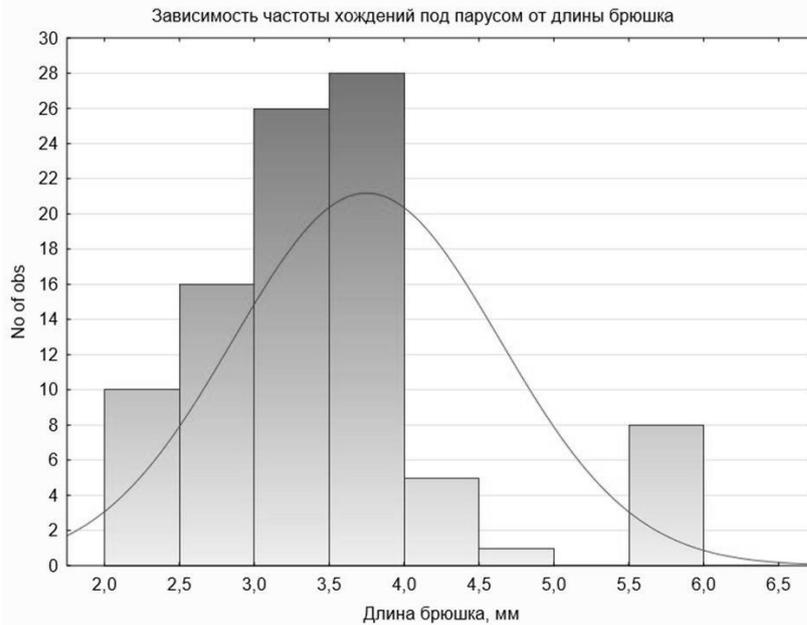


Рисунок 6.
Зависимость частоты вхождений под парусом от длины брюшка.
The relationship between frequency to adopt "sailing" and length of spiders abdomen.

На графике хорошо видно, что пауки с длиной брюшка более 4 мм входят в парус значительно реже. Скорее всего, это связано с тем, что крупное, тяжёлое брюшко будет перевешивать назад во время реакции паруса и паук не сможет поддерживать равновесие.

Нами была проведена количественная оценка способности пауков с неполным набором ног к вхождению в парус. Достоверных различий между изученными особями с полным и неполным наборами ног не обнаружено (рис.7). Это показывает, что для полноценного использования реакции паруса паукам *Pirata piraticus* достаточно пяти ног. По-видимому, наличие обеих ног какой-либо конкретной пары не является необходимым для вхождения в реакцию паруса. Эта поведенческая реакция кажется довольно пластичной и возможной к использованию особями с повреждениями.

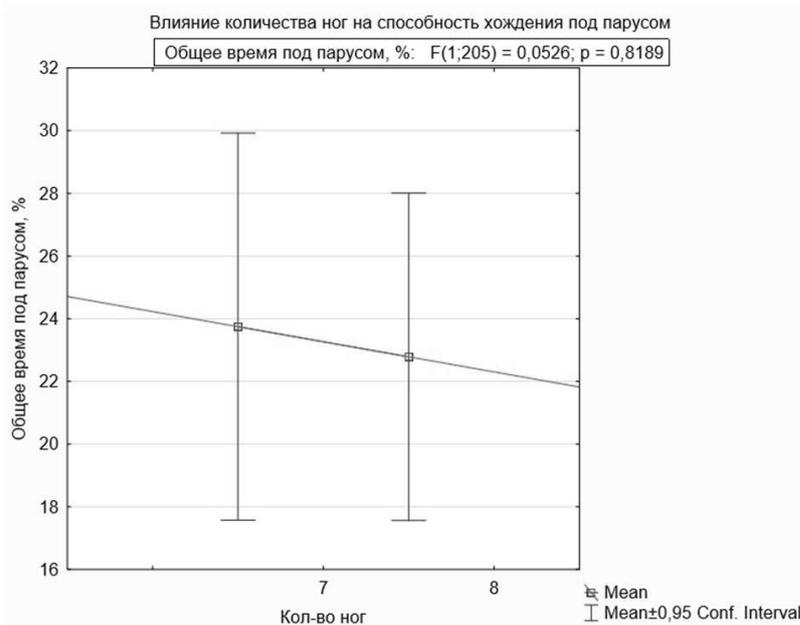


Рисунок 7.
Влияние количества ног на способность хождения под парусом.
Influence of the number of legs on the ability to adopt "sailing".

