**Размножение цветковых растений**

П.А. Кошель

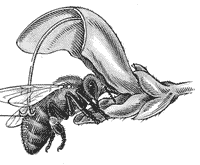
На протяжении многих веков самой непостижимой тайной природы считалось зачатие новой жизни. Богиня Изида в Древнем Египте была олицетворением той загадочной силы плодородия, которая наделяла растения спелым зерном, а любящих и любимых женщин – радостями материнства. Но хотя вопрос о зачатии новой жизни как в мире растений, так и в мире животных окутывала одна и та же «божественная тайна», условия совершения этого зачатия и самый акт размножения у животных и растений представлялись людям совершенно различными. Половое размножение, осуществляемое в соединении двух особей разного пола, считалось особенностью, присущей только человеку и миру животных, которые обладают необходимой для этого подвижностью и способностью к чувствованию. Что же касается растений, то у них передовые умы Древнего мира в лице Аристотеля отрицали наличие разделения полов и родового способа размножения. Аристотель говорил, что «у растений, лишенных способности двигаться и отыскивать особей другого пола, самое разделение полов и совершение полового акта невозможно, так же как невозможно оно у некоторых морских животных, ведущих неподвижный образ жизни».

Но наряду с этим категорическим утверждением высшего естественно-научного авторитета Древнего мира у других авторов мы встречаем отголоски живой человеческой практики, приводившей простых земледельцев к другому заключению. Геродот в своих записях упоминает о том, что вавилоняне были убеждены в существовании двух форм финиковых пальм – мужской и женской. Он говорит и об обычае привязывать к соцветиям плодоносящих пальм соцветия других, хотя и цветущих, но остающихся всегда бесплодными. То же предание повторяет в своих трудах и «отец ботаники» Теофраст, дополняя его своими собственными наблюдениями о существовании плодоносящих и бесплодных (хотя цветущих) экземпляров фисташки. На основании этих наблюдений Теофраст допускает возможность существования половых различий у некоторых растений. Натуралисты Древнего Рима подхватили это утверждение и, сопоставив его с мнением Аристотеля, развили своеобразные представления о существовании особого разделения растений по их общему облику на породы мужественно-сильные и женственно-слабые. Отголоски этих представлений мы можем найти даже в современной литературе: мужской и женский папоротники – эти два старые названия были сохранены в ботанической номенклатуре ее реформатором Линнеем. Именно в этом смысле (т.е. в смысле чисто габитуальных, а не половых различий) Плиний допускает возможность нахождения среди всех растений (не только деревьев, но и трав) особей мужского и женского облика. Но идея полового размножения у растений оставалась чуждой как древности, так и Средним векам.

Даже Чезальпино, знаменитый ботаник XVI в., цитируя указания древних о возможности существования женских и мужских экземпляров финиковой пальмы, не разделяет этого взгляда и говорит о половом размножении как об основном признаке, отличающем животный организм от растительного. «Различие (между растением и животным), – говорил он, – в том и состоит, что у животных зародыш берет дух извне, т.е. из мужского семени, а питание – от матери, у растений же как само вещество зародыша, так и оплодотворяющее начало происходит из одной и той же внутренней субстанции одного и того же растения».

В другом месте своего труда Чезальпино опять возвращается к этому вопросу: «У яйцеродных животных яйца, будучи лишены мужского семени, становятся бесплодными, они не будут иметь той чувственной души, которая присуща животным, если не соединятся предварительно с мужским элементом. Этот порядок отсутствует у растений, у которых каждый побег производит плод сам из себя».

И уж меньше всего, по-видимому, ученые тех времен могли предполагать наличие органов полового размножения в цветке. Чезальпино видит роль цветка в выполнении им защитной функции. «Цветы, – говорил он, – служат для укрытия и защиты созревающих плодов и семян, так как они сидят либо на верхушке созревающих семян (розы, яблони, груши) или же внизу, охватывая созревающее семя со всех сторон (миндаль, слива, оливковое дерево); немного времени спустя цветы опадают засохшими, потому что они питаются не каким-нибудь веществом, а тем самым, которое идет на питание семени. С поглощением избытка этого вещества развивающимся семенем цветы должны увянуть. Цветы доставляют рождающемуся плоду такую же пользу, какую листья дают нежным росткам молодых побегов...»



