

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ У БЕЛОЙ ПЛАНАРИИ**Мармилов Н.П.***с. Вольно-Надеждинское, Приморский край, МБОУ СОШ № 1, 4 класс**Научный руководитель: Звягинцева Т.Я., с. Вольно-Надеждинское, Приморский край, педагог дополнительного образования МБОУ СОШ № 1**Долматов И.Ю., ННЦМБ ДВО РАН, д.б.н., главный научный сотрудник*

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/0317/1/28069>.

Всем известно, что если взять ящерицу за хвост, она оставит его и убежит. Через некоторое время у нее вырастет новый. А если разломать морскую звезду на несколько частей, то из каждой вырастет новая морская звезда. Регенерация – восстановление утраченных или поврежденных тканей и органов, является важнейшим свойством всех живых организмов [2]. У разных групп животных регенерация выражена в разной степени. Раки и крабы отрастают утраченные клешни. У тритонов восстанавливаются поврежденные или потерянные хвосты, лапы, челюсти. Некоторых червей можно разрубить на мелкие куски, и каждый вырастет в целого червя. У человека, как и у других млекопитающих, также происходит регенерация, но ее возможности ограничены. У нас заживают раны, восстанавливается ободранная кожа, но оторванная рука уже не вырастает. Так как регенерация – общее свойство всех живых организмов, ее механизмы сходны у всех животных. Если мы узнаем, как происходит регенерация у других животных, то мы сможем научиться восстанавливать утраченные органы у людей. Плоские черви планарии – идеальный объект для изучения регенерации, потому что они могут восстановить тело даже из небольшого кусочка. Специалисты Национального научного центра морской биологии (ННЦМБ) ДВО РАН любезно предоставили нам живых белых планарий, и у нас появилась возможность понаблюдать за процессом регенерации у этих животных.

Цель работы: изучить особенности регенерации белой планарии.

Задачи:

1. Изучить строение и образ жизни планарий.

2. Познакомиться с основными принципами процесса регенерации.

3. Провести наблюдение за поведением белых планарий.

4. Выявить особенности регенерации белой планарии.

Гипотеза: мы предположили, что из любой части тела белой планарии может вырасти новая особь.

Время проведения исследования: октябрь 2016 г. – январь 2017 г.

Автор выражает благодарность главному научному сотруднику ННЦМБ ДВО РАН д.б.н. И.Ю. Долматову за предоставление материала и консультации в ходе проведения работы.

Обзор литературы*Строение и образ жизни планарий*

Планарии (Tricladida) – небольшие беспозвоночные животные, которые относятся к классу ресничные черви (Turbellaria) типа плоские черви (Plathelminthes) [4]. Обитают они в пресных водоемах, иногда в морях, есть и наземные виды. Белая планария (*Dendrocoelum lacteum*) – одна из наиболее распространенных планарий в пресных водоемах нашей страны (рис. 1). Как и все плоские черви, она имеет относительно простое строение. У белой планарии полупрозрачное вытянутое, сильно уплощенное сверху вниз тело молочного цвета длиной 1-2 см.



Рис. 1. Внешний вид белой планарии (*Dendrocoelum lacteum*)

На переднем конце тела расположены два черных глаза и «щупальца» – два коротких боковых выроста. Сверху тело белой планарии покрыто эпителием с ресничками, благодаря которым она может плавно передвигаться. Эпителий выделяет слизь, которая помогает планариям двигаться и является защитным приспособлением. Слизь содержит какие-то ядовитые для врагов вещества, поэтому планарии очень редко подвергаются нападению [6]. Под кожными покровами располагаются несколько слоев мышц. Они плотно срастаются с кожей, образуя кожно-мускульный мешок [5]. При помощи мышц планария может менять форму тела и передвигаться. Рот у нее находится на брюшной стороне тела, ближе к хвостовой части (рис. 2). Ротовое отверстие ведет в глотку. От глотки отходят три ветви кишечника. Анального отверстия у планарий нет. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через рот.

