**Повествование о мухе дрозофиле**

В жизни порой происходят удивительные вещи, когда совершенно неизвестные существа по мановению волшебной палочки становятся всем известные. Им посвящаются многочисленные научные исследования, статьи в научных и глянцевых журналах, литературные произведения и много-много всего такого, о чем обычные смертные не могут и мечтать.

|  |
| --- |
| [Drosophila melanogaster](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila_melanogaster_-_side_(aka).jpg?uselang=ru) |

Это предисловие имеет отношение не к человеку, а к простой мухе – дрозофиле, которую каждый из нас видел много раз, но чаще всего не обращал на нее внимания. Эта муха многие миллионы лет жила в полном забвении, а двести лет назад ею заинтересовались энтомологи – систематики. Их хлебом не корми, только предоставь возможность наколоть насекомое на булавку и прикрепить этикетку с соответствующим его названием.

А всего какие-то сто лет назад эта муха стала знаменитостью. Конечно, все произошло случайно. Однако талант, несмотря ни на что, все равно пробьет себе дорогу и выйдет в «люди». Дрозофила оказалась настолько необычным насекомым, что рано или поздно должна была обратить на себя внимание ученых.

Еще в мою студенческую бытность на одной из лекций по генетике услышал преподавательскую «байку» об этой мухе, как она стала знаменитой. Эту историю любят рассказывать преподаватели, чтобы привлечь внимание студентов. В начале ХХ века молодой аспирант Томас Морган, будущий лауреат Нобелевской премии, занимался генетическими исследованиями. Для его научной работы необходимы были кролики. Аспирант подсчитал, для исследований ему понадобятся несколько сот кроликов. Директор Института, где он работал, на его просьбу только пожал плечами. Расстроенный аспирант вернулся к себе домой, где товарищ по комнате предложил использовать для экспериментов плодовых мух, которые вились над лежащими на подоконнике бананами. С этого все и началось. Возможно, это только красивая легенда, но гениальность исследователя как раз и заключается в умении увидеть необычное в, казалось бы, простом. И он попал в «десятку». Если бы Томас Морган проводил исследования на кроликах, возможно, не получил бы таких результатов, или получил бы значительно позже. Уникальные особенности плодовой мухи сделали ее объектом, удобным для последующих экспериментов многих ученых.

Необходимо отметить, впервые дрозофил для генетических экспериментов использовал генетик Касл, однако, в полной мере эти мухи стали использоваться в экспериментах с легкой руки Томаса Ханта Моргана. Благодаря дрозофиле и, конечно, таланту исследователя Т. X. Моргану в 1933 г. была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине за открытия, связанные с ролью хромосом в наследственности. Все свои исследования Морган и его ученики провели на дрозофилах *(Drosophila melanogaster)*, изучали в основном самопроизвольно возникающие мутации. Первую мутацию (мух с белыми глазами) Морган обнаружил в 1910 году.

А теперь давайте расскажем, что из себя представляет эта «золушка», о которой идет речь. Об этой мухе многие наверняка слышали еще на занятиях биологии в школе. Те, кто постарше, помнят конец 40-х годов ХХ столетия, когда одно только упоминание о дрозофилах и тем более использование их в научных исследованиях, приводило к потере работы или попаданию в списки неблагонадежных. Так что в те времена дрозофила была одним из показателей степени «продажности» генетики, а самих «провинившихся» генетиков клеймили – «морганистами-менделистами».

Семейство плодовые мушки (Drosophilidae) насчитывает более 2500 видов. Они входят в отряд двукрылых, который также включает в себя мух, комаров, слепней, мошек и др. Латинское название семейства произошло от названия рода *Drosophila* («любящий влагу, росу»), впер­вые описанного С.Ф.Фалленом в 1823 г.

Drosophilidae довольно обширное семейство. Только в Европейской части России оно представлено 14 родами, самый крупный из которых – род *Drosophila.* К настоящему времени описано около 1500 видов *Drosophila,* в Европейской части России встречаются около 40 видов этого рода. Так что это довольно обширное и широко распространенное семейство.

Плодовые мухи распространены очень широко, по всем географическим зонам. Большинство видов *Drosophila* обитают в тропических и субтропических зонах, там, где тепло и много фруктов.

Однако в пределах этого рода встречаются и виды-космополиты: таких – всего восемь видов, куда входит и наша знаменитая *Drosophila melanogaster* (в переводе, дрозофила чернобрюхая). Большинство видов-космополитов обычно являются синантропами, т.е. встречаются только в поселениях людей.

