ГБОУ "Московская школа на Юго-Западе №1543"

Зависимость относительной длины выростов от длины тела у *Daphnia cucullata и Daphnia cristata*

Научно-исследовательская работа по гидробиологии

Иван Матросов

Сафия Фехретдинова

Научный руководитель

П.А. Волкова

Москва

2021

Оглавление

Введение 3
Цель 4
Задачи 4
Материалы и методы 4
Результаты 5
Обсуждение 6
Выводы 7
Благодарности 7
Список литературы 7

Введение

Объектами наших исследований стали 2 вида, принадлежащих к роду *Daphnia* (O. F. Mueller 1785): *D. cristata* (G. O. Sars, 1862) и *D. cucullata* (G. O. Sars, 1862). Род *Daphnia* относится к надотряду Cladocera. Представители рода *Daphnia* имеют прозрачную раковину из двух створок (карапакс) из хитина, которая покрывает тело, но не голову. Рядом с передним выростом головы (рострумом) находятся пара антеннул и пара антенн, использующаяся как аппарат для гребли, расходится на две ветви, покрытые щетинками. У *Daphn*ia имеется непарный фасеточный глаз (из многих простых глазков) и науплиальный глазок (Юденкова, 2021, Круглова, 2014). Эти животные обитают в континентальных водоемах различных размеров и солености, как в толще воды, так и на дне и являются важной составляющей планктона (Dumont, 2002). *D. cristata, D. cucullata* являются одними из самых маленьких дафнид, почти бесцветны и прозрачны (Walseng, 2016).

Оба вида подвержены цикломорфозу. Это значит, что поколения из разных сезонов года отличаются по морфологическим признакам. На цикломорфоз влияют различные внешние факторы, такие как температура, плотность воды, наличие хищников, освещенность и колличество и качество пищи (Питулько, Корзун, 2010, Lagergren et al., 2007). Осенью и весной шлем отсутствует. Летом он хорошо виден и удлинен в виде тонкого, прозрачного расширения (Brooks, 1964). У *D. cristata* можно увидеть, что шлем загнут назад, а у *D. cucullata* он конусообразный и вытянутый. Также присутствует еще один вырост панциря – хвостовая игла, которая лишь удлиняется в теплое время года. Оба выроста играют важную роль в защите.

Известно, что эти выросты не позволяют мелким хищникам (беспозвоночным) проглатывать этих животных, так как увеличивают размер *Daphnia*. Но за счет их прозрачности, видимый размер остается прежним, что не дает крупным хищникам (рыбам), полагающимся на зрение их заметить (Гиляров, 1990). Относительная длина шлема и иглы увеличивается под действием веществ (кайромонов), выделяемых беспозвоночными хищниками *Chaoborus flavicans, Leptodora kindtii и Cyclops sp.* (Laforsch, Tollrian, 2004). Но при этом возникает вопрос о существовании зависимости между относительной длиной выростов и длиной тела. У *D. cucullata* в Германии вне зависимости от сезона относительная длина хвостовой иглы отрицательно зависит от длины тела. При этом графики зависимости относительной длина шлема от длины тела имеют разный характер в каждый из трех сезонов (апрель-май, май-июнь, июнь-июль), поэтому относительная длина шлема не зависит от длины тела, а сильно зависит от изменений окружающей среды, особенно температуры (Lampert, Wolf, 1986). Про *D. cristata* подобных исследований найти не удалось.

В нашей работе мы хотим узнать о соотношении относительной длины выростов с размером тела у *D. cucullata* и *D. cristata,* европейской части России, а параллельно проверить гипотезу: «Чем меньше *Daphnia*, тем больше относительная длина выростов».

Цель: Узнать, есть ли зависимость между относительной длиной выростов *Daphnia cristata, Daphnia cucullata* и длиной тела.

Задачи:

Сделать необходимые промеры (шлема, иглы, тела).

Найти нужные величины (относительная длина выростов, длина тела).

Изучить связь относительной длины выростов и длины тела.

Материалы и методы

Методика сбора:

Мы собирали дафний двух видов: *Daphnia cristata* и *Daphnia cucullata*. Пробы были взяты в реке Шумаровка, Ярославской области, Некоузский район, окрестности поселка Борок 30 июня 2021 и 2-5 июля 2021. Чтобы взять пробы мы отплывали на 100м от берега, используя планктонную сетку (диаметр верхнего кольца 25см, нижнего 30см, 76 газ). Кидая планктонную сетку, мы плыли около 25 метров, собирая зоопланктон. Далее мы убирали пробы в холодильник.

