

Метаморфоз щавелевой и муравьиной кислот

Предложения по реализации учебного плана по химии в двенадцатом классе в соответствии с рекомендациями Рудольфа Штайнера.

Клаус Фриш

Первая фраза, которую произнёс Рудольф Штайнер, начиная говорить об эпохе химии в двенадцатом классе, была уже в некотором роде обобщающей: «Давайте рассматривать химию в теснейшей взаимосвязи с человеком». Затем он по-разному пояснил и уточнил сказанное. Следует рассматривать химические процессы, происходящие в человеческом организме, химизм которых совершенно отличается не только от химии окружающей его неорганической природы, но и от химии растений и животных. «Нужно показать, что все вещества и процессы в человеке полностью преобразуются». «Необходимо было бы рассматривать отдельно неорганическую, органическую, животную и человеческую химию». По-другому это можно сформулировать так: «Нужно провести три чёткие границы: между неорганической и органической химией, между химией растений и химией животных и, наконец, между химией животных и химией человека». Потом он привёл краткие примеры того, чем следует заниматься на уроках, и, наконец, сказал то, что является предметом нашего рассмотрения: «Процесс метаморфоза муравьиной - щавелевой кислоты».

Рудольф Штайнер не раз упоминал щавелевую и муравьиную кислоту и во многих других докладах. Понятие "муравьиная кислота" встречается более сорока раз в, как минимум, десяти томах общего собрания его сочинений. В первую очередь эта тема поднималась им в медицинском контексте и в докладах для рабочих Гётанума, а также в лекциях для членов антропософского общества и при других обстоятельствах. Следовательно, она должна была иметь для Штайнера особое значение. На многих из этих докладов присутствовал Ойген Колиско, который как школьный врач и первый вальдорфский учитель химии

выстраивал и развивал преподавание химии в первой вальдорфской школе. Значит, Штайнер скорее всего подразумевал наличие у него основательного понимания этой темы, давая вышеупомянутые рекомендации во время педагогических конференций.

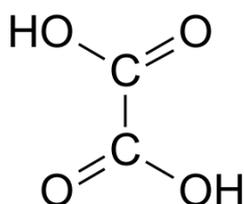
В этом контексте нужно отдельно упомянуть доклады Штайнера из цикла "Образование мистерий" в рождественском курсе для врачей 1924 года. Здесь он с самого начала акцентирует внимание на значительном различии между реакциями в живых организмах и безжизненных сосудах: "Итак, человек не реторта. Реторта проявляется мёртвым то живое и осязаемое, что есть в человеке". И при этом речь идёт не о наличии этих субстанций в человеке, а о "работе, внутренней деятельности, которая состоит в том, что существуют процесс щавелевой кислоты и процесс муравьиной кислоты" (Штайнер, GA 232, 13-й доклад). Процесс образования щавелевой кислоты, который прежде всего имеет место в органах пищеварения является необходимой предпосылкой того, что человек вообще может жить (то есть существования его эфирного тела); её превращение в муравьиную кислоту, более локализованное в верхней части организма человека, образует основу душевного (то есть его астрального тела). Годом позже, выступая перед врачами, Штайнер говорит, что в случае муравьиной кислоты нужно прийти к пониманию того, что она как в человеке так и во внешней природе выполняет задачу, противоположную процессам старения, отмирания и разложения, всё время делая возможным продолжение жизни и развития. (Штайнер, GA 316, 1-й доклад).

После прямо-таки революционного прогресса, достигнутого в биохимических исследованиях с тех пор, можно предположить, что на сегодняшний день вряд ли ещё какой-нибудь существенный процесс превращения субстанций в человеческом организме мог остаться неоткрытым. Как ни странно, но исходя из этих очень подробных данных, нужно сказать, что ни образование щавелевой кислоты, ни её превращение в муравьиную кислоту не имеет какого-либо существенного значения. Если в организме человека в значительных количествах вообще образуется щавелевая кислота, то это