Опыление цветка

Описывая внутренние части цветка, Чезальпино отмечал, что столбики (пестики) находятся в центре круга из нескольких листочков (лепестков) и произрастают из верхней части плода. Назначение этих столбиков Чезальпино видит в том, что они являются отдушинами и отводными трубками, обеспечивающими дыхание развивающихся семян. Вокруг столбиков расположены пушинки (тычинки).

«Их происхождение, – полагал Чезальпино, – вероятно, подобно грибам, которые рождаются ночью из тления». Назначение их в цветке близ развивающегося семени Чезальпино видел в том, что «... они могут оттягивать часть влаги, отчего в завязи, остается более чистый сок, необходимый для развития семени».

Во второй половине XVII в. развитие капитализма и интенсивное освоение заокеанских колоний привело к необходимости хоть как-то разобраться в хаосе все новых и новых форм растительного сырья. Требовалась инвентаризация богатств растительного мира, новая научная классификация растений. Новые системы (система Турнефора во Франции, Джона Рея в Англии и др.) возникали одна за другой. Основывались эти системы на форме цветка. Но что же все-таки представляет собой цветок? Является ли он второстепенным органом, просто защитой для развивающегося плода, как думал Чезальпино, или органом основным, важнейшим для жизни растения, ответственным за процесс размножения, как об этом туманно и вскользь говорилось у Теофраста? Этот вопрос превратился в основную проблему во всем цикле наук о живой природе.

Знаменитый французский ботаник Турнефор (1656–1708), автор одной из первых систем классификации растений, основанных на форме цветка (1694), считал тычинки органами, выделяющими испражнения растений, а пыльцу – самими испражнениями.

Новый, экспериментальный подход к разрешению вопроса о биологической роли цветка мы находим в опытах Якова Бобарта, произведенных им в 1678 г. в Англии. Бобарт остановил свое внимание на одном из диких видов семейства гвоздичных, обычном на лугах Англии. Особенностью этого растения, обратившей на себя внимание Бобарта, было неодинаковое устройство его белых, сильно пахнущих по вечерам цветков. Обладая совершенно сходными лепестками, цветки разных экземпляров растения были неодинаковыми в строении срединной своей части. Одни экземпляры имели в середине цветка только тычинки, другие несли пять столбиков. Теперь это явление двудомности растений известно каждому школьнику, но в XVII в. оно только еще заинтересовало исследователей.

Бобарт, знакомый с творениями древних авторов, увидел в этом явлении аналогию двух форм цветения у пальмы, описанных Геродотом и Теофрастом, и заподозрил в замеченных им различиях половые признаки растения. Чтобы проверить свою догадку, в одном конце своего сада он посадил только экземпляры с пестичными цветами, а в другом, достаточно удаленном от первого, такие же самые пестичные экземпляры, но вперемежку с тычиночными. А чтобы предупредить возможность переноса на изолированно посаженные пестичные экземпляры пыльцы с дикорастущих растений ветром, повыдергивал все другие растения этого вида, росшие поблизости.

Спустя несколько недель Бобарт убедился, что изолированные пестичные экземпляры остались бесплодными, на них не завязалось ни одной коробочки с семенами. А ранее на рыльцах пестиков этих цветков не было никаких следов пыльцы. Зато там, где пестичные экземпляры были посажены вместе с тычиночными, на клейких рыльцах сначала можно было наблюдать оранжевую пыльцу, а потом растения дали обильный урожай семян. Из этого Бобарт сделал вывод, что в первом случае не было того оплодотворения мужской пыльцой, которое, по-видимому, необходимо для образования семян в пестике. Чтобы проверить свои выводы, он попробовал искусственно переносить пыльцу с мужских экземпляров на некоторые из изолированно посаженных женских. Только те экземпляры, которые подверглись этому искусственному опылению, и дали семена, остальные же по-прежнему остались бесплодными.

Бобарт, получивший в молодости прекрасное для своего времени образование в одном из английских университетов, не сделал, однако, науку своей профессией. Он жил в своем небольшом поместье, окруженный книгами и цветами, почти не выезжал в Лондон и только изредка принимал у себя старых школьных товарищей. Среди них был один из активных членов Лондонского королевского общества – сэр Миллингтон. Узнав о замечательном открытии своего друга, он поспешил сообщить о нем авторитетнейшему члену Лондонского королевского общества, исследователю микроскопического строения растений Неемии Грю. Тот живо заинтересовался этим открытием и в 1679 г. сделал о нем, со слов Миллингтона, доклад, где признал полную правильность выводов Бобарта о существовании полов у растений. Позже Грю рассказал об этом и на страницах своей «Анатомии растений», вышедшей в 1682 г.

