



## Изучение некоторых факторов, влияющих на закапывание в грунт двустворчатого моллюска *Donax trunculus* (L.)

Авторы: **Балашова Александра (9 класс), Врублевская Александра (11 класс)**  
Лаборатория экологии животных и биомониторинга «ЭФА»  
Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных  
Научные руководители:  
**Басова Лариса Андреевна, Басс Михаил Григорьевич**

Данная работа выполнена на основе материала, собранного в совместных экспедициях ЭБЦ «Крестовский остров» Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных (Лаборатория экологии животных и биомониторинга «Эфа» и Лаборатория экологии морского бентоса). Исследование проводилось в 2006–2007 годах на побережье Черного моря, недалеко от поселка Новомихайловский, Туапсинский р-н Краснодарского края. В 2006 году экспедиция проходила с 27 августа по 7 сентября, а в 2007 — с 29 августа по 6 сентября.

Для двустворчатых моллюсков обитающих в верхнем слое грунта, таких как *Donax trunculus*, умение быстро закапываться служит главным, чуть ли не единственным способом защиты как от выбрасывания на берег в случае шторма, так и от хищников. Поэтому исследование особенностей этого процесса, в частности влияния абиотических факторов и хищника, весьма актуально.

*Цель исследования* — изучение некоторых факторов влияющих на закапывание в грунт двустворчатого моллюска *Donax trunculus* (L.).

*Задачи по экспериментам 2006 года:*

1. Установить, влияет ли на закапывание моллюска степень освещенности (солнце, сплошная или рассеянная тени).
2. Выяснить, является ли перемена стороны тела фактором, влияющим на быстроту закапывания и на промежуток между закапываниями.

*Задачи по экспериментам 2007 года:*

3. Установить влияние присутствия рапана в экспериментальной емкости на закапывание моллюска *Donax trunculus*.
4. Изучить влияния на закапывания моллюсков воды с секретом рапаны в экспериментальной емкости.

На полях  
комментарии  
рецензента:  
**А. В. Крылова,**  
д.б.н., зав.  
лабораторией  
экологии водных  
беспозвоночных  
Института  
биологии  
внутренних вод  
им. И. Д. Папанина РАН

## Материал и методика

Двустворчатых моллюсков, принадлежащих к виду *Donax trunculus*, собирали на песчаном грунте черноморского побережья на глубине примерно 0,5–1 м. Всего в 2006 году было собрано 40 особей, в 2007 – 60 особей. Затем, не менее одного дня, моллюски адаптировались к условиям содержания. Моллюсков помещали в экспериментальные емкости с водой и грунтом с места обитания и ежедневно меняли им морскую воду и песок на свежие. Затем, в течение шести дней в 2006 году и четырех дней в 2007 измерялась скорость закапывания их в грунт. Каждый день проводилось по одной – две серии измерений.

Моллюсков клали в солёную воду на грунт в экспериментальную посуду и засекали время от начала закапывания (когда моллюск зарывал ногу в грунт и вставал передним краем створки перпендикулярно дну) до конца (когда моллюск полностью скрывался под поверхностью грунта). Когда моллюск зарывался полностью или не двигался в течение 10 секунд, его вытаскивали из песка и проводили следующее измерение. Если моллюск зарывался не полностью, попытка не учитывалась.

В 2006 году в момент эксперимента учитывалось место работы – на солнце, рассеянная тень (от облаков) или сплошная тень. Температура воды поддерживалась постоянной (21 °С). Учитывали, на какой створке моллюск лежал при начале закапывания (левая или правая), в некоторых экспериментах после извлечения из грунта моллюск клался на другую створку.