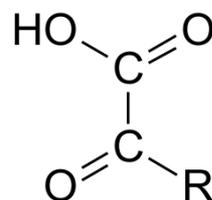
является патологией и должно вызывать беспокойство, что обмен веществ человека не перерабатывает щавелевую кислоту соответствующим образом и, например, не может перевести её в муравьиную кислоту. С другой стороны, конечно, немного муравьиной кислоты всегда образуется, но не из щавелевой кислоты, а совсем по-другому. И такое образование муравьиной кислоты имеет по отношению к общему процессу обмена веществ весьма второстепенное значение. И ни в коем случае не может быть и речи о том, что превращение щавелевой кислоты в муравьиную является значимым жизненноважным физиологическим процессом. И вот Штайнер в своих докладах ясно говорит о том, что также и "современная физиология" должна обнаружить эти процессы (Штайнер, GA232,13-й доклад). И, конечно, только факты установленные естественными науками могут быть предметом преподавания; таким образом указания Штайера по поводу учебного плана нужно воспринимать только как рекомендации.

Исходя из этого, в будущем должны появиться новые дополнительные пояснения к рекомендациям для составления учебного плана по химии для двенадцатого класса. Для биохимических процессов вообще характерно то, что участвующие в них субстанции, не появляются в свободном состоянии и реагируют друг с другом не как в реторте, а только в виде по-разному образованных их соединений. Так существует, например, связанная форма муравьиной кислоты, которую называют "активированной муравьиной кислотой" и которая в частности играет важную роль в образовании нуклеиновых кислот (синтез пуринов). Субстанции могут участвовать в биохимических превращениях вообще только в активированной таким образом форме. То, что мы в можем поместить в реторту как вещество, свойства чего мы можем исследовать и провести реакции между ним и другими веществами, существует вообще только когда оно выпало из жизненного процесса, то есть умерло. На это указывают нам биохимические факты. Итак, если мы теперь посмотрим на щавелевую и муравьиную кислоту в связанной форме, мы действительно быстро обнаружим с искомым процесс: превращение щавелевой

кислоты в муравьиную с образованием углекислого газа (диоксида углерода, CO₂). Группу органических кислот, которые появляются в процессе обмена веществ, α-кетокрбоновые кислоты, можно рассматривать как связанную щавелевую кислоту; при их разложении может образоваться щавелевая кислота. Это можно наглядно выразить формулами:



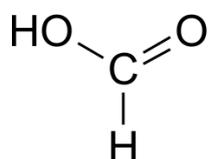
Щавелевая кислота



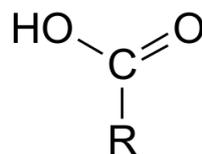
Связанная щавелевая кислота

(Буквой R - обозначен "остаток", связанный со щавелевой кислотой)

Эти кислоты могут при высвобождении CO₂ переходить в другие кислоты, которые также можно рассматривать как связанную муравьиную кислоту:



Муравьиная кислота



Связанная муравьиная кислота

В таком образом связанной форме в процессе обмена веществ щавелевая кислота постоянно в значительных количествах превращается в муравьиную. В некотором роде этот процесс похож на тот, который происходит в реторте, но только полностью на органическом уровне. Эти преобразования являются существенными этапами клеточного дыхания. Если в организме расщепляется органическое вещество - крахмал, сахар, жиры или белок, то в первую очередь речь идет о его превращении в органические кислоты. Это, по сути, процесс брожения, полностью соответствующий процессу скисания молока. Сбраживание идет вплоть до кислот, которые мы назвали связанной щавелевой кислотой. На следующем этапе из этих кислот выделяется углекислый газ, при

этом они переходят в связанную муравьиную кислоту. При этом переходе от связанной щавелевой кислоты к муравьиной кислоте, а также при такой предварительной реакции образуется практически весь углекислый газ, который мы выдыхаем. И поскольку большая часть веществ, которые мы принимаем в течение нашей жизни и которые мы выделяем снова в другой форме, в конце концов, вступает в этот процесс, полностью соответствует тому, что говорит Штайнер, о веществах, которые в конечном итоге участвуют в образовании муравьиной кислоты повсюду в нашем организме. Но образующаяся в процессе муравьиная кислота, не остаётся таковой, а обычно вступает в последующие превращения. Это также является его характерным отличием этого процесса от опыта в реторте. Проще говоря, можно сказать, что связанная муравьиная кислота снова вступает в реакцию, в результате которой образуется связанная щавелевая кислота. В общем, речь идёт о циклическом процессе, так называемом цикле лимонной кислоты (или цикле Кребса, названном так по имени его первооткрывателя). Этот цикл кажется, как его обычно представляют, довольно сложным и рассмотрение отдельных его этапов требует точного понимания приведённого здесь тщательного анализа. При этом происходит собственно ни что иное как превращение связанной щавелевой кислоты в связанную муравьиную кислоту с выделением углекислого газа и дальнейшее превращение образовавшейся муравьиной кислоты в опять-таки в другую форму связанной щавелевой кислоты.