В описываемое время в Англии разрабатывал систему классификации растений крупный ботаник Джон Рей. Узнав об опытах Бобарта и основываясь на данных собственных наблюдений, он развил учение, согласно которому одни растения обладают двуполыми, а другие – раздельнополыми цветами. Таким образом можно утверждать, что половая теория цветка зародилась в 80-х гг. XVII в. в Англии, а уже к концу этого столетия вполне окрепла и сформировалась.

Совершенно иную картину, однако, рисуют известные немецкие историки естествознания Ю.Сакс и Ф.Даннеман. Игнорируя не только опыты Бобарта и печатные высказывания Грю, но даже и капитальный труд Рея, основоположником учения о наличии пола у растений они считают Рудольфа Камерариуса из Тюбингена (1665–1721), начавшего свои исследования строения и половой функции цветка в 1690 г., т.е. на 12 лет позже Бобарта. Признавая заслуги Камерариуса, мы должны все же высказать большое сомнение в его приоритете в данном вопросе и в самостоятельности его подхода к разрешению проблемы. Совершенно невероятным кажется нам, чтобы профессору Тюбингенского университета, специально интересовавшемуся данным вопросом, не были бы известны высказывания Грю на страницах его знаменитой «Анатомии растений», чтобы совершенно ничего Камерариус не знал о специальном докладе по вопросу об открытии половой функции цветка, сделанном в центре научной мысли того времени – в Лондонском королевском обществе, и о нескольких предварительных работах Джона Рея, предшествовавших опубликованию им известной «Истории растений».

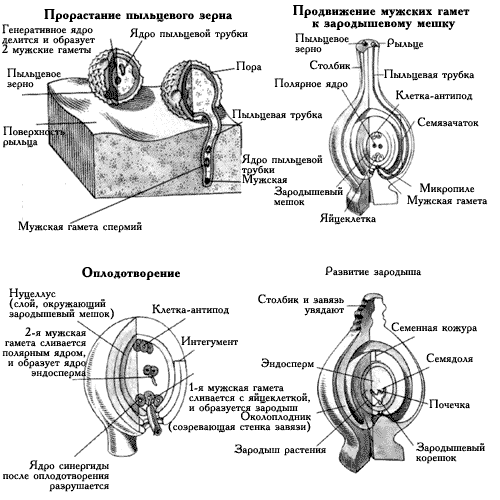
Однако оставим утверждение о приоритете Камерариуса на совести указанных историков естествознания и перейдем к изложению сущности его исследований. Осматривая в 1690 г. посадки в Тюбингенском ботаническом саду, Камерариус обратил внимание на странную форму плодоношения шелковицы, плоды единственного экземпляра которой не имели семян. Он объяснил это явление тем обстоятельством, что дерево это росло одиноко и вблизи не было другого, мужского, экземпляра этого растения. В своих записях он сравнил это бессемянное плодоношение шелковицы с появлением иногда у кур неоплодотворенных яиц-болтунов.

Правильность своего заключения он задумал проверить в 1691 г. в опыте, объектом которого избрал два дикорастущих женских экземпляра обычного двудомного растения пролески. Когда он изолировал их от соседних мужских экземпляров, оба растения не принесли семян. Менее удачны и противоречивы были его опыты с коноплей. После этого он перешел к опытам с клещевиной и кукурузой – однодомными растениями, имеющими раздельнополые цветы. Если он удалял у клещевины и маиса мужские цветы раньше, чем развились пыльцевые мешки, то никогда не получалось зрелых семян.

Следует отметить, что, констатировав в обоеполых цветках близкое соседство тычинок и пестиков, Камерариус ошибочно считал эти цветки самоопыляющимися. Его современник Сваммердам открыл гермафродитизм у улитки, и Камерариус упоминает об этом, отмечая что соединение мужских и женских органов, крайне редкое в животном царстве, типично для растений. В то же время он удивляется тому, что улитки не оплодотворяют себя самих, подобно тому как это происходит, по его мнению, у растений.