Нормальные распределения доли времени, проведенного под парусом представлены на рисунке 8.

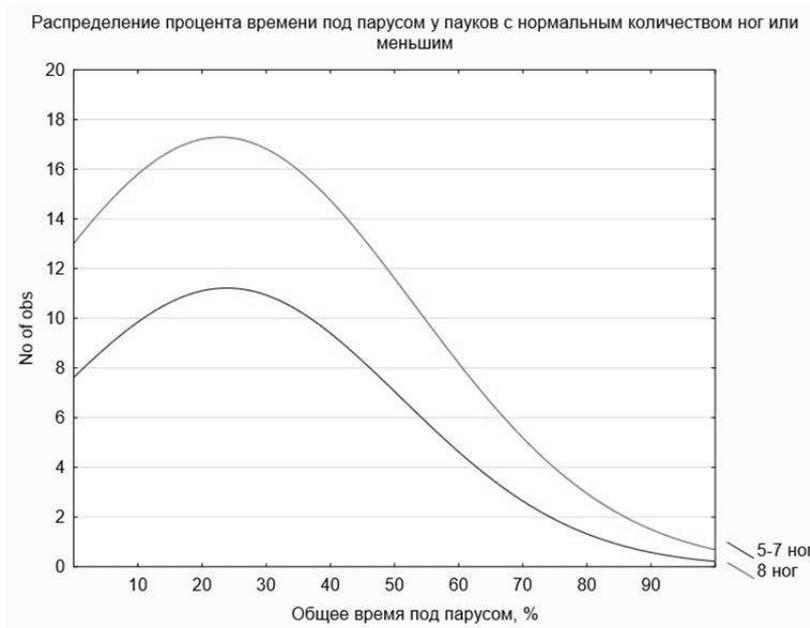


Рисунок 8.
 Распределение доли времени под парусом у пауков с нормальным количеством ног или меньшим.
 The distribution of the percentage of time to adopt “sailing” for spiders with normal number of legs or less.

Можно видеть, что существенных различий изученные особи не демонстрируют. На рисунке 9 показана зависимость числа вхождений в парус от скоростного режима.

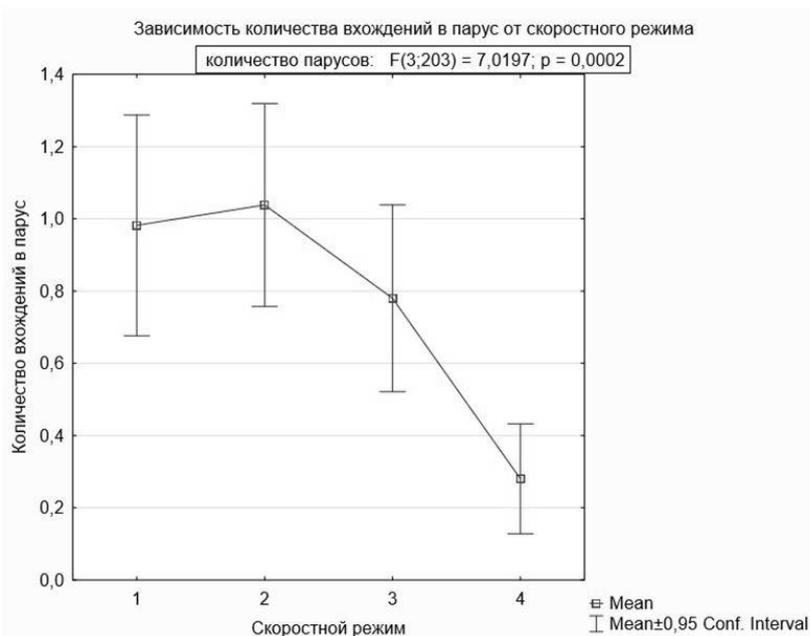


Рисунок 9.
 Зависимость количества вхождений в парус от скоростного режима.
 The relationship between quantity to adopt “sailing” and speed modes.

