

Глава VII РАЗНООБРАЗНЫЕ ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ ТЕОРИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

Модификации, не приносящие видимой пользы - Половой отбор - Скрытые причины - Половой диморфизм - Принцип гандикапа - Начальные стадии формирования признаков и их кажущаяся невыгодность - Ретродупликация - Ретровирусы

В 7 главе книги “Происхождение видов” Дарвин обсуждает ряд возражений, высказываемых по поводу его теории. Кажется, что наиболее серьезными ему представляются следующие два со всеми вытекающими из них следствиями: “многие признаки кажутся не приносящими никакой пользы их обладателям, и потому они не могли испытывать на себе влияния естественного отбора” (замечание Бронна и Брока) и “естественный отбор не может объяснить начальных стадий полезных черт органов” (возражение Майварта). [1] Рассмотрим последовательно, как изменилось видение и понимание этих проблем со времен Дарвина.

В живой природе, действительно, существуют признаки, которые кажутся бесполезными, но тем не менее обуславливают расхождение видов. Более того, для некоторых таксонов характерны и признаки, кажущиеся вредными, но которые не только не элиминируются и не остаются в популяции лишь как рецессивная аллель, но развиваются и процветают.

Таково видообразование у гаплохромных цихлид. Это рыбы, являющиеся обитателями Великих Африканских Озер и демонстрирующие наличие



огромного числа видов (около 1000 и по несколько сотен видов в одном озере) при сравнительно малом времени, потребовавшемся для расхождения видов, демонстрируют потрясающе разнообразную окраску (см. рисунок 1), которая, казалось бы,

никак не связана с размножением, не несет

Рисунок 1. Разнообразие цихлид

приспособительного значения, но тем не менее, является морфологическим признаком, обуславливающим деление на таксоны. [3]

Однако на деле ситуация оказывается несколько более сложной. У цихлид ярко окрашены только самцы, и их цвет является важным фактором для выбора самца невзрачными серыми или коричневыми самками, которым не достается фантазийных костюмов, зато дана возможность “влиять” на разделение видов. [2] Казалось бы, такая дифференциация по цветам, не связанная с морфологией, обусловлена половым отбором. Но это все еще не объясняет, зачем самки вообще руководствуются этой окраской (насколько вообще в эволюционном смысле уместно употреблять слово “зачем”). Здесь уже включаются механизмы “сенсорного драйва” (sensory drive, Seehausen, [3]). Это явление постулируется как возможность через адаптации сенсорных и сигнальных систем добиться эффекта изоляции популяций вплоть до разделения на таксоны с минимальной изоляцией географической. В африканских озерах, особенно в озере Виктория, наблюдаются сильные различия в прозрачности воды на разной глубине. В качестве приспособления к жизни на разной глубине, куда проникает свет с различной длиной волны, у цихлид появились гены и аллели генов опсина, фоточувствительного белка, с максимальным поглощением на различных длинах волны. И затем уже самки начали выбирать самцов той окраски, которая наилучшим образом воспринималась их аллелем опсина[3], что и привело в итоге к видообразованию и различию по внешним признакам, казалось бы, мало связанным с размножением и приспособленностью.

Представим же другую ситуацию, мало связанную с видообразованием, но представляющую собой, казалось бы, еще одно опровержение разумности теории естественного отбора. Хорошо, мы только что поняли, что отбираться могут довольно бесполезные, на первый взгляд, признаки, на деле, являющиеся видимым проявлением отбора более базовых признаков, различающихся в зависимости от условий среды. Но что делать, если какой-то

странный способ отбора действует на организмы, которые не только не разделяются на виды, но вообще говоря, принадлежат одной популяции, живут в самом близком соседстве и вынуждены взаимодействовать ради продолжении рода - на представителей разных полов?[5]

Например, такой странной особенностью обладает *Daphnia magna* (рис.2)