Теперь можно ближе подойти к дифференцированному рассмотрению данных процессов в человеческом организме и тем самым установить тесную внутреннюю взаимосвязь с эпохой биологии 10-го класса. Превращения субстанций без участия кислорода часто встречаются в организме, в каждой отдельно взятой клетке, но они, несомненно, преобладают в кишечнике и печени. Ведь содержимое кишечника совсем не обеспечивается кислородом, а печень является единственным из всех органов который сильнее всего пропитан венозной, то есть бедной кислородом, кровью. В то время, как в расщепляются питательные вещества, в печени происходит самое большое число различных

биохимических превращений. И при этом она является, на что также указывает её название¹, самым пронизанным жизнью органом, центром процессов живого синтеза в теле.

Вопреки распространённому представлению, что венозная кровь является «использованной», именно в венозной среде происходит большинство процессов синтеза. Это относится также и к самому всеобъемлющему из них — процессу эмбрионального развития, которое на ранних стадиях происходит при заметно низком количестве кислорода. Во время всех этих процессов синтеза и образования, которые после рождения происходят преимущественно в печени, начинают играть существенную роль различные формы связанной щавелевой кислоты: с них начинается образование новых структурных единиц белка — аминокислот, а также сахара и крахмала. Такой синтез веществ может осуществляться только, если в ходе процесса щавелевой кислоты образуется связанная щавелевая кислота. Центр зависящих от кислорода процессов, напротив, находится в мозгу. В первую очередь этому органу наносятся необратимые повреждения при недостатке кислорода. И это связано с тем, что мозг служит для проявления сознания. Сознание, собственная душевная жизнь возможна только на основе зависящих от кислорода процессов расщепления и вместе с тем на основе превращения щавелевой кислоты в муравьиную с образованием углекислого газа. Жизнь — это то, что является общим для нас, животных и растений, а собственная, сознательная душевная жизнь — только для нас и животных. Поэтому верно и то, что только животные и человек похожим образом зависят от кислорода. Процесс образования щавелевой кислоты служит общей жизненной организации (эфирному телу), в то время как процесс образования муравьиной кислоты создаёт основу для развития душевного (астрального) тела. И тогда становится также понятно, что смерть человека наступает тогда, когда образование муравьиной кислоты становится больше невозможным: тогда душевно-духовное лишается основы для действия в теле.

У растений и насекомых процессы щавелевой и муравьиной кислот, в

¹ „Die Leber“ – нем. „печень“, „das Leben“ – нем. „жизнь“ – Прим. переводчика.

отличие от человека, у которого они локализованы в нижней или соответственно верхней части и при этом объединены в одном организме, сильнее обособлены. Очевидно, это связано с такой модификацией того или иного из этих процессов в их организмах, которая приводит к образованию бóльших количеств щавелевой или, соответственно, муравьиной кислоты в чистом виде. При этом муравьиная кислота образуется не только в организмах представителей семейства, к которому относятся муравьи, пчёлы и т. д.; она также образуется и в организмах жуков и гусениц. И хотя название щавелевой кислоты и происходит от щавеля², в котором она содержится, эта кислота, в целом, широко распространена в царстве растений.

Тем не менее, в большинстве растений она присутствует в незначительных количествах; только отдельные виды растений, например, кислица или щавель содержат много щавелевой кислоты. Среди многочисленных органических кислот растительного происхождения, щавелевая кислота занимает особое положение благодаря ещё и тому, что она в определённых количествах может быть даже ядовитой. Многие растения идут в пищу животным и человеку и, как таковые, не ядовиты. Ядовитыми растения становятся из-за того, что в них происходят «чрезмерные» процессы расщепления. Щавелевую кислоту можно считать конечным продуктом обмена веществ растений, который обычно совсем или по крайней мере почти не может больше участвовать в процессах обмена. Этим она отличается от других растительных кислот, которые хотя и могут также накапливаться в растениях, но не надолго, например, в определённое время суток. Из всех растительных кислот щавелевая кислота наименее вовлечена в процессы обмена, а также является наиболее минеральной среди них. В ней наиболее сильно выражена кислотность, проявляющаяся во время процессов расщепления органической природы. Благодаря этому щавелевая кислота является сильнейшей из органических кислот и в этом отношении уже вполне сравнима с более сильными неорганическими кислотами.

