

УДК 340.636.5

Полиароматические углеводороды: влияние на окружающий мир и человека

Пирожкова А.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Медико-технические информационные технологии»*

Научный руководитель: Фадеев Г.Н., д.п.н., профессор

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана

gerfad@bmstu.ru

Системы сопряженных π -электронов ПАУ объясняют их химическую стабильность. При комнатной температуре это твердые вещества с очень низкой летучестью. ПАУ растворимы во многих органических растворителях, но растворимость в воде очень низкая и уменьшается с возрастанием веса молекулы.

Имеются тысячи ПАУ соединений, каждое из которых отличается по количеству и расположению ароматических колец, а также позицией заместителей. Простейшие вещества из группы ПАУ – антрацен и фенантрен (рис. 1, рис. 2). Эти вещества не обладают токсичностью (канцерогенной), которая присуща другим ПАУ.

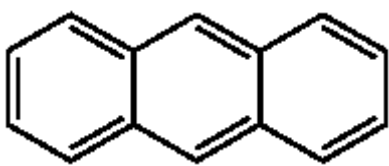


Рис. 1. Фенантрен

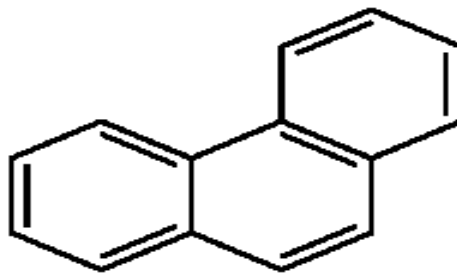


Рис. 2. Антрацен

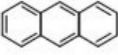
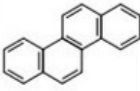
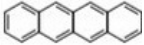
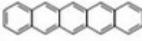
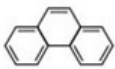
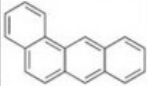
Химическое вещество		Химическое вещество	
Антрацен		Бензпирен	
Хризен		Коронен	
Коранулен		Тетрацен	
Нафталин		Пентацен	
Фенантрен		Пирен	
Трифенилен		Овален	
Бензантрацен			

Рис. 3. ПАУ соединения

Источники ПАУ разнообразны. Они встречаются в нефти, отложениях смолы и каменного угля, а также выступают в роли побочных продуктов при сгорании топлива.

Так же ПАУ повсеместно встречаются в природе. Доказано их присутствие в геологических отложениях, почве, на поверхности образцов воды, воздухе, в растительных и животных тканях. ПАУ первоначально появились в результате таких природных процессов, как лесные пожары, вулканическая активность и микробиальный синтез. Их также находят в межзвездном пространстве, в кометах, метеоритах и они являются в основе самых ранних форм жизни молекулярными маркерами.

Человеческая деятельность, приводящая к значительному выделению ПАУ, что в свою очередь ведет к сильному загрязнению на ограниченных территориях, включает высокотемпературный пиролиз органических материалов, типичный для некоторых процессов.

Физико-химические свойства соединений этого класса, такие как гидрофобность, стабильность и высокая сорбционная способность способствуют их аккумуляции в природных экосистемах. Кроме того, полициклические ароматические углеводороды обладают токсичным и канцерогенным действиями на живые организмы. Всё вышеперечисленное послужило причиной выделения соединений этого класса в

категорию приоритетных загрязняющих веществ. Как загрязняющий агент они являются предметом большой обеспокоенности потому, что некоторые соединения были идентифицированы как мутагенные и тератогенные.

Полициклические ароматические углеводороды, будучи выброшенными в окружающую среду, обычно попадают в воздух. ПАУ умеренно стойки в окружающей среде и могут биоаккумулироваться. Некоторые испаряются в воздух из почвы или подземных вод и затем прилипают к микрочастицам, взвешенным в воздухе, и на данный момент имеет место недостаток данных в отношении острой и хронической токсичности наземных животных. Но, по прошествии времени, деградация в атмосферном воздухе может происходить под действием ультрафиолетовой радиации или из-за реакции с другими химическими веществами в воздухе причем, чем выше молекулярный вес, тем меньше скорость распада, в почве и воде — в результате жизнедеятельности микробов, а в живых организмах — под действием микросомальных ферментов тканей.