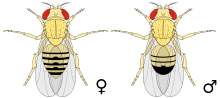
В природе взрослые особи питаются в основном нектаром цвет­ков, растительными соками, гниющими органическими веществами, пыльцой растений. Личинки развивают­ся в разлагающихся субстратах: фруктах, овощах, плодо­вых телах грибов, гниющих растениях. В них в больших количествах развиваются бактерии и дрожжи, которые служат основной пищей личинкам мух. Кроме того, личинки способны развиваться в пивном сусле, вине, и даже в прокисшем молоке.

На юге эта муха обычна на виноградниках и фруктовых садах. В северных регионах дрозофила предпочитает биотопы, населенные людьми. В массах обитает на винных и пивных за­водах, в винных погребах, складах фруктов и овощей.

Вспоминаю одну из командировок на юг страны. С друзьями решили устроить пикник в большом фруктовом саду. Открыли бутылку шампанского. Пока разливали его в бокалы, произносили тосты, беседовали, оказалось, вся поверхность этого напитка была покрыта телами плавающих мух. Они как безумные вились вокруг стаканов, а затем оказывались в вине. Наиболее брезгливые вылили на землю содержимое бокалов, а остальные – выловили мух ложкой и использовали напиток по назначению.

В России *D. melanogaster* обитает в южных регионах. На севере этот вид встречается до 60° северной широты, куда он проникает в летнее время вместе с привозимыми фруктами и овощами из южных районов.

*D. melanogaster* – это мелкие мухи (около 2-3 мм). Окраска тела в основном серая (или желтовато-серая). Самцы мельче самок, брюшко у них цилиндрическое и тупое на конце, тогда как у самок оно круглое и заостренно на конце. У самцов кончик брюшка почти черный.

[](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biology_Illustration_Animals_Insects_Drosophila_melanogaster.svg?uselang=ru)

Самка (слева) и самец (справа) *Drosophila melanogaster*

В результате большого числа генетических мутаций получены мухи с различными морфологическим аномалиями: окраска тела (желтая, черная, белая, темная), окраска глаз (темно-красная, ярко-красная, коричневая, белая), форма крыльев (различным образом изогнутые, зачаточные), различные аномальные формы щетинок, жилкования крыльев и множество других признаков, которые сильно отличают их от «диких» особей.

Дрозофила (*D.melanogaster*) является незаменимым объектом для генетических исследований. Перечислим те свойства мух, которые делают ее удобным лабораторным объектом, так называемым «модельным организмом».

1. Очень короткий срок развития от яйца до взрослой мухи. Это дает возможность новым поколениям быстро «оборачиваться». Дрозофила может давать в год до 40 поколений, тогда как человеку для этого потребуется 1000 лет.

2. Исключительная плодовитость. Одна оплодотворенная самка дает в год сотни потомков. Тем более что после одного оплодотворения мушка может откладывать яйца

до конца жизни в разные сроки, используя сперму из семяприемника. Это позволяет

делать многочисленные «отводки» как в опыте в короткий промежуток времени.

3. Неприхотливость к среде обитания и питанию. Живут они в лаборатории в плоскодонных пробирках. Питательные среды достаточно простые, что позволяет дрозофилу разводить дешево и менее трудоемко по сравнению с другими лабораторными животными.

4. Устойчивость к различным вредным химическим веществам, что делает ее удобным объектом для изучения воздействия этих факторов на живые организмы.

5. Богатство мутаций, способность мушек к обширному мутагенезу позволяет достаточно быстро накапливать данные при изучении этих процессов, которые лежат как в основе видообразования, так и канцерогенеза.

6. И основное. Малое число хромосом у дрозофилы 2n=8 (или 4 пары) дает возможность быстрого проявления мутаций и рекомбинаций. Это опять же делает ее удобным генетическим объектом.

А теперь более подробно. Преимущества дрозофилы перед другими модельными организмами заключаются в непродолжительном цикле развития (8-10 суток от момента откладки яйца до вылета взрослого насекомого), который во многом зависит от температуры. Мух обычно культивируют при температуре 23-25оС и влажности около 80%. При таких условиях полный цикл развития занимает не более двух недель, а продолжительность жизни взрослых особей около одного месяца. При пониженных температурах продолжительность жизни возрастает, до двух месяцев. При температуре 25°С дрозофила заканчивает свое раз­витие примерно за 9 суток, причем стадия яйца длится 20–22 часа, личинки – 96 часов, куколки – 96 часов. С изменением условий среды развитие может затягиваться или наоборот укорачиваться, при 20°С – 14-15 суток, при 16°С – 26 суток. При температуре 28-31°С мухи успевают закончить свое разви­тие всего за 8 суток.

