

ГЕНЕЗИС И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ФУЛЬВОКИСЛОТ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ТАЙГИ

Яшин И. М., Карпухин А. И.

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедры экологии и почвоведения
Москва, Тимирязевская ул., 49, тел.: (495)976-45-60
imja2005@mail.ru*

В докладе систематизированы фактические материалы авторов и литературные сведения о генезисе и функциях фульвокислот (ФК) подзолистых почв тайги. Рассматриваются химическое и биогеохимическое направления в исследовании ФК. Биогеохимическое направление разрабатывается, в частности, специалистами Тимирязевской школы почвоведов и экологов (Кауричев, Яшин 1974, 1989, 1997; Фокин, 1975, 1986, 2004; Карпухин, 1986, 1998; Яшин, 1973, 1993, 2004, 2005). Анализируются процессы формирования, трансформации и водной миграции компонентов водорастворимых органических веществ (ВОВ) в ландшафтах тайги. При этом ФК рассматриваются как один из специфических компонентов ВОВ. Оценивается их роль в биогеохимической мобилизации и водной миграции ионов щелочноземельных и тяжелых металлов (продуктов почвообразования и антропогенеза) в раствор и активное участие в химическом загрязнении почв и водоемов.

Изложена методология исследования нативных форм ФК. Она основывается на системном подходе и применении комплекса почвенно-экологических и физико-химических методов: радиоактивных индикаторов (изотоп ^{14}C), сорбционных лизиметров, хроматографии и унифицированной нами аналитической схемы W. Forsyth с использованием низкозольного активированного угля «карболен». Приводится информация по составу и свойствам ВОВ в почвах Архангельской области, Подмосковье, Республиках Карелия и Коми. Установлено, что ФК более интенсивно формируются в почвах подзоны южной тайги, а в средней – в подзолах песчаных иллювиально-железистых. Вы-

явлено определенное динамическое равновесие в составе ВОВ между ФК и индивидуальными органическими веществами фотосинтетической природы. Показано, что ФК имеют ярко выраженные кислотные, аллелопатические и комплексообразующие свойства.

Рассматриваются вероятные механизмы формирования ФК в почвах подзолистого типа – ассоциативный, миграционный и комплексообразовательный. При масштабной биodeградации в почве ВОВ происходит уменьшение их разнообразия и отбор устойчивых фрагментов. Из последних, по-видимому, формируются молекулярные структуры ФК с участием гидратированных ионов железа в условиях высокой почвенной кислотности и дефицита ионов Ca^{2+} . Отмечено, например, что в составе мобильных железо-фульватных комплексов диагностировано 53–67% ионов Fe (III), прочно связанных органическими лигандами. Формирование комплексов заметно повышает подвижность железа. Состав продуктов реакций зависит от соотношения ФК и ионов металла. Введение в водный раствор, содержащий железо-фульватные комплексы, низких концентраций $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ вызывает распад ассоциатов с образованием мономеров (Яшин, 1993). Реакции комплексообразования наряду с перегруппировкой структур ФК сопровождаются рН-эффектом – подкислением раствора (Карпухин, 1986). Миграционный механизм образования новых молекулярных структур ФК обнаружен и изучен нами в подзолистых почвах подзон южной и средней тайги. ФК чаще всего диагностируются после миграции ВОВ через почвенные сорбционные барьеры (A_0A_1 ; A_1 и B_f). В основе указанного механизма лежат, очевидно, реакции сорбции, комплексообразования и гетерогенного катализа. Однако пока неясно, образуются ФК, например, в гор. B_{th} in situ или же их структурные мономерные фрагменты привносятся из лесной подстилки в иллювиально-железистый горизонт и здесь происходит сорбция и достройка молекул ФК. Мобильные низкомолекулярные фракции ФК выполняют «защитную» роль в модификации и стабилизации коллоидных систем Si, Fe, Al, Mn; с участием ФК наблюдается их миграция в почвах и

речных водах (Яшин, 1972, 1992; Варшал, с соавт. 1976, 1988). Представляется, что компоненты ВОВ и ФК отражают один из экологических механизмов адаптации таежной биоты к экстремальным (холодным, элювиальным с сезонным переувлажнением) условиям существования.