Учение о существовании у растений настоящих половых органов, заключенных в цветке, принимает целый ряд ученых того времени, и в числе их Лейбниц, Буркгард, Вальян и Линней. Правда, эти ученые очень мало внимания уделяли экспериментам, ограничиваясь в основном или наблюдением, или одним морфологическим изучением цветов. Их взгляды зачастую основывались на фантастическом толковании сущности полового акта у растений. Особенно отличался в фантазировании на эту тему красноречивый французский профессор Вальян. В своих лекциях он проводил весьма рискованные параллели между половым актом, совершающимся в цветке растений и половым актом человека, а тычинкам и пестику отводил роль органов совокупления. Лекции Вальяна, однако, имели большое научно-пропагандистское значение, создав учению о поле у растений широкую популярность.

Переломным моментом в истории развития половой теории цветка явились труды великого шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707–1778). Как известно, в основу своей ботанической классификации Линней положил количество тычинок и пестиков и их взаиморасположение в цветке. Само собой разумеется, что это потребовало от него предварительного весьма внимательного изучения строения цветка. Линнею мы обязаны точным установлением названий, относящихся к различным частям цветка, – этими названиями наука пользуется до настоящего времени. В тычинке Линней отмечает нить и пыльник, в пестике – завязь, столбик и рыльце. Эти основы ботанической терминологии были предложены им еще в 1736 г.



Схему функционального значения отдельных частей цветка Линней заимствовал у Вальяна и так же отождествлял органы цветка с половыми органами человека. Основательно переработав и дополнив эту схему своими собственными наблюдениями, он предложил ее в своем классическом труде «Философия ботаники» как основу так называемой половой системы растительного царства. А в 1759 г. Линней принял участие в объявленном Российской Академией наук конкурсе на тему о существовании пола у растений. Представленное им сочинение на латинском языке «Рассуждение о различном поле у растений Карла Линнея» было удостоено премии.

Вот что он писал: «Чашечка соответствует брачному ложу; венчик – брачному покрывалу; тычиночные нити – семявыносящим протокам; пыльники – мужским семенным железам, пыльца – мужскому семени; рыльце пестика соответствует наружным частям женских половых органов; столбик пестика – влагалищу, а завязь – яичнику; околоплодник –оплодотворенному яичнику, а семя растения – яйцу. Чашечка может быть также принята за аналог больших наружных губ или крайней плоти, а венчик может быть приравнен внутренним малым губам женских половых органов».

Работа Конрада Гертнера получила широкую известность, но не она принесла половой теории цветка окончательную победу. Только прогремевшие на весь мир ботанические исследования великого Чарлза Дарвина сделали эту истину несомненной. Они раскрыли в строении цветка целый ряд удивительных приспособлений, казавшихся блестящим аргументом в пользу учения о творческой роли естественного отбора в процессе эволюции растительного мира. Сам же Дарвин называл своим ближайшим предшественником в изучении тайн цветка Христиана Конрада Шпренгеля. Кто же такой Шпренгель?

Христиан Шпренгель родился в 1750 г. в г. Бранденбурге и работал школьным учителем в разных городах Германии. К 30 годам Шпренгель был назначен ректором средней школы в Шпандау. Но недолго молодой педагог трудился на этом административном посту. Шпренгель был натуралистом по призванию и вдохновенным наблюдателем природы. Он занимался ботаникой с таким рвением, что навлек на себя немилость начальства и осуждение бюргеров городка Шпандау. Шпренгелю не могли простить того, что по воскресеньям, когда ректору полагалось вместе с учениками и педагогами посещать церковь, он легкомысленно предпринимал ботанические экскурсии и из-за этого опаздывал на проповедь.

Шпренгелю пришлось оставить службу. Перебиваясь частными уроками, он каждую свободную минуту посвящал полевым ботаническим исследованиям. Он изучал жизнь цветов и картины живого «общения» цветов и насекомых. Шпренгель был убежден в ограниченности того лабораторного метода изучения растения по гербарным образцам, который господствовал в науке того времени. Он говорил, что «тот, кто собирает цветы в поле и затем исследует их в комнате, никогда не поймет плана природы, заложенного в строении цветов. Растения надо, наоборот, изучать там, где они произрастают, и обращать внимание на то, посещаются ли они насекомыми и какими именно, исследовать, как ведут себя эти насекомые».