Дрозофилы обладают высокой плодовитостью. Число яиц, откладываемых одной самкой, сильно варьи­рует (до 200-300, и даже 500-600 яиц) в зависимости от осо­бенностей линии, а также пищевых условий, влажности, плотности посадки. В некоторых случаях исследователям уда­валось получать от одной самки 1500 и более яиц. Высокая плодовитость дает возможность из одной мутированной особи быстро получить большое число потомков.

На количест­во откладываемых яиц влияют кормовые условия, плотность посадки и температура среды. Первая кладка обычно происходит в конце вторых суток жизни и не превышает 60-80 яиц. Максимальное количество яиц откла­дывают 3-4-суточные самки. В последующие десять дней величина кладок остается постоянной. При благоприятных условиях откладка яиц может продолжаться до конца жизни.

Для проведения экспериментов (т.е. скрещивания мух) используют только девственных самок. Это связано с тем, что у самки дрозофилы после спаривания жизнеспособная сперма сохраняется в половых путях достаточно долго и, соответственно, оказывает влияние на результаты экспериментов. После выхода из кокона мух «примаривают» эфиром (чтобы не улетели), вытряхивают из пробирки, разделяют самцов и самок, и разбирают по морфологическим признакам. Мухи в первые 6-8 часов после выхода из кокона неспособны к оплодотворению и в этот период являются девственными. Первое спаривание происходит только через 12 часов после рождения. К этому времени ей подбирают конкретного самца, выбранного для эксперимента.

Для проведения экспериментов вначале готовят маточную культуру мух, чтобы нарастить большое количество потомков. Для этого отбирают несколько девственных самок соответствующей линии, помещают в одну пробирку с таким же количеством самцов другой линии. Эти мухи составляют основу родительского поколения. Самки в пробирке спариваются с самцами и откладывают в пищевой субстрат яйца. Затем появляются личинки, куколки, молодые мухи, которых и используют для проведения экспериментов. При увеличении в пробирке количества мух появляется опасность перенасе­ления, которое отрицательно сказывается на дальнейшей плодовитости мух. Максимальное количество яиц откла­дывают 3-4-суточные самки. После 5-суток самок чаще всего выбраковывают.

Личинки находятся на поверхности субстрата или в его толще, много едят и быстро растут. Окукливание начинается с того, что личинки, покидают питательную сре­ду, перестают питаться и некоторое время оживленно ползают. В зависимости от влажности питательной среды окукливание происходит либо на поверхности корма (если среда плотная), либо вне ее – на стенках сосудов. Куколка имеет характерную бочонкообразную форму и покоится на месте прикрепления до выхода взрослой особи (имаго). Выход мух из куколок растянут во времени. Однако зна­чительная часть мух вылупляется в дневное время, причем первыми появляются самки.

Малое число хромосом у дрозофилы 2n=8 (или 4 пары) дает возможность быстрого проявления мутаций и рекомбинаций. Дрозофилы имеют всего восемь хромосом, тогда как кролик 44, а человек 46. Богатство мутаций, способность мушек к обширному мутагенезу позволяет достаточно быстро накапливать данные при изучении этих процессов, которые лежат как в основе видообразования, так и канцерогенеза. Геном состоит из порядка 132 миллионов оснований и приблизительно 14 тысяч генов. В настоящее время геном дрозофилы секвенирован и полностью аннотирован.

В связи с легкостью культивирования, высокой скоростью размножения плодовые мухи и их личинки стали популярным кормовым объектом в террариумистике, используются в качестве корма для мелких амфибий и их молоди, мелких хамелеонов, муравьев, молоди пауков, богомолов, а также хищных насекомоядных растений, мелких птиц и рыб. Для этих целей чаще всего используют мутантные дрозофилы с недоразвитыми крыльями. Насекомые не могут летать (только ползают и прыгают), и становятся легкой добычей террариумных животных.

**А.П.Садчиков,**

Московское общество испытателей природы

http://www.moip.msu.ru

Рисунки из http://ru.wikipedia.org/wiki/Drosophila\_melanogaster