Из графика заметно, что при четвёртом скоростном режиме, пауки входят в парус значительно реже, чем при других режимах. Как уже было сказано, высокие скорости воздуха при четвёртом скоростном режиме скорее всего представляют опасность для паука в естественной среде обитания и избегаются.

У изученных особей обнаружена корреляция между длиной головогруды и числом вхождений в парус (рис. 10).

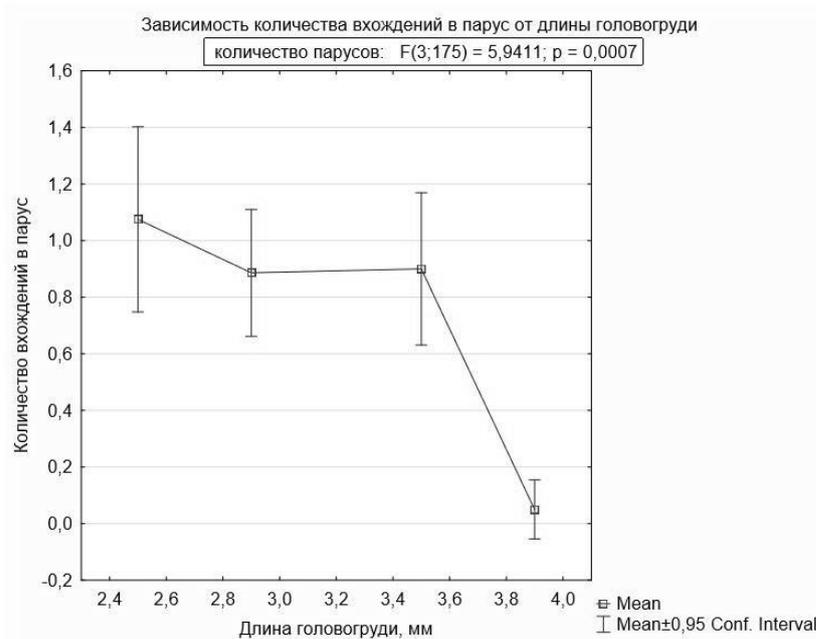


Рисунок 10.
 Зависимость количества вхождений в парус от длины головогруды.
 The relationship between quantity to adopt “sailing” and length of spiders cephalothorax.

Изученные особи с более крупной головогрудью менее охотно используют реакцию паруса. Довольно сложно найти объяснение этой зависимости. Возможно, один из пауков с крупной головогрудью просто в силу индивидуальной изменчивости меньше использует эту реакцию.

Также мы рассмотрели индивидуальную изменчивость поведенческой реакции хождения под парусом (рис. 11 и 12).