Шпренгель выпустил в свет труд, названный им «Открытая тайна природы в строении и опылении цветов». Эта книга, бывшая долгое время в забвении, теперь по справедливости считается родоначальницей целой отрасли современной ботаники – биологии цветов. В предисловии к этому сочинению Шпренгель писал: «Мои исследования все более и более убеждают меня в том, что многие, пожалуй, даже все, цветы, содержащие нектар, опыляются насекомыми, питающимися этим нектаром; что хотя подобное питание насекомых и является для них конечною целью, но по отношению к цветам служит только средством, притом единственным, для их опыления, что все строение таких цветов может быть объяснено, если мы при их исследовании будем иметь в виду следующие пункты:

1. Цветы опыляются тем или другим видом насекомых или многими видами их.

2. Это производится таким образом: насекомые, отыскивая нектар цветов, или порхают над ними, или вползают в них по определенной дороге, или летают вокруг, при этом неизбежно смахивают своим, по большей части, волосистым телом или какой-либо его частью пыльцу с пыльников и переносят ее на рыльца, рыльца для удержания пыльцы бывают покрыты короткими и нежными волосками или какой-либо клейкой жидкостью».

Заслуги Христиана Конрада Шпренгеля не ограничились открытием только общего факта участия насекомых в оплодотворении цветков – он открыл и те условия, которые препятствуют самоопылению обоеполых цветков. Ученые – предшественники Шпренгеля – Камерариус и Кельрейтер считали тесный круг мужских и женских органов одного и того же цветка брачным кругом растения и полагали, что они постоянно заключают браки в своем семейном кругу. Этот взгляд определенно проглядывает и в знаменитой «Системе растений Линнея». Великий натуралист различает растения одномужние, двумужние и т.д., сообразно числу тычинок, окружающих женские органы цветка. Линней как бы подчеркивал этим, что в одних цветках на одну «жену» (пестик) или на группу «жен» приходится один «муж», в других – 2, 3, 4, 10 и т.д. Линнея нисколько не смущало братское происхождение всех этих органов и развитие их на одном материнском побеге. Он видел в животном мире нередкие случаи кровосмешения братьев и сестер и, по-видимому, считал этот порядок совершенно нормальным и в мире цветов.

Шпренгель первым раскрыл истину в этом вопросе. Он доказал путем точных наблюдений, что цветы всеми возможными способами избегают самооплодотворения и что тычинки и пестики, собранные в кружок на дне цветка, – не супруги, а «братья» и «сестры», в большинстве случаев достигающие половой зрелости в разные сроки (явление дихогамии). До Шпренгеля явления разновременного созревания тычинок и пестиков у кипрея наблюдал Кельрейтер, но смысл этого, как и смысл другого подмеченного им явления – неспособности рылец коровяка к опылению собственной пыльцой – остался для него неясным, и Кельрейтер откровенно говорит: «Я не буду останавливаться на этом явлении, так как я не могу дать правильного объяснения его».

Правильное объяснение дихогамии попытался дать Шпренгель, но и ему не удалось до конца разгадать ее истинный смысл. Он полагал, что разновременное созревание тычинок и пестиков полезно для растения, потому что при этом молодые незрелые тычинки не мешают насекомому прикасаться к рыльцу и наоборот. Только Дарвин впоследствии дал этому важному явлению истинное объяснение, доказав, если растение опыляется пыльцой чужого цветка, оно приносит более здоровые и сильные семена.

Но если Шпренгель и не сумел до конца правильно объяснить явление дихогамии, то самый факт преобладания перекрестного опыления над самоопылением у громадного большинства цветковых растений был им установлен с несомненной точностью впервые в истории науки.

Опубликовав в 1793 г. результаты своего исследования, Шпренгель с нетерпением ожидал услышать мнение о нем авторитетнейших ботаников. Но его ожидало горькое разочарование. Необычность не лабораторно-гербарных, а полевых наблюдений и исследований автора, смелость сделанных им выводов, а главное – неизвестное имя человека, дерзнувшего пролагать новые пути в ботанике, смутили профессионалов. Кроме того, книга Шпренгеля появилась в свет в годы Французской революции, когда германская официальная наука поднималась на борьбу с опасной для устоев гражданской морали половой теорией цветка. Теория Шпренгеля была объявлена крамолой. Этот суровый приговор научных авторитетов определил не только судьбу книги, но и судьбу ее автора.