GENESIS AND ECOLOGICAL FUNCTIONS OF FULVOACIDS IN PODZOLIC SOILS WITHIN THE TAIGA ZONE

Yashin I. M., Karpukhin A. I.

*Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, department of ecology and soil science, Timiryazevskaya str. 49, tel. (495) 976-45-60
imja2005@mail.ru*

The authors systematized original and literature data with the view of giving the idea about the genesis and functions of fulvoacids (FA) in podzolic soils occupied the taiga zone. Under consideration are chemical and biogeochemical trends in FA studying. The biogeochemical trend has being elaborated by specialists of the school of soil scientists and ecologists in Timiryazev Agricultural Academy in particular (Kaurichev, Yashin, 1974, 1989, 1997; Fokin, 1875, 1986, 2004; Karpukhin, 1986, 1998; Yashin, 1973, 1993, 2004, 2005). Such processes as the formation, transformation and migration of the water-soluble organic substances (WSOS) are comprehensively examined in taiga landscapes. Fulvoacids are considered as one of specific WSOS components. They are very active in biogeochemical mobilization and water migration of alkaline earth and heavy metals (as products of soil formation and anthropogenesis) into the soil solution to be a cause for chemical pollution of soils and water reservoirs.

Under consideration is the methodology to study the native FA forms. It is based upon a system approach and a complex of soil-ecological and physic-chemical methods, including radioactive indicators (^{14}C isotope), sorption lysimeters, chromatography and W. Forsyth's analytical scheme modified by the authors to use the low-ash absorbent coal "carbolen". The information is given to show the

composition and properties of the water-soluble organic substances in soils of Arkhangelsk and Moscow regions, in Republics of Karelia and Komi. It is established that fulvoacids are intensively formed in soils within the southern taiga subzone as well as in illuvial-ferruginous sandy podzols within the middle taiga subzone. A definite dynamic equilibrium between FA and individual organic substances by photosynthetic nature was found in the WSOS composition. It is also shown that fulvoacids reveal clearly expressed acidic, allelopathic and complex-forming properties.

Under consideration are also probable mechanisms responsible for the FA formation in soils of podzolic type such as associative, migratory and complex-forming ones. When WSOS display a higher biodegradation, its diversity becomes lower and only the most stable fragments remain, to form molecular FA structures combined with hydrated iron ions under conditions of higher soil acidity and deficiency of Ca^{2+} ions. It is worth of note that in the composition of mobile iron-fulvate complexes Fe (III) ions in the amount of 53–67% are fixed as firmly connected with organic ligands. The complex formation is conducive to increasing the iron mobility. The composition of reaction products is dependent on the ratio between fulvoacids and metal ions. The low concentration of $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ added into the soil solution containing iron-fulvate complexes promotes the decay of associates, thus forming monomers (Yashin, 1993). The reactions of complex formation and regrouping of FA structures are accompanied by pH-effect – solution acidification (Karpukhin, 1986). Migratory mechanism responsible for the formation of new molecular FA structures has been comprehended in podzolic soils within southern and middle taiga subzones. Fulvoacids are frequently diagnosed after WSOS migration through soil sorption barriers (A_0A_1 ; A_1 and B_f). It is obvious that the above mechanism is based on reactions of sorption, complex formation and heterogenous katalysis. However, it is not clear in the meanwhile, whether the fulvoacids are formed *in situ* in the B_{th} horizon or their monomeric fragments are involving into the illuvial-ferruginous horizon from the forest litter, thus causing the sorption and formation of FA molecules. Mobile

low-molecular FA fractions play a “protecting” role in modification and stabilization of Si, Fe, Al, Mn colloidal systems; in soils and river waters they are migrated together with fulvoacids (Yashin, 1972, 1992; Varshal et.al., 1976, 1988). It seemed reasonable to conclude that WSOS and FA components reflect one of ecological mechanisms for adaptation of taiga biota to extreme conditions (severe cold, eluvial conditions with seasonal overmoistening).