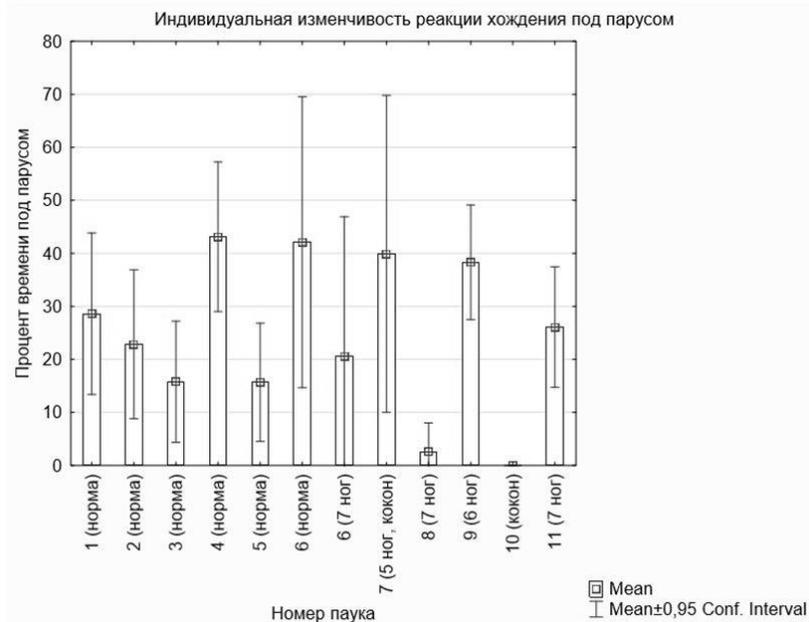


Рисунок 11.
 Индивидуальная изменчивость реакции хождения под парусом.
 Individual variability of reaction to adopt «sailing».

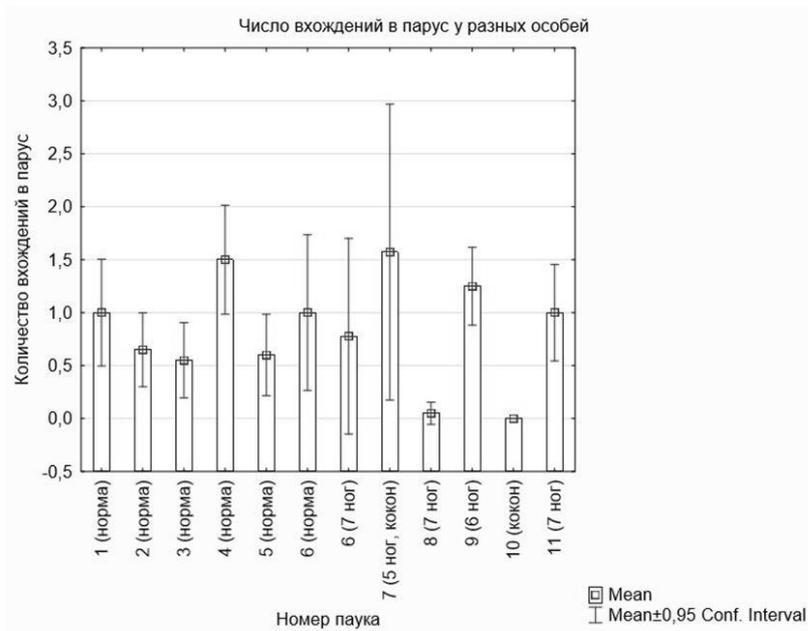


Рисунок 12.
Число вхождений в парус у разных особей.
Number of adopt «sailing» at different individuals.

Индивидуальная изменчивость изученных особей зачастую превышает различия в реакции хождения под парусом, обусловленные наличием кокона, либо отсутствием некоторых конечностей. Вообще, параметры реакции у разных особей существенно отличаются, что может говорить о не первостепенной, побочной роли этой реакции в жизни паука *Pirata piraticus*, поскольку наиболее важные элементы поведения обычно сходны у всех здоровых особей популяции.

Кроме того, мы фиксировали поднятие пауком конечностей в парус. Изученные особи не использовали в парусе четвертую пару ног, первую пару очень редко, а наиболее часто используется третья пара ног. При использовании этой реакции, очевидно, опорными ногами являются первая и четвертая пары. Частота использований различных ног в парусе представлена на диаграмме (рис. 13). По данным наших более ранних исследований (2015), известно, что пауки *Pirata piraticus* всё-таки могут поднимать в парусе четвертую пару ног, но ещё реже, чем первую. В нашей работе для этого, скорее всего, не хватило выборки.