Рис.2 *Daphnia magna*

Эти ракообразные подвержены заражению бактериальным паразитом - *Pasteuria ramosa*, причем наиболее уязвимыми для него являются женские особи, и они же демонстрируют наибольшие отклонения от нормы - очень сильное снижение плодовитости или приобретение стерильности, гигантизм и прочие свидетельства заболевания. Мужские особи также могут быть заражены *P. ramosa*, однако с меньшей вероятностью и с менее заметными проявлениями. Кажется, что мы наблюдаем весьма странный случай, когда отбор почему-то поддерживает некие фенотипические различия между полами, заметно влияющие на их приспособленность и продуктивность, причем в пользу самцов, а не самок, которые, казалось бы, крайне важны для выживания популяции. Если рассмотреть ситуацию детальнее, то выяснится, что никаких противоречий нет. Бактериальный паразит, преимущественно и сильнее всего поражающий женские особи дафнии, лишь побочный результат отбора. Действительно, *P. ramosa* при проникновении в женский организм практически сразу же останавливает репродуктивную деятельность и перенаправляет ее на формирование соматических тканей, пригодных для комфортной жизни и размножения, что, в том числе, приводит к гигантизму. Почему аналогичная

тактика не практикуется в организмах мужских особей? Это логичное следствие того, что забота о потомстве у дафний распределена довольно неравномерно - женские особи гораздо больше вкладываются в продукцию яиц, чем мужские - в продукцию сперматозоидов. Так и получается, что *P. ramosa* лишь выбирает наиболее выгодного хозяина. [8]

Однако существуют примеры, не связанные с вопросами пола и размножения, в которых отбираются признаки довольно очевидно вредные. Рассмотрим, например, бактериальные биопленки *Bacillus Subtilis*. Их состояние, состав клеток, выполняющих разные функции и соответственно этому дифференцировавшихся, регулируется совокупностью факторов, выделяемых бактериями, входящими в это сообщество. Более того, выделение определенных сигнальных веществ бактериями-соседями, может определять судьбу конкретной бактерии вплоть до специализации или лизиса с последующим использованием материала (в том числе генетического, этакий посмертный способ горизонтального переноса). Среди таких веществ, выполняющих, среди прочих (защитных, например), сигнальную функцию - сурфактин и токсин каннибализма. Эти вещества в определенной концентрации опасны для выделяющих их бактерий, и количественный и качественный состав таких коммуникативных химических соединений заметно варьируется в сообществе и зависит от морфологического состояния клетки. Таким образом, количество выделяемого конкретной бактерией вещества может быть для ее окружения маркером ее "самочувствия" и выполняемой функции. [6] В этом контексте совершенно непонятно, что заставляет каждую отдельную клетку "честно" сообщать о своем состоянии, рискуя быть лизированной или подчиненной коллективной воле. В настоящее время существуют тенденции объяснять подобные свойства межорганизменных коммуникаций с точки зрения теории гандикапа, предложенной Захави (Zahavi, 1975) изначально для обоснования выбора партнера животными, а затем расширенной до обмена информацией в целом. Постулируется, что "честные" коммуникации поддерживаются отбором и свидетельствуют о качестве того, кто передает информацию, так как передача определенного рода "статусной" информации требует затрат ресурсов. Это, в свою очередь, могут себе позволить только

“высококачественные” и хорошо приспособленные по остальным признакам носители и трансляторы. [7] На примере бактерий это работает следующим образом: если выделение большого количества сигнальных веществ свидетельствует о “высококачественности”, приспособленности и резистентности конкретной клетки, то другая бактерия, проигрывающая ей по этим параметрам, просто не может себе позволить выделять эти соединения в таком же количестве, так как они приведут к гибели или серьезной потере ресурсов для нее самой. [6]

Второе серьезное возражение, о необъяснимости появления новых полезных свойств организма, фактически, сводится к следующему: как появление нового свойства может поддерживаться отбором, если на начальных стадиях выгода от его приобретения выглядит не превышающей ресурсных затрат на него? Близки к этому вопросу и замечания о том, что неясно, почему, если новый признак формируется постепенно, он не нейтрализуется колебаниями вокруг исходного положения; почему игнорируются возможные неудобства, связанные с этими изменениями. Обратимся к примерам, лежащим в области молекулярной биологии и позволяющим нам продемонстрировать возможности современной науке в области изучения самых глубинных уровней организации. Так, например, у цветковых растений в достаточной мере распространено явление слияния и образования химерных генов, часть каждого из которых относится к ядерному геному, а другая часть - к митохондриальному. Такие химерные комплексы влияют на регуляцию транспорта белков между ядром и митохондрией и их модификацию с прикреплением сигнала о том, куда должен отправляться конкретный белок. Эта ситуация выглядит достаточно пугающей. Если в ядро попадает митохондриальный ген, не значит ли это, что он теряется в самой митохондрии и нарушает ее нормальное функционирование? Оказалось, что растения для создания таких слияний используют промежуточные РНК, позволяющие производить ретродупликацию митохондриальных генов, не затрагивая их функцию. [9]

