

Что такое гуминовые кислоты?

Это основная органическая составляющая почвы, воды, а также твердых горючих ископаемых. Гуминовые вещества образуются при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды.

В. И. Вернадский в свое время называл гумус продуктом коэволюции живого и неживого планетарного вещества. Более развернутое определение уже в 90-х годах XX века дал профессор кафедры химии почв МГУ Д. С. Орлов: «Гуминовые вещества — это более или менее темноокрашенные азотсодержащие высокомолекулярные соединения, преимущественно кислотной природы». Из этого следует только один вывод: вплоть до сегодняшнего дня определение гуминовых веществ имело скорее философский, чем химический смысл. Причины кроются в специфике образования и строения этих соединений. Откуда же они берутся и что они собой представляют?

Образование гуминовых веществ, или гумификация, — это второй по масштабности процесс превращения органического вещества после фотосинтеза. В результате фотосинтеза ежегодно связывается около $50 \cdot 10^9$ т атмосферного углерода, а при отмирании живых организмов на земной поверхности оказывается около $40 \cdot 10^9$ т углерода. Часть отмерших остатков минерализуется до CO_2 и H_2O , остальное превращается в гуминовые вещества. По разным источникам, ежегодно в процесс гумификации вовлекается $0,6\text{--}2,5 \cdot 10^9$ т углерода.

В отличие от синтеза в живом организме, образование гуминовых веществ не направляется генетическим кодом, а идет по принципу естественного отбора — остаются самые устойчивые к биоразложению структуры. В результате получается стохастическая, вероятностная смесь молекул, в которой ни одно из соединений не тождественно другому. Таким образом, гуминовые вещества — это очень сложная смесь природных соединений, не существующая в живых организмах.

Фундаментальные свойства гуминовых веществ — это нестехиометричность состава, нерегулярность строения, гетерогенность структурных элементов и полидисперсность. Когда мы имеем дело с гуминовыми веществами, то исчезает понятие молекулы — мы можем говорить только о молекулярном ансамбле, каждый параметр которого описывается распределением. Соответственно, к гуминовым веществам невозможно применить традиционный способ численного описания строения органических соединений — определить количество атомов в молекуле, число и типы связей между ними. Выяснилась еще одна закономерность. У всех гуминовых веществ (не важно, какого происхождения) единый принцип строения. У них есть каркасная часть — ароматический углеродный скелет, замещенный функциональными группами. Среди заместителей преобладают карбоксильные, гидроксильные, метоксильные и алкильные группы. Помимо каркасной части, у гуминовых веществ есть и периферическая, обогащенная полисахаридными и полипептидными фрагментами. Гуминовые вещества одни из самых сложных по строению природных органических соединений.

Важная характеристика вещества — его химические свойства, то есть способность вступать в реакции с другими соединениями. Спектр реакций, в которые могут вступать гуминовые вещества, очень широк. Благодаря карбоксильным, гидроксильным, карбонильным группам и ароматическим фрагментам гуминовые кислоты вступают в ионные, донорно-акцепторные и гидрофобные взаимодействия. В переводе на язык химии окружающей среды гуминовые вещества способны связывать различные классы экотоксикантов, образуя комплексы с металлами и соединения с различными классами органических веществ. Тем самым они выполняют функцию своеобразных посредников, смягчающих действие загрязнений на живые организмы.

Где встречаются гуминовые вещества?

Гуминовые вещества есть почти повсюду в природе. Их содержание в морских водах $0,1\text{--}3$ мг/л, в речных — 20 мг/л, а в болотах — до 200 мг/л. В почвах гуминовых

веществ 1–12%, при этом больше всего их в черноземах. Лидеры по содержанию этих соединений — органогенные породы, к которым относятся уголь, торф, сапрпель, горючие сланцы. Второй источник гуминовых веществ — торф (его мировые запасы больше 500 млрд тонн). Наконец, третий крупномасштабный источник гуминовых веществ — сапрпель (донные отложения пресноводных водоемов, образующиеся из остатков растений и животных). Только в России его запасы составляют 225 млрд м³.

Основной метод, которым выделяют гуминовые вещества, — щелочная экстракция растворами аммиака или гидроксидами калия или натрия. Такая обработка переводит их в водорастворимые соли — гуматы калия или натрия, обладающие высокой биологической активностью. Метод практически безотходный, поэтому его широко используют и в России, и за рубежом.

Роль гуминовых кислот в природе и их использование человеком.

Сначала надо рассказать о той важной роли, которую гуминовые вещества выполняют в биосфере. Они участвуют в структурообразовании почвы, накоплении питательных элементов и микроэлементов в доступной для растений форме, регулировании геохимических потоков металлов в водных и почвенных экосистемах.

К концу XX века, одной из основных проблем которого стало химическое загрязнение окружающей среды, гуминовые вещества начали выполнять роль естественных детоксикантов. Гумусовые кислоты связывают в прочные комплексы ионы металлов и органические экотоксиканты в воде и почве. Известно, что наиболее активен свободный токсикант, связанное вещество не так опасно, поскольку теряет биодоступность/

В каких областях сегодня применяют гуминовые вещества? Чаще всего — в растениеводстве как стимуляторы роста или микроудобрения. В отличие от аналогичных синтетических регуляторов роста, гуминовые препараты не только влияют на обмен веществ растений.

При систематическом их использовании улучшается структура почвы, ее буферные и ионообменные свойства, становятся активнее почвенные микроорганизмы. Особого внимания заслуживают адаптогенные свойства — гуминовые препараты повышают способность растений противостоять болезням, засухе, переувлажнению, переносят повышенные дозы солей азота в почве. Преимущества гуминовых препаратов заключаются также в том, что они повышают усваивание питательных веществ, а значит, нужно меньше минеральных удобрений без ущерба для урожая. Также гуминовые кислоты эффективно защищают растения от гнили и других вирусных и бактериальных инфекций.

Нашли свое место гуматы и в животноводстве. Они применяются для ускорения роста животных и птиц, активизируют иммунную систему и предотвращают эпидемии.

/ Другое интересное применение гуминовых веществ — рекультивация загрязненных почв и вод. Их пытаются также применять для очистки и рекультивации территорий, загрязненных органическими веществами и нефтепродуктами, а также тяжелыми металлами. Уже разработаны и используются твердые сорбенты на основе гуминовых веществ.