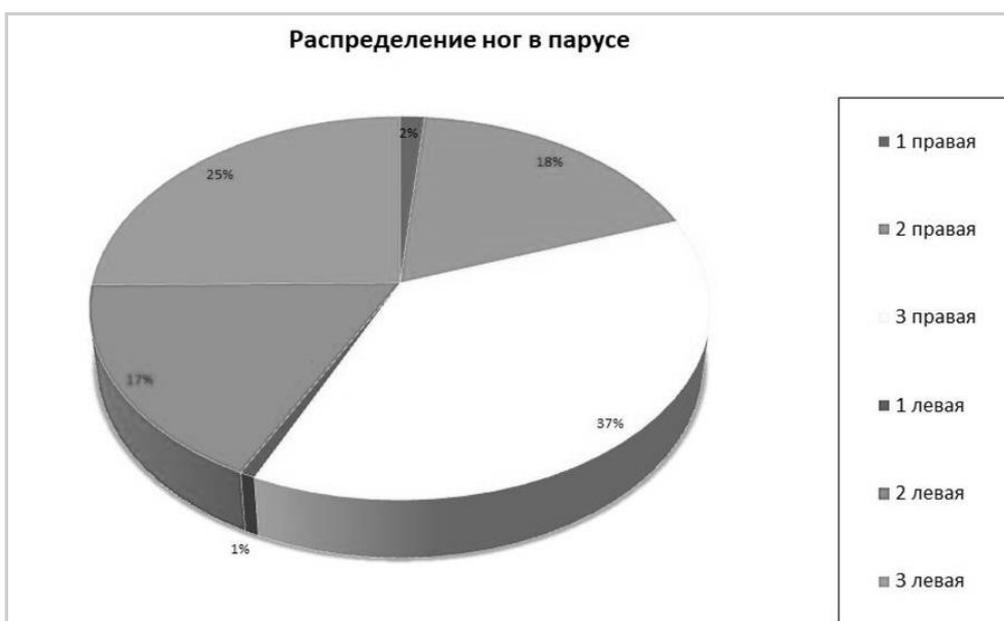


Рисунок 13.
Распределение ног в парусе.
Distribution of legs in the reaction «sailing».

Эксперимент по запуску самки паука с детенышами

Во время сбора материала мы отловили самку паука *Pirata piraticus* с детенышами. У пауков данного семейства детеныши после вылупления из кокона еще некоторое время находятся на теле самки. Мы решили проверить, способна ли она в таком состоянии ходить под парусом. Чтобы это выяснить, мы провели 5 запусков на первом скоростном режиме. В одном из этих экспериментов реакция паруса наблюдалась два раза без поднятия ног. В контрольных запусках (без детенышей) данная особь демонстрировала хождение под парусом чаще, а также демонстрировала поднятие ног.

Эксперимент по запуску детеныша *Pirata piraticus*

Нами впервые был проведен запуск ювенильной особи, возраст которой составлял примерно 1 неделю (вскоре после вылупления из кокона, особь была снята с матери), с целью выяснить, способны ли пауки *Pirata piraticus* ходить под парусом с момента вылупления из кокона. Нам удалось отметить, что паук входил в парус и поднимал ноги в этой реакции, однако мы не смогли зафиксировать точное время и расстояние на дорожке и какие именно ноги поднимались, так как размер данной особи слишком мал – 1,5 мм. Из результатов данного эксперимента можно сделать вывод, что пауки данного вида с рождения способны ходить под парусом.

Эксперимент по запуску паука с добычей

Мы провели 8 запусков пауков *Pirata piraticus*, удерживающих в хелицерах добычу, с целью выяснить, способны ли они вместе с ней ходить под парусом. Только в 4 экспериментах из 8 пауки при контакте с водой не выпустили добычу, и лишь один раз паук вошел в парус. В последнем случае добычей являлась голова мухи размером не более 2 мм, из чего можно предположить, что *Pirata piraticus* могут ходить под парусом только с мелкой добычей. Это подтверждается нашими данными за 2016 год. Вероятно, пауки данного вида либо просто физически не могут войти в парус с крупной добычей, либо не рискуют делать это из-за возможности легко уронить свою добычу на воде.