Фотографирование материала:

Чтобы фотографировать дафний мы использовали микроскоп с увеличением 3,7 на камеру Webbers My scope 300 M. Всего была сфотографирована 301 дафния: 200 особей *D. cristata* и 101 *D. cucullata.*

Промеры:

Делали 3 промера (Рис 1) у каждой дафнии, используя программу ImageJ:
№1 – длина тела (от начала хвостовой иглы, до шлема, через глаз)
№2 – длина головного выроста (от начала рострума до конца шлема)
№3 – длина хвостовой иглы (от начала хвостовой иглы, до ее конца)

А также подсчитали относительную длину хвостовой иглы = промер №3/ промер№1 и относительную длину головного шлема = промер№2/ промер №1

Чтобы перевести полученные длины из пикселей в миллиметры, использовали сфотографированную под этим же увеличением сетку с длинной ребра 0,1мм. Длина ребра была равна 40 пикселей. Составили пропорцию:

$$\frac{40 \text{ пикселей}}{1 \text{ пиксель}} = \frac{0{,}1 \text{ мм}}{k \text{ мм}}$$

Получили коэффициент (0,0025), показывающий сколько миллиметров приходится на 1 пиксель, умножили его на все численные значения в таблице.

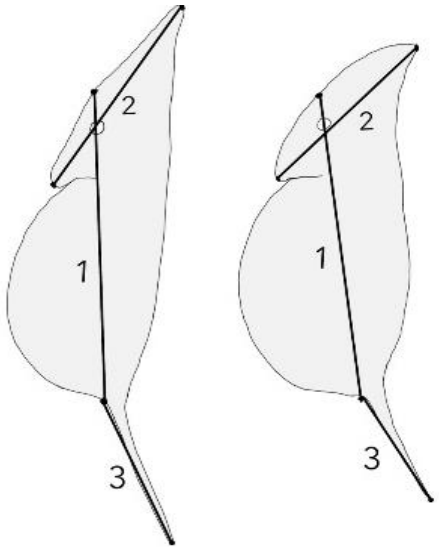

Рис 1. Схема промеров *Daphnia*

Построение графиков:

Сделанные нами в программе Excel таблицы конвертировали в файл типа .csv, а затем обработали в R (R Core Team, 2016), построив диаграммы рассеянности, проводили корреляционный тест Пирсона (Волкова, Шипунов, 2017).

Результаты

У *Daphnia cucullata* (рис. 2) связь между относительной длиной шлема и длиной тела отрицательная ($r = -0.48$; $p = 6.2\times10^{-7}$), и связь между относительной длиной хвостовой иглы и длиной тела тоже отрицательная ($r = -0.72$; $p = 2.2\times10^{-16}$).