**Таблица 1. Схема экспериментов в 2006 году**

№ эксперимента	Дата	Условия	№ моллюсков
1	29.08.2006	контроль в тени при 21 °С, без учета створки	1–20
2	30.08.2006	в тени, чередовали створки раковины	1–20
3	30.08.2006	на солнце, без учета створки	1–20
4	02.09.2006	в тени, чередовали створки раковины	21–40
5	02.09.2006	в тени, 21–30 п; 31–40 л;	21–40
6	03.09.2006	на солнце, 31–40 п; 21–30 л;	21–40
7	04.09.2006	чередование рассеянной тени и солнца, без учета створки	21–40

*Представленная авторами работа, несомненно, представляет интерес, так как преследует цель – изучить воздействие факторов (степени освещенности, сторона тела, присутствие хищника) на закапывание в грунт двустворчатого моллюска *Donax trunculus* (L.). Описываемые результаты базируются на богатом фактическом материале, собранном в течение двух сезонов; для первичных сборов и анализа полученных данных, выбраны адекватные методы. Однако, к сожалению, рецензент вынужден констатировать ряд весьма существенных недочетов, которые авторы допустили в тексте, а также в интерпретации*



данных [в публикуемом тексте конкретизированные замечания рецензента по корректировке формулировок внесены – ред.].

8	04.09.2006	чередование рассеянной тени и солнца, без учета створки	21–40
9	05.09.2006	чередование рассеянной тени и солнца, без учета створки	21–40

В 2007 году эксперименты проводили в сплошной тени. Каждый раз моллюски клались на одну и ту же створку. В каждом эксперименте участвовали 20 моллюсков, 10 из которых являлись экспериментальной группой, а остальные 10 контрольной группой. Условия для экспериментальной группы отличались от контрольной группы присутствием хищного моллюска *Rapana thomasiana* или его секрета. У всех моллюсков определялись линейные размеры (штангенциркулем с точностью до 0,05 мм). После окончания измерений у моллюсков вскрывались раковины, на каждой раковине дублировался ее порядковый номер, отмечали окраску гонад. По данным Тирадо и Салас [5] гонады у половозрелых самок *D. trunculus* имеют синюю окраску, гонады неполовозрелых самок и самцов не окрашены.

**Таблица 2. Схема экспериментов в 2007 году**

№ эксперимента	Дата	Условия в контрольной емкости	Условия в экспериментальной емкости	№ моллюсков для контроля	№ моллюсков для эксперимента
1	30.08.07	морская вода	добавление жидкости, в которой сутки содержались рапаны (секрет рапаны)	11–20	1–10
2	31.08.07	морская вода	присутствие рапаны и секрета рапаны	21–30	31–40
3	02.09.07	секрет рапаны	присутствие рапаны и секрета рапаны	11–15, 26–30	16, 17, 21–25, 41, 42, 43
4	03.09.07	морская вода	присутствие рапаны, помещенные в емкость в момент начала эксперимента	61–70	51–60

Все полученные данные были обработаны в статистической программе Stat Soft Statistica 6.0. Мы анализировали влияние некоторых факторов на промежуток между закапываниями и время, затраченное на закапывание, при помощи дисперсионного анализа.

## Результаты и обсуждение

По данным работ, проводившихся ранее, было показано, что время, которое моллюск затратил на закапывание, прямо пропорционально его длине [2], поэтому в данной работе мы использовали отношение времени и длины названное «нормированным временем». При корректировке данных нами были убраны моллюски с промежутком между закапываниями меньше одной секунды и большее 3500 секунд или с нормированным временем меньше трех секунд и больше 300 секунд.

В 2006 году проводили эксперименты на открытом пространстве, чтобы проверить есть ли различие между сплошной тенью, которую создаем мы искусственно, и рассеянной тенью, которая образовывается с помощью облаков. Сравнивали данные четвертого эксперимента в тени с попеременной сменой тела с данными 7–9 экспериментов, проведенных при чередовании рассеянной тени с солнцем без учёта стороны тела. По нормированному времени различие достоверно ( $p < 0,000001$ ), на солнце моллюски закапываются значительно быстрее, чем в сплошной и рассеянной тени (рис. 1). По промежутку между закапываниями различие выражено несколько слабее ( $p = 0,000230$ ).