Шпренгель умер в 1816 г. в большой бедности, осмеянный и забытый всеми. Неизвестно даже место его погребения. «Зачем он родился на полвека раньше? – писал швейцарский ботаник Догель. – Зачем занимался охотнее блужданием по цветистым лугам, нежели посещением церквей? Зачем он позволил своему острому уму и своей способности логически мыслить совратить себя на еретические идеи, которые непременно должны были встретить противодействие? Зачем он порвал, с одной стороны, с церковью, а с другой – с догматикой застывшей на одном месте науки?

Открытие новых истин является в известные времена преступлением, которое наказывается преследованием, тюрьмою и смертью или, что еще хуже, уничтожением чести и счастья исследователя при помощи преднамеренного, презрительного и мертвого молчания».

Действительно, прошло почти полвека со дня никем не замеченной смерти Шпренгеля, прежде чем о его книге заговорили вновь. Хранившаяся в нескольких крупных библиотеках как забавный документ из истории науки, она была известна лишь немногим любителям. В числе таких библиофилов был и известный английский ботаник Роберт Броун. В 1841 г. Броун встретился с Дарвином, который сообщил ему, что уже больше года занимается изучением перекрестного оплодотворения цветов насекомыми и что это изучение приводит его к заключению о важной роли скрещивания в поддержании постоянства видовых форм.

Броун и указал Дарвину на забытую работу малоизвестного автора Шпренгеля, который около 70 лет назад занимался этими же вопросами. Прочтя книгу, Дарвин нашел, что Шпренгель наряду с очень глубокими познаниями в области приспособлений цветов к перекрестному опылению обнаруживал полнейшую беспомощность в объяснении причин удивительной прилаженности формы цветка к форме тела опыляющего его насекомого. Нельзя же было считать объяснением этого факта рассуждения Шпренгеля о том, что «видимо, творец, отливая формы цветков, так же, как формовщик, отливающий свои матрицы, пользовался готовой фигурой модели, причем Творцу служили в качестве модели формы насекомых».

Однако знакомство с книгой Шпренгеля придало работе Дарвина новое направление. «Вряд ли,– писал сын великого натуралиста Фрэнсис Дарвин, – Роберт Броун когда-либо посеял более плодотворное семя, чем когда он вручил такую книгу в такие руки». Дарвин решил не только проверить наблюдения Шпренгеля, но попытаться объяснить значение особенностей строения так называемых несущественных частей цветка (т.е. частей околоцветника), а также особенностей расположения тычинок и пестиков с точки зрения теории естественного отбора.

В первой ботанической работе, посвященной изучению строения и способов оплодотворения у орхидеи, Дарвин показал, что все особенности бесконечно причудливых по строению и окраске цветов орхидей являются результатом изменчивости растительного организма, а также наследственности и естественного отбора, обеспечивших развитие у растений ряда удивительных приспособлений. Но все эти приспособления оказались направленными на то, чтобы клейкие комочки пыльцы доставлялись посещающими цветок насекомыми точно к месту, требующему опыления. Стал понятен целый ряд загадочных, замысловатых форм в строении цветка орхидей как приспособление к этой цели, созданное естественным отбором. Дарвин показал, что у этой группы растений силой отбора совершенно исключена возможность самооплодотворения.

В процессе проведения этой первой ботанической работы растения стали предметом искреннего увлечения великого ученого. Мы должны остановиться на содержании еще двух работ Дарвина: «Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире» и «О различных формах цветка у растений одного и того же вида». Обе эти работы дают фактическое обоснование того положения, что в мире растений самооплодотворение так же вредно, как вредны в мире животных браки в близких степенях родства.

В течение десятков лет Дарвин проводил опыты параллельного оплодотворения цветов их собственной пыльцой и пыльцой других экземпляров. Все цветы, оплодотворенные собственной пыльцой, давали меньше семян, чем цветы, оплодотворенные перекрестно, и полученное потомство в первом случае было слабее, чем во втором. Но если так, то «всякое приспособление, клонящееся к тому, чтобы устранить возможность случайного самооплодотворения и обеспечить перекрестное оплодотворение, должно явиться предметом отбора».