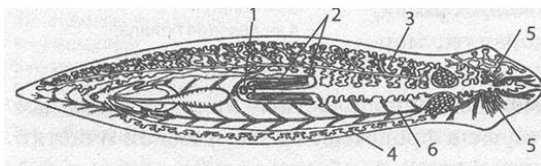


Рис. 2. Внутреннее строение планарии: 1 – рот; 2 – глотка; 3 – ветвь кишечника; 4 – выделительная система; 5 – надглоточные нервные узлы; 6 – нервный столб

Планарии хищники. Питаются они различными мелкими беспозвоночными, мальками и икрой рыб, а также останками крупных водных животных. Эти черви могут выдерживать длительные голодовки, худея и уменьшаясь в размерах. При этом они переваривают свои собственные органы [1]. Органов дыхания и кровообращения у планарии нет. Растворенный в воде кислород проникает в организм этого червя через всю поверхность тела. У планарий есть нервная система. На переднем конце тела находятся два нервных ганглия – примитивный «головной мозг». У этих червей есть органы чувств. При помощи примитивных глаз планария отличает свет от темноты. Для осязания служит вся кожа и парные щупальца переднего конца тела [4]. У планарий отличное обоняние, поэтому они очень быстро находят свою добычу. Планарии обоеполые животные, или гермафродиты. У одной и той же особи образуются как женские, так и мужские половые клетки. Планарии откладывают яйца, заключенные в плотную скорлупу.

Регенерация планарий

При повышении температуры воды, недостатке кислорода и т.п. планарии мо-

гут распадаться на куски, из которых при наступлении благоприятных условий вырастают целые животные. Это называется самокалечением [2]. Некоторые виды планарий даже в обычных условиях способны делиться на части, что можно рассматривать как особую (бесполоую) форму размножения [6]. Планарии отличаются высокой способностью к регенерации. Если разрезать червя пополам или даже на несколько частей, то каждая из них достроит недостающую часть тела (рис. 3).

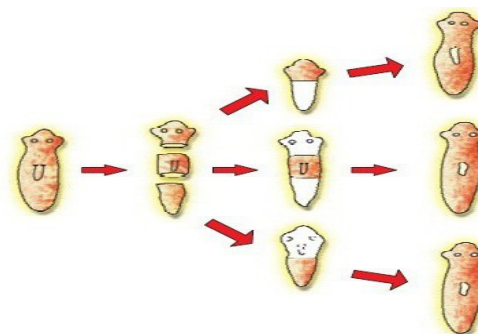


Рис. 3. Регенерация разных участков тела планарии

Некоторые виды планарий могут восстановиться даже из 1/279 части тела! Главную роль в процессе регенерации играют стволовые клетки. Это такие клетки, которые при необходимости могут стать клетками любого типа в любом органе. Когда планарию разрезают на части, то на каждом месте разреза у нее накапливаются эти клетки. Стволовые клетки образуют зачаток, или бластему. Клетки бластемы постепенно размножаются и дают начало клеткам, которые образуют нервы, мышцы и т. п. – все, что нужно для восстановления утраченной части тела. Стволовые клетки играют главную роль в процессе развития эмбриона. Во взрослом состоянии у большинства животных, в том числе и у человека, их очень мало. А вот организм взрослой планарии на четверть состоит из стволовых клеток. Поэтому они хорошо регенерируют. Особенно хорошо выражена регенерационная способность у траурной (*Planaria lugubris*) и углоголовой (*Planaria gonocephala*) планарий [3].

Планарии – идеальный экспериментальный объект. Они легко доступны в природе, их можно встретить практически в любом проточном пресноводном водоеме. Чаще всего у планарий изучают процесс регенерации головы. Процедура заключается в том, что планариям отрезают голову и фиксируют момент отрастания новой (рис. 4). Первый этап регенерации проходит за неделю: у планарии образуется новый «голов-

ной мозг» и она становится способна к поиску пищи. Окончательное восстановление занимает около трех недель. В зависимости от внешних воздействий и условий, например, качества воды, регенерация может замедляться или ускоряться.

