

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный комплекс исследований по анализу, классификации и прогнозу свойств гумусовых кислот позволил продемонстрировать масштабность и нетривиальность проблем, возникающих при применении количественных подходов к описанию строения и свойств объектов стохастического характера.

В своей работе в поисках способа численного описания строения гумусовых кислот мы остановились на комплексе *интегральных (характеризующих вещество в целом)* дескрипторов состава, отвечающих трем иерархическим уровням структурной организации органических соединений: элементному, фрагментному и молекулярному. При этом использование *интегральных дескрипторов состава* преследовало цель обеспечить *фундаментальность* (общность) характеризуемого признака и *воспроизводимость* соответствующего параметра, а их *комплекса* – повысить уровень *специфичности* описания строения в терминах состава. Предполагалось, что определяя такие дескрипторы с помощью соответствующих методов анализа, удастся решать задачи классификации и прогноза свойств гумусовых кислот.

Реализации данного подхода на практике предшествовало формирование представительной выборки препаратов с широким разнообразием строения и свойств. Для данной выборки необходимо было провести комплекс определений элементного, структурно-группового и молекулярно-массового состава в условиях, обеспечивающих достоверность информации о распределении интегрального признака как части от целого (содержание элементов от общей массы препарата, содержание углерода или водорода в основных фрагментах от общего). Предстояло также количественно охарактеризовать свойства, наиболее актуальные с позиций практической значимости получаемых прогностических моделей, что обусловило выбор связывающих и детоксицирующих свойств.

Получение необходимой аналитической информации потребовало привлечения широкого спектра физико-химических методов. Комплексный анализ гумусовых кислот в рамках единого методологического подхода

(требование интегральности к получаемым дескрипторам) и с использованием представительной выборки препаратов позволил осуществить верификацию данных о составе гумусовых кислот, получаемых разными методами. В результате был выявлен целый ряд нерешенных методических проблем, обусловленных стохастическим характером объекта, что потребовало существенной модификации существующих или создания новых методик анализа. Получению количественных характеристик связывающих и детоксицирующих свойств гумусовых кислот также предшествовал этап выбора и оптимизации соответствующих методик. Применение концепции связывания/комплексообразования для описания процесса детоксикации экотоксикантов гумусовыми кислотами позволило использовать единый интерпретационный аппарат – расчет констант связывания и детоксикации – для оценки связывающих и детоксицирующих свойств гумусовых кислот.

Применение созданного массива интегральных дескрипторов оказалось весьма эффективным для решения задач классификации гумусовых кислот по происхождению и фракционному составу. При этом максимальной дискриминирующей способностью обладали комплексы дескрипторов разных уровней структурной организации (элементного и молекулярного, элементного и фрагментного), тогда как среди дескрипторов одного уровня самой высокой дискриминирующей способностью обладали дескрипторы молекулярно-массового состава. Полученные результаты позволили продемонстрировать эффективность предложенного подхода к численному описанию строения гумусовых кислот для решения задач классификации по происхождению и фракционному составу.

Однако вскрылись его существенные ограничения при использовании для прогностического моделирования свойств. Это может быть обусловлено отсутствием тесной взаимосвязи между дескрипторами состава и прогнозируемыми свойствами, а также существенным влиянием экспериментальных погрешностей на определяемые значения дескрипторов и прогнозируемых свойств. Данные факторы приводят к снижению прогностической способности рассчитываемых моделей. Поэтому необходимо дальнейшее развитие подходов для работы с такими массивами

данных. Кроме того, улучшению качества получаемых моделей может способствовать использование более информативных дескрипторов, рассчитываемых из данных двумерной спектроскопии ЯМР. Существенному прогрессу в этой области может способствовать развитие методов фракционирования гумусовых кислот, что позволит снизить неоднородность исходного объекта и повысить уровень информативности получаемых структурных дескрипторов.