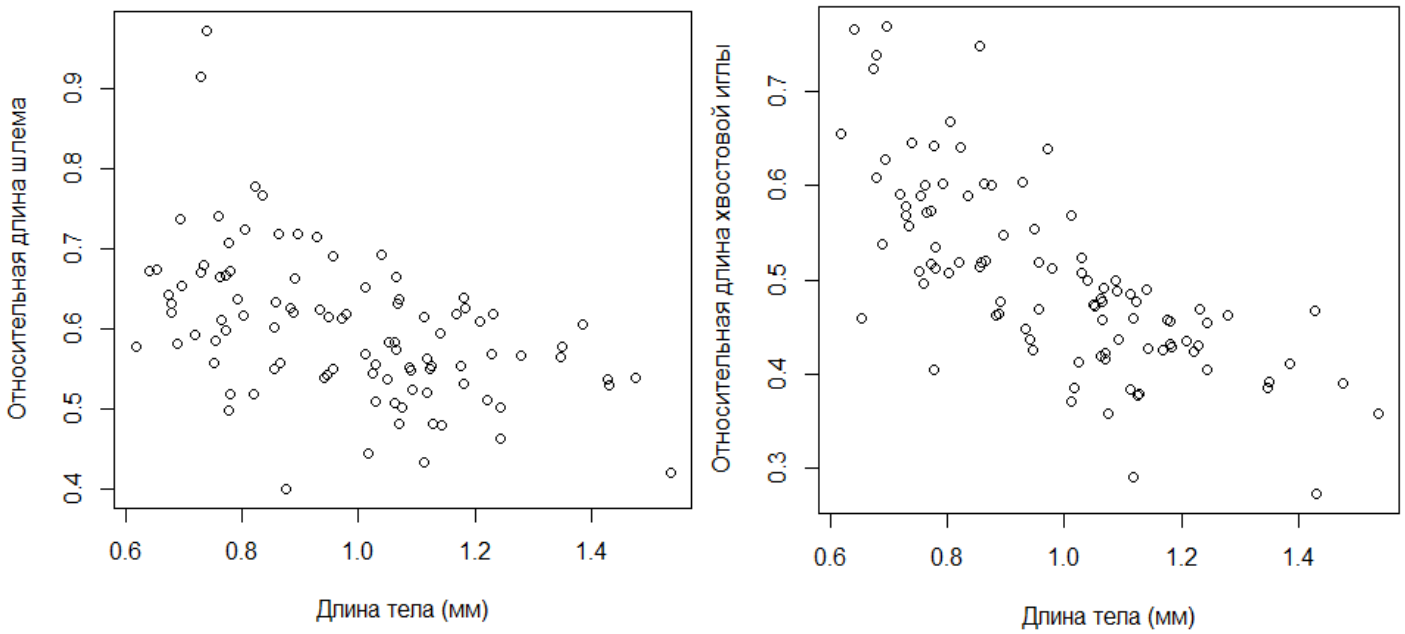

Рис 2. *Daphnia cucullata*, связь между относительной длиной выростов и длиной тела

Похожая ситуация и у *Daphnia cristata* (рис. 2), связь между относительной длиной шлема и длиной тела слабая отрицательная ($r = -0.38$; $p = 1.742\times10^{-8}$), связь между относительной длиной хвостовой иглы и длиной тела отрицательная ($r = -0.51$; $p = 1.377\times10^{-14}$).

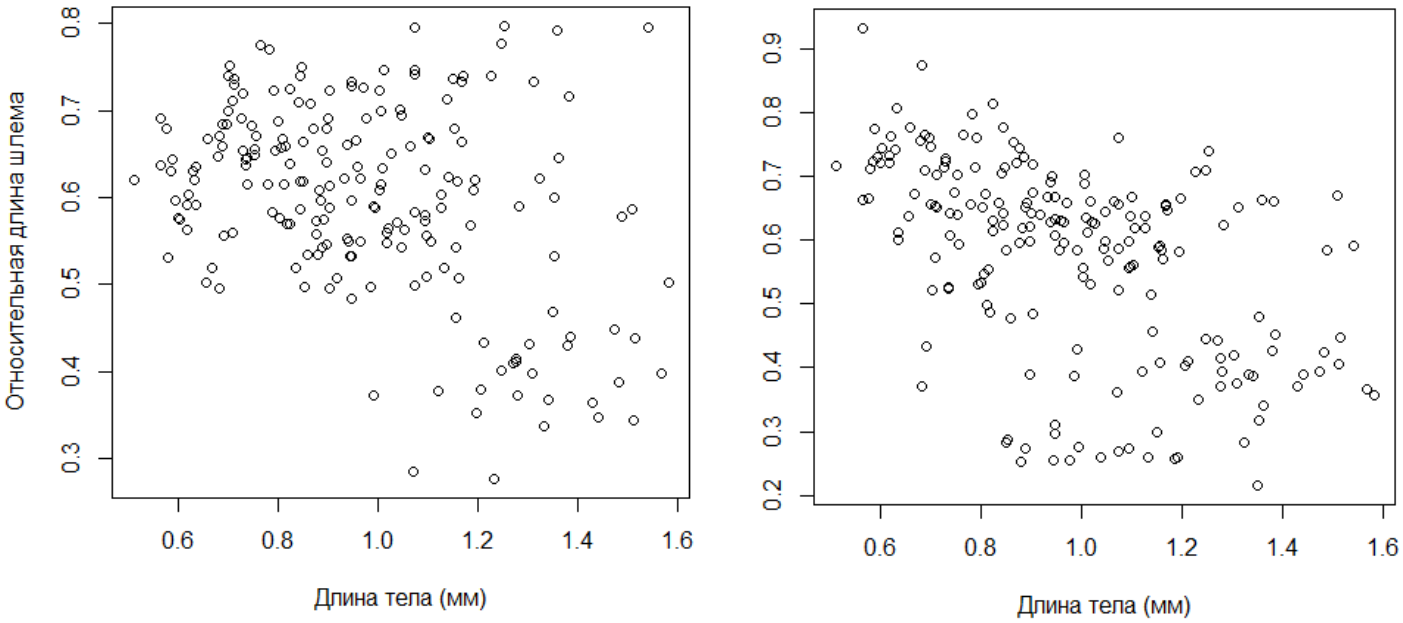

Рис 3. *Daphnia cristata*, связь между относительной длиной выростов и длиной тела

Обсуждение

В ходе нашей работы узнали, что между относительными длинами выростов (шлема и хвостовой иглы) и длиной тела зависимость есть. Относительная длина хвостовой иглы и относительная длина шлема у обоих видов отрицательно зависят от длины тела. Беспозвоночные, питающиеся дафниями, имеют стандартные диаметры ртов, поэтому мы предполагаем, что у маленьких дафний относительная длина выростов больше, потому что животные с мелкими телами стремятся к той же общей длине, что и с крупными.