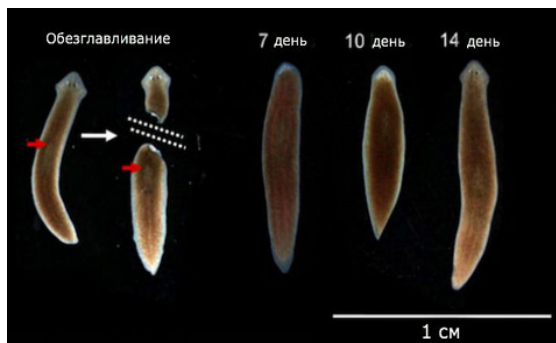


Рис. 4. Схема проведения эксперимента по изучению регенерации головной части планарии

Материал и методы исследования

В работе мы использовали белых планарий (*Dendrocoelum lacteum*), пойманных в сентябре 2016 г. в роднике в дачном районе станции 37 км Надеждинского района (рис. 5).



Рис. 5. Внешний вид подопытных белых планарий

Видовую принадлежность планарий установили с использованием доступной нам литературы [5], так как специалистов по этой группе беспозвоночных в Приморском крае нет. Планарий содержали в родниковой воде с добавлением отстаивной водопроводной при комнатной температуре и кормили раз в неделю замороженным мотылем. Для экспериментов отбирали животных длиной около 1 – 1,5 см и прекращали их кормление за 7 дней до опытов.

Для изучения особенностей процесса регенерации у белой планарии было проведено три опыта по разделению ее тела на части (рис. 6):

Опыт № 1. Разделение тела планарии поперек на две равные части.

Опыт № 2. Отделение головной части тела планарии (1/3 от переднего конца).

Опыт № 3. Отделение хвостовой части тела планарии (1/3 от заднего конца).

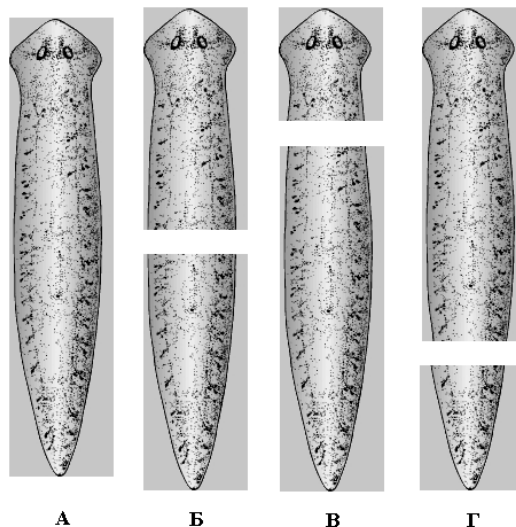


Рис. 6. Разделение тела планарии на части:

А – целая планария; Б – планария, разделенная посередине; В – планария с отделенной головной частью (1/3 части тела);

Г – планария с отделенной хвостовой частью (1/3 части тела)

В каждом опыте использовалось по 5 особей. Передние и задние части планарий из каждого опыта содержались в отдельных банках, которые хранились в затененном месте при комнатной температуре. Наблюдение за восстановлением утраченных частей тела проводилось в течение трех месяцев. Два-три раза в неделю все экспериментальные животные рассматривались под биноклем. Результаты наблюдений заносились в таблицы. Кормление подопытных планарий возобновлялось по мере их восстановления – через 2-3 недели.

Также мы наблюдали за поведением интактных планарий (планарий, которых мы не использовали для эксперимента) и проводили фотосъемку. При изучении особенностей строения и образа жизни этих животных, а также основ механизма регенерации, мы использовали научную литературу и Интернет и консультировались со специалистами ННЦМБ ДВО РАН.

Результаты исследования

Поведение белых планарий

Наблюдение за планариями показало, что в затененном месте они сжимаются в комочки и лежат на дне банки, а на свету быстро вытягиваются и начинают активно ползать. Иногда некоторые из них плавают в приповерхностном слое воды. Во время кормления планарии очень быстро (в течение минуты) находят пищу и выдвигают свои глотки. Глотки имеют большую длину и очень хорошо заметны даже невооруженным глазом (рис. 7).