2 Немецкое название щавелевой кислоты „Oxalsäure“ происходит от латинского названия кислицы („oxalis“ – „кислица“) – Прим. переводчика.

Охарактеризованный в начале процесс щавелевой кислоты — это лёгкое, только предварительное расщепление до кислотного начала, которое также может перейти снова в синтез. Если этот процесс будет преобладающим, но не перейдёт в (по существу животный) процесс муравьиной кислоты, то в качестве конечного продукта образуется щавелевая кислота. Если при этом начнётся обратный ему процесс муравьиной кислоты, как это происходит у животных и человека, то кислотное начало выдыхается в своей латентной форме в виде углекислого газа, который образует при взаимодействии с водой угольную кислоту. Если углекислый газ в ходе обмена веществ живого существа снова свяжется с органической субстанцией, то снова образуются органические кислоты. Итак, если бы мир насекомых был связан с миром растений так, как верхняя часть человека связана с нижней, тогда в растениях не образовывалась бы щавелевая кислота. В цветке завершается вегетативный рост растения. Оно там умирает. Только из семян может появиться новое растение, если семя попадёт в почву. Также и в этом отношении цветок проявляет свою близость к животному, которое на основе телесных процессов расщепления развивает своё сознание. Совсем по другому ведёт себя корень, он всё время растёт и может в любом месте разветвляться, благодаря вырастающим из него придаточным корням. И только там, где происходит его рост, он может выполнять функции принимающего органа. В то время как цветок можно было бы без определённых оснований рассматривать как «паразита» собственного растения, корень является в полной мере вегетативно-живой его частью. Если прежде мы всегда упоминали процесс муравьиной кислоты в связи с душевным, с развитием сознания, то, похоже, нужно сделать исключение для области корня в растении. Но ведь и царство земли ни в коем случае не просто мёртвый субстрат. И так же, как растение вступает в тесные взаимоотношения с насекомыми в своей верхней части, так и в области корня с грибами.

Исследования микоризы, симбиоза корней растений и грибов, привели к поразительному открытию, что большинство растений леса или луга функционально связаны между собой сетью грибов микоризы и namного

сильнее, чем это можно было бы изначально предположить, и фактически образуют единый, взаимосвязанный организм. И таким образом, эта жизнь грибов проявляет себя как то, что во организме ландшафта и вообще всей земли соответствует мозговой деятельности нашего собственного организма. Но только происходящие там процессы расщепления, процесс муравьиной кислоты, образуют основу не обособленного, как у животных и человека, самосознания, а всеобъемлющего разума, духовности природы.

Как было отмечено вначале, химия в двенадцатом классе должна «...рассматриваться в теснейшей взаимосвязи с человеком». Это вполне возможно сделать в контексте предложенной Рудольфом Штайнером темы метаморфоза щавелевой — муравьиной кислот, и при этом даже рассмотреть взаимозависимость человека и природы. Вот почему этот процесс метаморфоза подошёл бы для учебного плана каждой вальдорфской школы. Кроме этого, данной статьёй я хотел пробудить у читателей интерес к всестороннему рассмотрению этой темы, а также сделать свой вклад в дискуссию о том, как высказывания Рудольфа Штайнера сочетаются с результатами биохимических исследований и как с ними можно, дополнив гётеанистическим рассмотрением, работать на уроке.

Этот текст является сокращённой в июне 2020 года Дирком Родэ (d.rohde@waldorfschulemarburg.de), Свободная вальдорфская школа Марбург / Германия, версией статьи Клауса Фриша «Щавелевая и муравьиная кислоты», опубликованной в журнале «Erziehungskunst», № 7/8 за 1992 год, стр. 577-599; доступна онлайн в архиве периодического издания «Erziehungskunst» по ссылке: https://www.erziehungskunst.de/fileadmin/archiv_alt/1992/p008EZ-06_07-1992.pdf