В 2006 году сравнивали данные первого эксперимента (в тени; сторона тела не учитывалась) с данными второго эксперимента (в тени; попеременная смена стороны тела). По нормированному времени было выявлено статистически достоверное различие между контрольной и экспериментальной группой моллюсков. Моллюски, сторона тела у которых чередовалась, закапываются

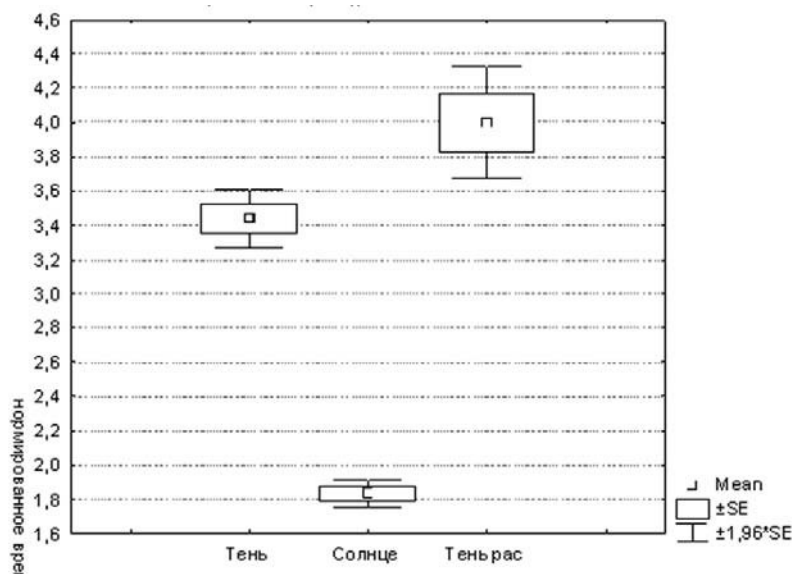


Рис. 1. Сравнение нормированного времени эксперимента в рассеянной тени, солнце с экспериментом проводившимся в тени

*Следует обратить внимание на изобиблие в тексте информации, дублирующей данные, отраженные в табл. 1 и 2. Стоит обратить пристальное внимание на подписи к рисункам. Примерно следующим образом они более читабельны, хотя можно совершенствовать еще далее: Рис. 1. Нормированное время закапывания моллюсков в рассеянной тени, на солнце и в тени  
 Рис. 2. Нормированное время закапывания моллюсков в тени без учёта стороны тела и с попеременной сменой стороны тела  
 Рис. 3. Нормированное время закапывания моллюсков, лежащих в тени на правой и левой стороне тела  
 Рис. 4. Нормированное время закапывания моллюсков в тени с чередованием сторон тела и нормированное*



время закапывания моллюсков, лежащих на правой и левой стороне тела

Рис. 5. Нормированное время закапывания моллюсков, лежащих на солнце на правой и левой стороне тела

Рис. 6. Промежутки между закапываниями моллюсков. Контроль – моллюски в чистой морской воде; эксперимент – моллюски в воде с рапаной, выдержанной в течение 12 часов

Рис. 7. Промежутки между закапываниями моллюсков. Контроль – моллюски в воде из-под рапан, выдержанных в течение 12 часов; эксперимент – моллюски в воде с присутствием рапан и их секрета.

Однако все стилистические замечания не имеют никакого значения по сравнению с замечаниями, касающимися описания полученных

быстрее, чем контрольные моллюски ( $p = 0,004286$ ) (рис. 2). По промежутку между закапываниями достоверного различия, между контрольной и экспериментальной группой не обнаружено ( $p = 0,897943$ ).