Описанию особых форм строения цветка, обеспечивающих перекрестное оплодотворение, и, в частности, описанию явлений диморфности и даже триморфности, посвящена работа «О различных формах цветка у растений одного и того же вида». В главе, посвященной классическим опытам с примулой, Дарвин говорит об одном важном открытии, поразившем его самого, – длинностолбчатая форма льна оказалась абсолютно стерильной в отношении своей собственной пыльцы.

В дальнейшем стерильность диморфных цветов к своей пыльце была подтверждена Дарвином и на других растениях. Открытие этого явления было признано одним из наиболее убедительных доказательств той роли, которую в жизни растений играет отбор, способный создавать даже в пределах одного вида непреодолимые препятствия к самооплодотворению.

В свете учения Дарвина факты, открытые Шпренгелем, не только умножились, но получили свое логическое объяснение. Ботанические работы Дарвина явились прекрасным наглядным примером того, как ученый, вооруженный теорией естественного отбора, может и должен не только описывать удивительные приспособления растений, но и раскрывать пути их возникновения в природе, указывая тем самым и методы творческой перестройки растений человеком в растениеводческой практике.

Мы разобрали основные этапы исторического пути изучения формы и функции цветка, но при этом остался почти не затронутым очень важный вопрос о самом акте оплодотворения, о формах соединения мужского и женского или материнского и отцовского элементов и самого зачатия новой жизни растений. В изложении этого вопроса мы остановились на опротестовании нами чрезвычайно примитивного толкования этого процесса Кельрейтером, полагавшим, что акт зачатия состоит в слиянии на поверхности рыльца двух жидкостей – мужской и женской.

Основательное изучение акта оплодотворения у растений стало возможным лишь с развитием более тонкой, чем во времена Кельрейтера, микроскопической техники. Поэтому нет ничего удивительного, что в начале XIX в. первые успехи в раскрытии процесса оплодотворения у цветковых растений сделал не ботаник, а крупный специалист в области оптики и микроскопической техники, итальянский ученый, профессор Д.Амичи (1786–1863). Он заведовал в университете своего родного города Модены кафедрой математики. Считаясь большим специалистом в изготовлении физических и особенно оптических инструментов, Амичи был затем приглашен во Флоренцию для заведования обсерваторией. Здесь он всецело отдался занятиям астрономией, но наряду с телескопом конструировал также очень неплохие объективы для микроскопов. Эти приборы считались до начала второй половины XIX в. самыми лучшими, и на микроскопы Амичи натуралисты смотрели, как на истинные сокровища. Большая часть научных исследований Амичи относилась к области астрономии, но изредка он посвящал часы досуга и любительским наблюдениям биологических объектов. Амичи часами просиживал, любуясь под микроскопом клетками животных и растений.

Во время таких любительских занятий ему случайно попались в качестве объекта наблюдения цветы орхидеи. Исследуя опыленное рыльце этого цветка, Амичи был поражен странными выростами в виде тонких трубочек, которые шли от каждой пылинки и погружались через отверстие рыльца куда-то в глубину завязи цветка. Он проследил направление этих трубочек и увидел, что каждая из них направляется к одной из семяпочек, заложенных в глубине завязи.

Орхидеи оказались чрезвычайно удобным объектом для исследования внутреннего строения семяпочек. В то время как у других растений они крупные и непрозрачные, семяпочки орхидей маленькие, и содержимое их просвечивает при освещении снизу, через отверстие предметного столика микроскопа.

Перед восхищенным взором Амичи открылась картина строения семяпочек – той загадочной среды, где зарождались семена. Амичи увидел, что в каждой семяпочке помещается по одной очень большой клетке, занимающей почти все внутреннее пространство этого органа (эта большая клетка внутри семяпочки называется теперь зародышевым мешком). Клетка зародышевого мешка оказалась одетой снаружи двумя слоями мелких клеточек, но в одном месте эта двойная оболочка прерывалась и открывала свободный доступ к зародышевому мешку (семявход, или микропиле, семяпочки). Именно в этом месте Амичи увидел прильнувший к семяпочке конец пыльцевой трубочки.