Другой пример - образование синцитиотрофобласта плацентарных животных. Это структура обеспечивает взаимодействие между плодом и материнским организмом, и ее возникновение и функционирование обусловлено, в

основном, несколькими вариациями гена синцитина. Эмбрионы с нуль-мутацией по этому гену не выживают, в то же время среди плацентарных широко распространены различные вариации трофобласта, который, в то же время, в эволюции сформировался достаточно быстро. Кажется, что образование трофобласта согласно теории естественного отбора весьма маловероятно, как и столь широкие вариации этого жизненно важного признака. Однако выяснилось, что такая скорость и вариабельность развития плаценты обеспечивается наличием достаточно удобных строительных блоков - генов, кодирующих белки, отвечающие за слияние эндогенных ретровирусов с клеткой-хозяином - env (envelope). Гены, кодирующие белки, обеспечивающие формирование взаимодействий между эмбрионом и матерью, оказались полученными из геномных паразитов - путем экзонификации и удаления некоторых лишних фрагментов (типа gag - кодирующих белки капсидов, pol - полимеразу). Таким образом, белок ретровируса, изначально игравший важнейшую роль в слиянии вируса с клеткой, стал регулировать слияние клеток трофобласта и образование синцития. [10], [11]

Многие возражения против теории естественного отбора основаны на собственных представлениях человека о том, что есть "польза" для остальных живых организмов и неправильной трактовке этого понятия. Кроме того, часто истинные причины отбора по тому или иному признаку скрыты в особенностях среды и физиологии организма. Не следует также забывать, что главный показатель успеха - факт передачи своих генов потомству, и многие неудобства, связанные с распределением функций во время размножения, проявляющиеся в конфликтах между полами и отбираемые будущими партнерами - считаются сравнительно небольшой платой за такую победу.

Представления о том, какими инструментами пользуется отбор, также могут быть весьма ограниченными, и неправдоподобность возникновения новых признаков или их быстрого развития часто лишь скрывает красивый и изящный эволюционный механизм, основанный на возможностях, предоставляемых носителями информации - нуклеиновыми кислотами.

Таким образом, принимая во внимание каждое новое возражение против теории естественного отбора, следует рассматривать молекулярные

механизмы явления и взвешивать его с точки зрения эффективности размножения и передачи генов потомкам, в очередной раз убеждаясь в правоте Дарвина.

Использованные источники:

1. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. – Litres, 2018.
2. Maan M. E., Seehausen O. Ecology, sexual selection and speciation //Ecology letters. – 2011. – Т. 14. – №. 6. – С. 591-602.
3. Sugawara T., Terai Y., Okada N. Natural selection of the rhodopsin gene during the adaptive radiation of East African Great Lakes cichlid fishes //Molecular Biology and Evolution. – 2002. – Т. 19. – №. 10. – С. 1807-1811.
4. Seehausen O. et al. Speciation through sensory drive in cichlid fish //Nature. – 2008. – Т. 455. – №. 7213. – С. 620.
5. Connallon T., Débarre F., Li X. Y. Linking local adaptation with the evolution of sex differences. – 2018.
6. Harris K. D., Kolodkin-Gal I. Applying the handicap principle to biofilms: condition-dependent signalling in *Bacillus subtilis* microbial communities //Environmental microbiology. – 2019. – Т. 21. – №. 2. – С. 531-540.
7. Zahavi A. Mate selection—a selection for a handicap //Journal of theoretical Biology. – 1975. – Т. 53. – №. 1. – С. 205-214.
8. Duneau D. et al. Sex-specific effects of a parasite evolving in a female-biased host population //BMC biology. – 2012. – Т. 10. – №. 1. – С. 104.
9. Kaessmann H. Origins, evolution, and phenotypic impact of new genes //Genome research. – 2010. – Т. 20. – №. 10. – С. 1313-1326.
10. Chuong E. B. Retroviruses facilitate the rapid evolution of the mammalian placenta //Bioessays. – 2013. – Т. 35. – №. 10. – С. 853-861.
11. Chuong E. B. The placenta goes viral: Retroviruses control gene expression in pregnancy //PLoS biology. – 2018. – Т. 16. – №. 10. – С.