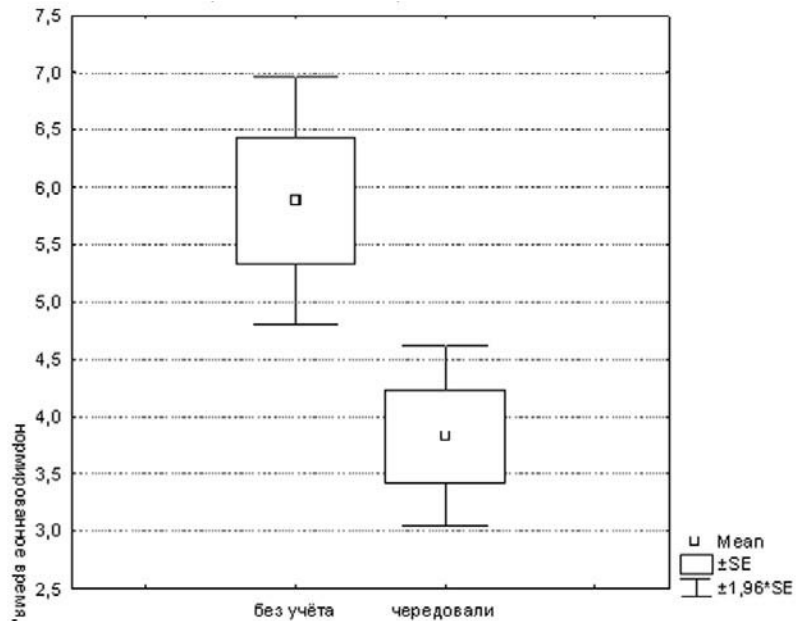


Рис. 2. Сравнение нормированного времени эксперимента в тени, без учета стороны тела с экспериментом в тени, с попеременной сменой стороны тела

Сравнивая внутри одного эксперимента контрольную и экспериментальную группу, мы получили следующие результаты. В пятом эксперименте сравнивая моллюсков, лежащих на правой и левой стороне тела, было статистически доказано, что моллюски лежащие на правой стороне закапываются быстрее чем те, которые лежат на левой стороне ( $p = 0,000192$ ) (рис. 3). Различие промежутков между закапываниями у моллюсков, лежавших на правой и левой стороне, статистически не достоверно ( $p = 0,771327$ ). При совместном анализе данных четвертого (в тени, чередование стороны тела) и пятого экспериментов (в тени на правой и левой стороне тела) было получено, что имеется предпочитаемая сторона – левая. При попеременной смене сторон тела, после каждого закапывания, нормированное время увеличилось, что статистически достоверно ( $p < 0,00001$ ) (рис. 4). Различие промежутков между закапываниями у моллюсков в четвертом и пятом экспериментах не достоверно ( $p = 0,721042$ ). В шестом эксперименте (на солнце на правой и левой стороне тела) различие по нормированному времени между моллюсками, лежащими на правой и левой

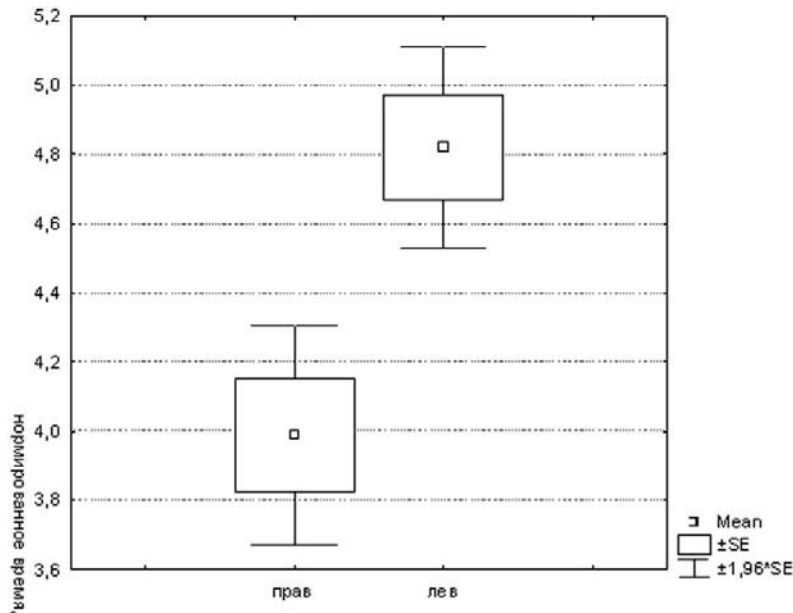


Рис. 3. Сравнение по нормированного времени между моллюсками лежащими на правой и левой стороне тела