Амичи забросил свои астрономические наблюдения ради увлекательных работ по ботанике – изменил небу ради земли и оставил звезды, чтобы наблюдать цветы... Но прошло около 24 лет, прежде чем он решился опубликовать свое открытие. Не будучи ботаником-специалистом, Амичи долго не решался на публичное выступление. Он тщательно проверил свои первые наблюдения, ознакомился со специальной научной литературой и сделал точные зарисовки всего, что ему удалось рассмотреть. И только после этого выступил с докладом на съезде итальянских естествоиспытателей в Генуе в 1847 г.

Несколько раньше опубликования работ Амичи, в 1839 г., немецкий ботаник Мейен, изучавший под микроскопом строение пыльцы лилейных, обнаружил, что в зрелых клетках пыльцы образуются как бы новые пыльцевые клетки. Мейена очень удивило, что одна из этих клеток имеет округлую, а другая – веретенообразную форму. Теперь мы знаем, что Мейену посчастливилось первому увидеть и открыть так называемые вегетативную и генеративную клетки пыльцы. Продуктом деления последней, как известно, являются мужские половые ядра, совершающие оплодотворение женской или, яйцевой, клетки, заключенной в семяпочке. Но Мейен, подобно большинству своих ученых современников, представлял себе оплодотворение в виде простого излияния на поверхность рыльца жидкого содержимого пыльцевых зерен; при этом активную роль в процессе оплодотворения он приписывал мелким и блестящим зернышкам цитоплазмы.

После опубликования работы Амичи явления, описанные Мейеном, обратили на себя внимание других ученых. Известный немецкий ботаник Э.Страсбургер (1844–1912), объединив данные Амичи и Мейена, пришел к ложному заключению, что при процессе оплодотворения высших растений обе замеченные Мейеном клетки растворяются и их ядерное вещество просачивается через клеточную оболочку пыльцевой трубки внутрь семяпочки. После этого просачивания ядерное вещество будто бы вновь уплотняется в мужское ядро, которое и можно иногда видеть внутри семяпочки.

Эту сложную и неправильную схему процесса оплодотворения опровергли работы русского ботаника, профессора Московского университета И.Н. Горожанкина, которому при изучении процесса оплодотворения у хвойных удалось в 1883 г. наблюдать мужское половое ядро в момент его проскальзывания из конца пыльцевой трубки в зародышевый мешок. Страсбургер тотчас же подтвердил наблюдения своего русского коллеги и объявил, что он наблюдал также и у многих покрытосеменных подобный описанному Горожанкиным процесс прямого проникновения мужского полового ядра внутрь семяпочки через разрушенный конец пыльцевой трубки. Последовавшие затем работы целого ряда ботаников выяснили в деталях строение и развитие отдельных клеток мужского и женского гаметофитов.

Новую страницу в историю изучения процесса оплодотворения у высших цветковых растений открыли классические исследования Сергея Гавриловича Навашина (1857–1930). В 1898 г. Навашин открыл, что в момент оплодотворения из пыльцевой трубочки, прильнувшей к семяпочке, выскальзывают не одно, а два мужских ядра, проникающих затем в семяпочку. Одно из этих ядер сливается, как уже ранее было известно, с яйцевой клеткой. Из продукта их слияния начинается развитие зародыша семени. Второе мужское ядро, как оказалось, сливается с вторичным ядром зародышевого мешка, продукт их слияния также развивается путем повторных делений, в результате чего вся свободная часть зародышевого мешка заполняется паренхиматической тканью (эндоспермом), служащей для отложения в молодых созревающих семенах запасных питательных веществ, которыми будет питаться зародыш при прорастании. Таким образом, С.Г. Навашини доказал, что эндосперм и самый зародыш возникают в результате особого акта оплодотворения, причем оба эти акта совершаются одновременно в одном и том же зародышевом мешке. Открытие профессора Навашина сделало понятным многие особенности в строении семян растений, до тех пор казавшиеся совершенно необъяснимыми.

Через полгода после Навашина и независимо от него явление двойного оплодотворения у высших цветковых растений открыл французский ботаник Л.Гиньяр.

Так был снят покров тайны с наиболее важного момента полового процесса у высших растений – процесса оплодотворения. После долгих тысячелетних научных исканий, достижений, побед и поражений вопрос о половом процессе, совершающемся в цветке, был, наконец, решен.