Эксперимент на проверку способности пауков *Pirata piraticus* маневрировать во время хождения под парусом

Мы провели 8 запусков: 4 запуска без вентилятора и 4 запуска с вентилятором. Во время запусков без вентилятора, нами было отмечено, что самки охотнее забирались на плот, тогда как самцы, в основном, не проявляли интереса к конструкции.

В экспериментах с использованием вентилятора особи, проявлявшие интерес к плоту в контрольных экспериментах, в большинстве случаев не реагировали на плот (предпочитали выбираться на бортик). Ни в одном из экспериментов не было зафиксировано попытки изменить направления движения во время хождения в парусе. Для изменения направления движения пауки выходят из паруса и переходят на ходьбу. Можно предположить, что пауки *Pirata piraticus* не способны менять направление движения во время хождения под парусом.

Эксперимент на проверку способности пауков *Pirata piraticus* ходить под парусом в темноте

Чтобы проверить способность пауков ходить под парусом в темноте, мы провели серию запусков ночью. В эксперименте использовались 5 особей, по 3 запуска на каждую. Ни в один из запусков ни один паук не вошел в состояние паруса, чаще всего они замирали и принимали защитную сгруппированную позу. Следует отметить, что при

включении света пауки начинали двигаться и ходить под парусом. Можно предположить, что пауки вида *Pirata piraticus* не ходят под парусом в темноте и, в целом, предпочитают не находиться на поверхности воды ночью. Судя по всему, большое значение для запуска реакции паруса имеет зрение. Можно предположить, что в темноте данный вид предпочитает находиться на суше.

Также нами было замечено, что некоторые пауки в темноте оставляли за собой паутинку. Связано ли это с тем, что они стараются в ночное время закрепиться за субстрат или же просто с тем, что в ночное время на съёмке нить на поверхности воды, лучше видна, чем днём, неясно. Но, судя по всему, скорее второе. Этот вопрос требует дальнейших исследований.

Выводы

- Пауки *Pirata piraticus* могут входить в реакцию паруса при наличии по крайней мере пяти ног.
- Пауки *Pirata piraticus* входят в реакцию паруса при скоростях ветра от 0,5 до 3,5 м/с
- Наиболее оптимальной для использования реакции паруса у *Pirata piraticus* являются 2 и 3 скоростной режимы.
- Самки с детёнышами на теле способны входить в реакцию паруса.
- Уже вскоре после выхода из кокона *Pirata piraticus* способны ходить под парусом и поднимать конечности во время этой реакции.
- Исследованный вид пауков способен ходить под парусом, держа в хелицерах мелкую добычу.
- В наших экспериментах пауки *Pirata piraticus* не продемонстрировали способность менять направление движения во время хождения под парусом.
- Пауки *Pirata piraticus* не демонстрировали реакцию паруса в темноте.

Литература

- Сейфулина Р.Р., Карцев В.М. 2011. Пауки средней полосы России: Атлас-определитель. М.ЗАО Фитон+. 608 с.
- Deshefy, G.S. 1981. 'Sailing' behaviour in the fishing spider, *Dolomedes triton* (Walckenaer). *Animal Behaviour*, 29:965–966.
- Hayashi M, Bakkali M, Hyde A, Goodacre SL. 2015. Sail or sink: novel behavioural adaptations on water in aerially dispersing species. *BMC Evolutionary Biology*. 15:118.
- Roberts M. J. 1995. *Spiders of Britain and Northern Europe*, D&N Publishing, Berkshire. 342 p.
- Suter, R. B. 1999. Cheap transport for fishing spiders (Araneae, Pisauridae): the physics of sailing on the water surface *The Journal of Arachnology* 27:489–496