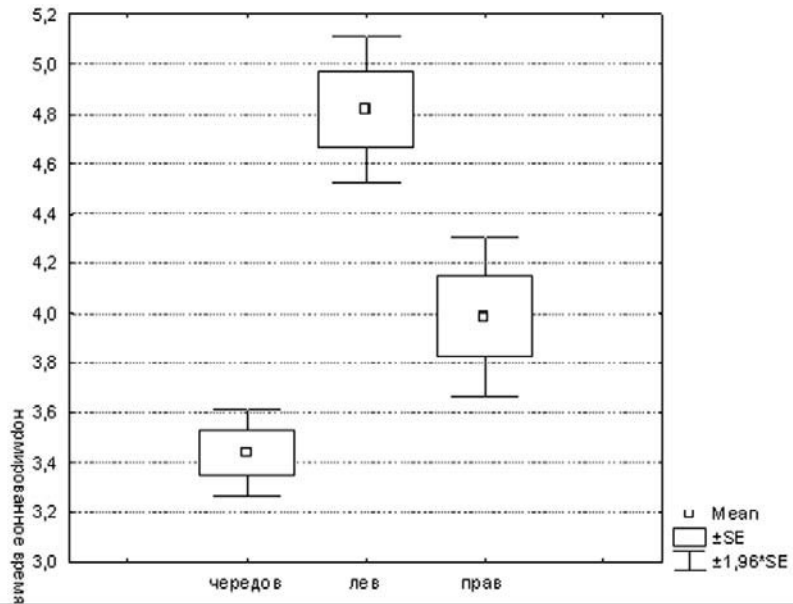


Рис. 4. Сравнение эксперимента в тени, с чередованием сторон тела с экспериментом где моллюски лежащие одни на правой стороне тел, другие на левой

результатов и выводов работы. А они, к великому сожалению, сделаны явно с большими погрешностями. Возьмем для примера второй вывод: «2. У моллюска *Donax trunculus* при закапывании имеется предпочитаемая сторона (левая), при попеременной смене сторон тела после каждого закапывания нормированное время увеличилось». Как следует из представленных данных в тексте и рисунках, левая сторона тела у моллюсков предпочитаемая лишь на солнце, а вот в тени – правая. Безусловно, следовало этот факт отразить в выводе, а в обсуждении высказать предположения о возможных причинах данного явления. Авторы пишут: «При совместном



анализе данных 4 эксперимента (в тени, чередование стороны тела) и 5 эксперимента (в тени, 21–30 на правой стороне тела; 31–40 на левой стороне тела;) было получено, что имеется предпочитаемая сторона (левая), но при попеременной смене сторон тела, после каждого закапывания, нормированное время увеличилось, что статистически достоверно ( $p < 0,00001$ ) (рис. 4)». Но анализируя рисунок легко убедиться, что при чередовании сторон тела нормированное время сокращается, а предпочитаемая сторона, напротив, правая. Из некоторых мест текста статьи следует, что рапана должна оказывать влияние на моллюска: «Это говорит о том, что необходимо некоторое время совместного

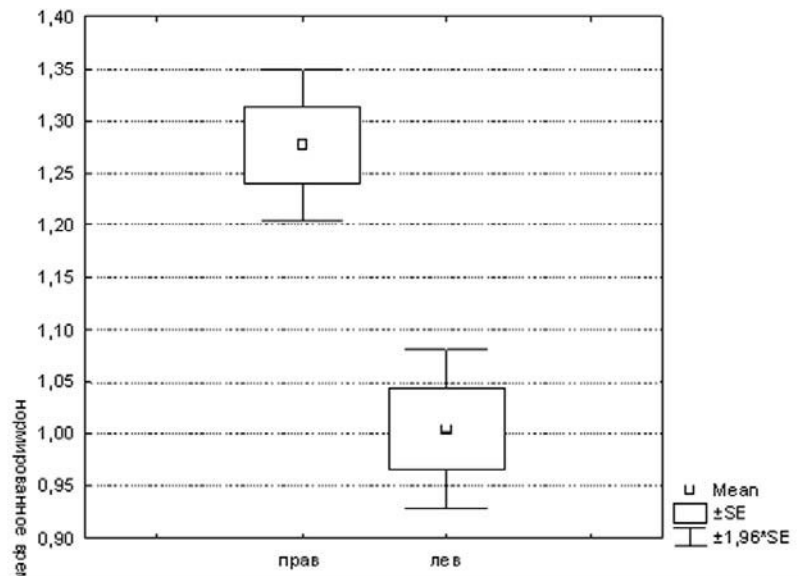


Рис. 5. Сравнение по нормированному времени между моллюсками лежащими на правой и левой стороне тела

стороне достоверно ( $p = 0,000005$ ) (рис. 5), а различие промежутков между закапываниями статистически не достоверно ( $p = 0,588202$ ). Но при анализе двухфакторным дисперсионным анализом совместных данных 4–6-го экспериментов мы выявили, что на солнце различие по нормированному времени между моллюсками, лежащими на правой и левой стороне тела, не достоверно, как и по промежутку времени между закапываниями.