Рис. 7. Процесс питания белых планарий. Слева – начало кормления; в центре – верхняя особь с выдвинутой глоткой; справа – сытые планарии

Через 5-10 минут планарии меняют свою окраску: из белых они превращаются в розовых. Это пища попадает в кишечник, который просвечивается сквозь прозрачные покровы тела. Интересно отметить, что белые планарии, какими бы голодными они ни были, никогда друг друга не ели. Но с родниковой водой к нам в банку попала более мелкая планария другого вида. Через неделю она бесследно исчезла. Возможно,

ее съели более крупные соседи. Мы также заметили, что за три месяца наблюдений интактные планарии уменьшились в полтора раза (рис. 8). Мы думаем, что причиной этого были условия их содержания, которые отличались от естественных.



Рис. 8. Уменьшение длины тела интактных планарий за 3 месяца наблюдений

Мы также наблюдали процесс самокалечения у этих червей. Очевидно, что планарии испытывали стресс при пересадке из природной среды в банку. Четыре особи, с которыми не проводили никаких опытов, отбросили свои хвосты. После этого у них довольно быстро выросли новые хвосты, а старые лежали неподвижно на дне банки и через какое-то время исчезли.

Особенности регенерации у белой планарии

Опыт

Пять особей белой планарии разрезали на две равные части (рис. 9).



Рис. 9. Разделение тела планарии на две равные части

Передние части (1/2 тела) поместили в банку № 1, а задние (1/2 тела) – в банку № 2. На линиях разреза обеих частей образовались хорошо выраженные выемки.

Банка № 1. Передние части планарий продолжали активно двигаться в течение всего периода регенерации. Через 5-7 дней выемки на месте разреза у трех экземпляров выровнялись, на их месте появилась тоненькая пленка – бластема, а затем начали отрастать прозрачные хвостовые части

(рис. 10). Через три недели у них уже были нормальные хвосты.



Рис. 10. Внешний вид передних частей белых планарий. Слева – через три дня после разделения, справа – через две недели (в центре экземпляр с двумя подогнутыми хвостами)

У двух других экземпляров раздвоенность на месте разреза сохранилась. У самой маленькой эта раздвоенность через месяц затянута и вырос нормальный хвост. У другой появилось утолщение конца тела и два подогнутых хвоста, а также на голове появилась вторая пара глаз. Через месяц эти отклонения в процессе восстановления хвостовой части стали менее заметны: утолщение исчезло и оба хвоста выпрямились, но вторая пара глаз все-таки осталась.

Банка № 2. Задние части подопытных планарий сразу после отделения активно двигались разрезом вперед, но через день их движение замедлилось. Через неделю из 5 задних частей ползала лишь одна особь, остальные сжались в комочки и лежали на дне, еле шевелясь. У активного экземпляра через две недели была хорошо видна тонкая прозрачная голова с глазами (рис. 11). Через две недели планария, успешно восстановившая голову, самостоятельно отбросила хвост. А еще через две недели у нее вырос новый.



Рис. 11. Внешний вид задних частей планарий. Слева – через три дня после разделения, справа – через две недели. Справа – в центре часть, отрастившая голову

Таким образом, через месяц после начала эксперимента все головные части (1/2 тела) восстановили свои хвосты (100 %). Из 5 хвостовых частей (1/2 тела) только одна восстановила голову (20 %).

Список литературы

1. Акимешкин И. И. Мир животных. Беспозвоночные. Ископаемые животные. – М.: Мысль, 1995. – 382 с.
2. Биологический энциклопедический словарь – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 864 с.
3. Воронцова М. А., Лиознер Л. А.. Бесполое размножение и регенерация. М., Изд. «Советская наука», 1957. – 416 с.
4. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. Учебник для ун-тов. М., «Высшая школа», 1975. 560 с.
5. Жизнь животных. Беспозвоночные. Т. 1. М., Изд. «Просвещение», 1968. – 580 с.
6. Золотницкий Н. Ф. Аквариум любителя. – М.: «Терра», 1993. – 784 с.
7. http://elementy.ru/novosti_nauki/431577/Planariya_modelnyy_obekt_dlya_izucheniya_regenerat
8. <http://pharmappractice.ru/94690>
9. <http://www.zoeco.com/eco-eto/eco-etol159-3.html>
10. <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/88052147-3acc-4a5b-5182->
11. <http://animalkingdom.su/books/item/f00/s00/z0000065/st011.shtml>
12. <http://www.biophys.ru/archive/congress2006/pro-p74.htm>