Среди веществ-экоотоксикантов полиароматические соединения занимают одно из первых мест по урону, наносимому окружающей среде. Утилизация этих веществ в основном сводится в лучшем случае к "захоронению" на специально отведенных для этого местах.

Бензапирен (БП) используется в качестве индикатора ПАУ так как практически всегда обнаруживается там, где присутствуют другие ПАУ. Но относительная доля содержания БП в уровне загрязнения окружающей среды невелика. Например, в выхлопных газах автомобилей средняя относительная концентрация БП по отношению к сумме всех ПАУ составляет 2,8%.

Учеными разработаны представления о циркуляции в окружающей среде канцерогенов. Поступающие из различных источников канцерогены в атмосферу, переходят в растения, загрязняют почву и попадают в корм животных и пищу человека, накапливаются в водорослях и рыбе и опять же попадают в пищу человека. Разумеется, не надо думать, что канцерогены, не подвергаются в ней никаким изменениям, когда попадают в ту или иную среду.

Токсичность ПАУ очень зависит от структуры, таким образом, высоко канцерогенные ПАУ могут быть малыми или большими. Семь ПАУ были классифицированы как вероятные человеческие канцерогены: бензантрацен, бензопирен, бензофлюорантен, бензофлюорантен, крисен, дибензантрацен и инденопирен.

ПАУ могут быть также прямо генотоксичны, при этом имеется в виду что химикаты и продукты их распада могут непосредственно взаимодействовать с генами и

вызывать повреждения ДНК. Тип воздействия ПАУ на живые организмы сильно зависит от структуры самого углеводорода и может изменяться в очень широких пределах.

Доказательства, показывающие, что ПАУ являются причиной раковых и предраковых поражений, весьма очевидны и этот класс веществ, вероятно, является главной причиной недавнего увеличения уровня заболеваемости раком в индустриально развитых странах.

За год взрослый человек с пищевыми продуктами получает в среднем около 6 мкг бензпирена (бензапирена). В пищевые продукты, ПАУ может попадать как из окружающей среды. В районах, с повышенным содержанием ПАУ в окружающей среде количество потребляемого с пищевыми продуктами бензпирена возрастает в несколько раз, что может приводить к превышению допустимой суточной дозы и плохо влиять на организм человека.

Но попадание ПАУ в пищевые продукты из окружающей среды происходит значительно реже, чем, например, образование ПАУ в процессе приготовления пищи при высоких температурах. К сожалению, дополнительным источником ПАУ в пищевых продуктах может служить упаковка.

ПАУ являются канцерогенами главным образом местного действия. При нанесении на кожу они вызывают эпителиальные опухоли, возникающие из эпидермиса или из придатков кожи, при введении через желудочный зонд — папилломы и карциномы входного отдела желудка, выстланного плоским эпителием (но не железистого желудка), при интратрахеальном введении — эпителиальные опухоли легких. Во всех этих случаях могут развиваться и саркомы. Саркомы легко индуцируются на месте введения ПАУ под кожу или в мягкие ткани. Опухоли практически любого органа могут быть индуцированы местным воздействием ПАУ.

Многие ПАУ не используются в принципе. Но для геохимиков понимание присутствия ПАУ в геологических образцах приводит к установлению типа отложений окружающей среды, делая ПАУ потенциально полезными в качестве биомаркеров, некоторые используются в медицине, для производства красок, пластиков и пестицидов.

И в заключение хотелось бы добавить, очевидно, из приведенного обзора, что, несмотря на некоторую полезность ПАУ, их экологическая и токсикологическая опасность является предметом острой озабоченности и концентрация их должна быть сильно снижена в окружающей среде, а в лучшем случае они должны быть из нее полностью ликвидированы.

Список литературы

1. Вронский В.А. Прикладная экология: учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 1996. 512 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2002. 256 с.
3. Геннадиев А.Н., Козин И.С., Шурубор Е.И. Динамика загрязнения почв полициклическими ароматическими углеводородами и индикация состояния почвенных экосистем // Почвоведение. 1990. № 10. С. 75-85.
4. Сейц И.Ф., Князев П.Г. Молекулярная онкология: Руководство для врачей. Л.: Медицина, 1986. 352 с.