В первом эксперименте 2007 года, где в одной экспериментальной ёмкости была свежая морская вода, а в другой выдерживались рапаны в течение 12 часов, данные оказались недостоверны и по промежутку между закапываниями ( $p = 0,612243$ ), и по нормированному времени закапывания ( $p = 0,099413$ ).

Во втором эксперименте 2007 года, где сравнивали контрольную группу в чистой морской воде и экспериментальную с рапаной в воде из экспериментальной группы первого эксперимента, статистически доказано что в присутствии рапаны моллюски закапываются реже чем в чистой морской воде и различие достоверно ( $p = 0,000023$ ) (рис.6). Различия по нормированному времени закапывания недостоверны ( $p = 0,186725$ ).

В третьем эксперименте 2007 года мы сравнивали группы с секретом из-под рапан в воде из предыдущего эксперимента, в которой выдерживались рапаны в течении 12 часов и в воде в присутствии как секрета, так и самих рапан. Моллюски в емкости с рапаной и ее секретом закапываются реже, чем в емкости с одним только секретом ( $p < 0,000001$ ) (рис. 7). Данные по нормированному времени закапывания недостоверны ( $p = 0,142926$ ).



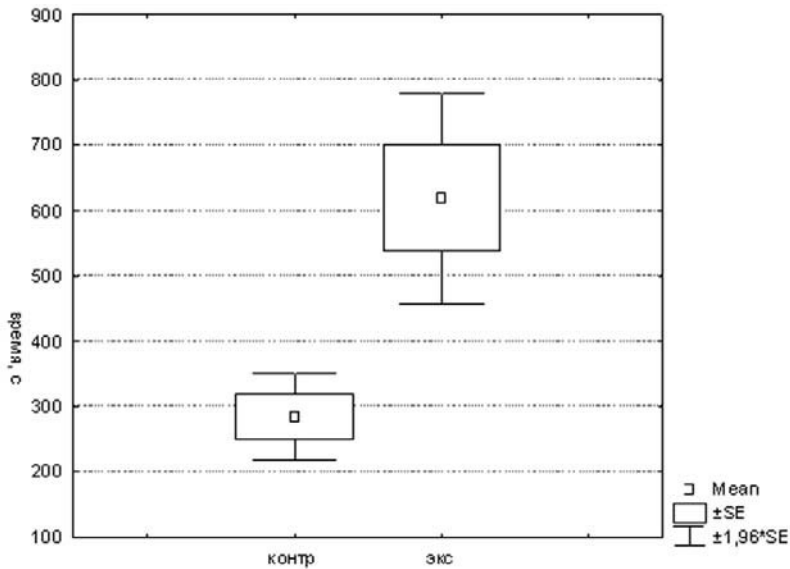


Рис. 6. Сравнение промежутков между закапываниями контроль моллюски в чистой морской воде, эксперимент — моллюски в воде с рапаной, в которой выдерживались рапаны в течение 12 часов