У *D. cucullata* можно четко заметить, что наша гипотеза подтвердилась, и у самых маленьких дафний самая большая относительная длина как шлема, так и хвостового выроста. А у *D. cristata* гипотеза верна только для относительной длины хвостовой иглы. Так как корреляция слабая, то идеальной зависимости нет, самые большие значения относительных длин шлема принадлежат самым длинным особям. Исходя из того, что шлем защитный механизм, маленькие дафнии с маленькими шлемами погибают. А почему большие особи продолжают растить шлем не понятно.

Но полученные графики могут иметь такой характер только для нашего момента сбора. Как это было показано в работе по *D. cucullata* Германи, характер графиков для относительной длины шлема зависел от сезона сбора (Lampert, Wolf, 1986). Чтобы понять наверняка о наличии или отсутствии зависимости, нужно провести измерения в нескольких месяцах и сравнить полученные графики.

Но мы можем сравнить сделанные нами графики за период с конца июня до начала июля с графиками (Lampert, Wolf, 1986) за примерно аналогичный период (середина июня – конец июля). У авторов за этот сезон зависимость также отрицательная.

Выводы

1) Относительная длина шлема и относительная длина хвостовой иглы *D. cucullata* в середине лета отрицательно зависит от длины тела.
Относительная длина шлема и относительная длина хвостовой иглы *D. cristata* в середине лета отрицательно зависит от длины тела.

2) Гипотеза «Чем меньше *Daphnia*, тем больше относительная длина выростов» подтвердилась для относительных длин хвостовых игл *D. cucullata, D. cristata,* для относительной длины шлема *D. cucullata*.

Благодарности

Мы выражаем благодарность П. А. Волковой за научное руководство, помощь в обработке данных и анализе полученных результатов, Н.С. Глаголевой за помощь со сбором материала и составлением методики, С.М. Глаголеву за организацию практики, а также за помощь в поиске литературы, В.А. Нецветаеву за предоставленную рецензию.

Список литературы

1) Волкова П. А., Шипунов А. Б. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах //М.: Экопресс, 2008.
2) Гиляров А. М. Популяционная экология: Учебное пособие, МГУ, 1990.
3) Круглова О. Ю. Класс Crustacea-ракообразные. Часть 1 Нисшие ракообразные, 2014.
4) Питулько С. И., Корзун В. М. Цикломорфоз у ветвистоусых ракообразных //Байкальский зоологический журнал, 2010, №. 2, 10-19 сс.
5) Юденкова Н. М. Гидробиология: практикум., 2021.
6) Brooks J. L. Predation and relative helmet size in cyclomorphic Daphnia //Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1965, v. 53, №. 1, pp. 119.
7) Dumont H. J. Introduction to the class Branchiopoda //Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, 2002.
8) Lagergren R., Svensson J. E., Stenson J. A. E. Models of ontogenetic allometry in cladoceran morphology studies //Hydrobiologia, 2007, v. 594, №. 1, pp. 109-116.

9) Laforsch C., Tollrian R. Inducible defenses in multipredator environments: cyclomorphosis in *Daphnia cucullata* //Ecology, 2004, v. 85, №. 8, pp. 2302-2311.
10) Lampert W., Wolf H. G. Cyclomorphosis in Daphnia cucullata: morphometric and population genetic analyses //Journal of plankton research, 1986, v. 8, №. 2, pp. 289-303.

9) Walseng B. Daphnia *cristata Sars*, 2016, [Электронный ресурс.] URL: https://www.artsdatabanken.no/Pages/214452/?Key=1466165065#221226

10) Walseng B. Daphnia *cocullata Sars*, 2016, [Электронный ресурс.] URL: https://www.artsdatabanken.no/Pages/214453/?Key=1466165065

11) Core Team R. et al. R: A language and environment for statistical computing //R Foundation for statistical computing, Vienna, 2013. URL: https://www.r-project.org/