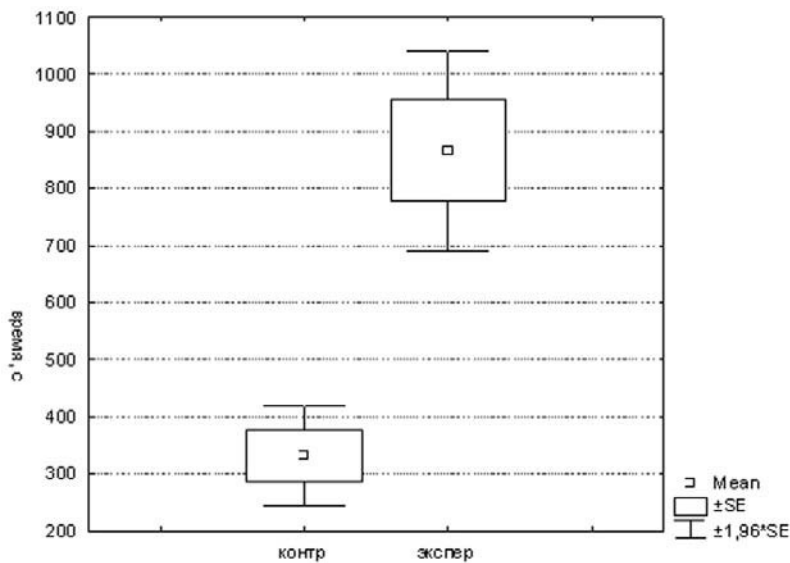


Рис. 7. Сравнение промежутков между закапываниями контроль — моллюски в воде из под рапан в воде, в которой выдерживались планы в течение 12 часов, эксперимент — моллюски в воде с присутствием как и секрета, так и самих рапан

нахождения хищника и жертвы для того, чтобы воздействие первого на второго стало явно выраженным». Но, как следует из полученных результатов, отраженных в тексте и рисунках, доказательств этому нет; напротив, оно не обнаружено, так как моллюски в присутствии рапаны и/или продуктов ее жизнедеятельности, закапывались реже. Кроме этого, можно предположить, что продукты жизнедеятельности рапаны, как хищника, воздействуют на хищника, как тормозящий активный фактор («как удав на кролика»). Но для этого нужно узнать, на что реагирует сама рапана — на движение, на запах жертвы или ведет активный поиск?

Также имеется несколько вопросов





к проведению работы. 1. С какой целью авторы проводили измерения моллюсков и анализ их половозрелости, если далее полученные результаты не представлены, не отражены зависимости нормированного времени и промежутков между закапываниями от размеров моллюсков и их половозрелости. 2. Не проще ли измерять просто скорость закапывания (мм/с), а не «нормированное время».

К сожалению, рецензия получается не совсем положительная, что вызвано либо действительно не слишком удовлетворительным описанием полученных данных, либо тугой понятливостью рецензента. Однако в любом случае исследователями получен богатый ряд весьма ценных данных, над которыми следует еще поработать.

В четвертом эксперименте 2007 года сравнивали экспериментальную группу, в которой запускались рапаны в момент начала эксперимента в свежую морскую воду с контрольной группой в свежей морской воде. По промежуткам между закапываниями различие является статистически недостоверным ( $p = 0,167766$ ). Это говорит о том, что необходимо некоторое время совместного нахождения хищника и жертвы для того, чтобы воздействие первого на вторую стало явно выраженным. По нормированному времени закапывания данные статистически недостоверны ( $p = 0,109305$ ).

## Выводы

1. На солнце моллюски закапываются значительно быстрее, чем в сплошной и рассеянной тени.
2. У моллюска *Donax trunculus* при закапывании имеется предпочитаемая сторона (левая), при попеременной смене сторон тела после каждого закапывания нормированное время увеличилось.
3. Статистически доказано что в присутствии рапаны моллюск *Donax trunculus* закапывается реже чем в чистой морской воде.
4. Моллюски в емкости с рапаной и ее секретом закапываются реже, чем в емкости с одним только секретом.

## Список литературы

1. Голиков А. Н. Рапана Томаса // <http://www.ecocommunity.ru>
2. Кнышов А., Решетникова Т., Плешанов Н. Исследование явления закапывания в грунт двустворчатых моллюсков (на примере *Donax trunculus* L. и *Macoma balthica* L.), олимпиадная работа, 2005.
3. Организация «FloraAnimal» // <http://www.floranimail.ru.iuf.net/eco>
4. Экологический Интернет проект Севастопольской городской общественной организации «Радуга» / «Природа Крыма и Черного моря» // <http://www.raduga.iuf.net/eco>
5. Tirado C., Salas C. Reproduction of *Donax venustus* Poli 1795, *Donax semistriatus* Poli 1795 and Intermediate Morphotypes (Bivalvia: Donacidae) in the Littoral of Malaga (Southern Spain) // *Marine Ecology*. 1999. V. 20 N 2. P. 111–130.