Опираясь на результаты проведенных исследований, к наиболее приоритетным направлениям в области анализа гумусовых кислот мы относим дополнение и расширение базы данных по интегральным дескрипторам состава как за счет введения новых препаратов, так и применения новых методов анализа. Эта задача наиболее важна с точки зрения выработки классификационных признаков гумусовых кислот по химическому строению. и для повышения прогностической способности моделей строение-свойство. Их появление – залог широкому практическому использованию гуминовых материалов как детоксикантов природного происхождения и созданию лекарственных препаратов на их основе.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Разработана общая методология анализа гумусовых кислот и численного описания их строения в терминах состава (трактуемого в самом широком смысле – элементного, структурно-группового, молекулярно-массового) с помощью дескрипторов, удовлетворяющих критериям фундаментальности, воспроизводимости и специфичности. Выдвинут тезис о возможности распространить предложенный методологический подход на все органические объекты стохастического характера.
2. Разработано методическое обеспечение для определения элементного, структурно-группового и молекулярно-массового состава гумусовых кислот, включающее комплекс соответствующих методик, а также способов и средств (программное обеспечение) свертки полученной информации для расчета дескрипторов состава. К числу авторских разработок принадлежат способ определения элементного состава в расчете на беззольную безводную пробу, выбор количественных условий регистрации  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектров, ПМР-методика совместного определения водорода скелетных фрагментов и функциональных групп, теоретическое обоснование выбора полидекстранов в качестве образца сравнения для определения молекулярных масс, программное обеспечение для обработки гель-хроматографических и спектроскопических данных, позволяющее рассчитывать дескрипторы состава.
3. На основании систематических исследований, выполненных в рамках единого методологического подхода, заложена фактологическая основа для разработки классификации гумусовых кислот по закономерностям их химического строения в виде обширного массива дескрипторов элементного, структурно-группового и молекулярно-массового состава, сформированного для представительной выборки гумусовых кислот различного происхождения и фракционного состава.
4. Решена задача классификации гумусовых кислот по источнику происхождения и фракционному составу путем использования интегральных дескрипторов состава, описывающих элементный, фрагментный и молекулярный уровни структурной организации органических объектов и выявлены дескрипторы состава, обладающие максимальной дискриминирующей способностью по указанным признакам.

5. На основании применения концепции комплексообразования/связывания для описания процессов детоксикации тяжелых металлов и органических экотоксикантов гумусовыми кислотами предложен способ количественной оценки детоксицирующих свойств гумусовых кислот с помощью констант детоксикации.
6. На основании систематических исследований по определению констант устойчивости комплексов (связывания) гумусовых кислот с Hg(II), ПАУ и атразином с использованием аналитических методов и биотестирования сделан вывод о комплексообразовании (связывании) как основном механизме детоксикации Hg(II) и ПАУ гумусовыми кислотами и о принципиально иной природе их детоксицирующего действия по отношению к атразину.
7. Разработаны методические подходы к прогностическому моделированию связывающих и детоксицирующих свойств гумусовых кислот по отношению к различным экотоксикантам на основании дескрипторов состава, в рамках которых обоснованы требования к минимальному размеру выборки препаратов, определен наиболее эффективный метод регрессионного анализа, разработано соответствующее программное обеспечение.

## ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Автор выражает самую глубокую и искреннюю признательность своим ученикам, соратникам и единомышленникам, чей труд и вдохновение легли в основу этой работы: Н.А. Куликовой и А.В. Кудрявцеву, взявшим на себя титанический труд по подготовке диссертации к печати; Д.В. Ковалевскому и Д.М. Жилину, принявшим активное участие в обсуждении и рецензировании глав диссертации, а также Н.Ю. Гречищевой, Н.Н. Данченко и М.А. Анисимовой. Самая глубокая признательность В.С. Петросяну – за постоянный интерес к работе и дарованную свободу творчества; А.В. Гармашу и А.Б. Пермину – за неоценимый вклад в формирование теоретического фундамента данной тематики; Г.Ф. Лебедевой – за радость совместного творчества и взаимопонимание; Д.Н. Маторину, П.В. Венедиктову, В.В. Фадееву, Е.М. Филипповой и А.А. Позизовскому – за многолетнее плодотворное сотрудничество; Ф. Фриммелю, Г.Аббт-Браун и С. Хессе – за сотрудничество и помощь в работе; Ю.А. Устынюку – за негибкую поддержку “супрамолекулярной химии”; Г.Н. Коваль – за дружбу и неоценимую помощь в создании базы данных по литературе; Норберту Херткорну и Филиппу Шмитт-Копплину – за дружбу, сотрудничество и преданность общей научной идее; В.М. Бограду, нашему доброму гению, – за живое и деятельное участие в практическом осуществлении наших мечтаний; Е.К. Ивановой, Т.В. Поленовой и С.М. Черняку, моим первым научным руководителям, за науку о гумусовых кислотах; Е.Д. Гопиус, С.В. Пономареву, П.И. Демьянову, Л.Г. Сагиновой, И.Д. Ильиной – моим коллегам, за искренний интерес к нашей работе; Матвею Юдову, Володе Холодову, Ане Царьковй, Грише Филонову и Тане Беловой, моим студентам и аспирантам, – за неустанный труд; моим друзьям, родным и близким – за веру, помощь и долготерпение, а также всем, кто своим советом, интересом и дружеским участием способствовал воплощению данной работы.

Глубочайшая и искренняя благодарность академику Ю.А. Золотову, позволившему вовлечь себя в дискуссию о гумусовых кислотах.

Автор выражает также признательность организациям, оказавшим финансовую поддержку при выполнении данной работы:

Российскому Фонду Фундаментальных Исследований (гранты №96-04-49838 и №98-03-33186а); Фонду Сороса (гранты NBN000 и NBN300); DAAD (грант 1996 г. на участие в 30 Международном Семинаре при Университете Карлсруэ, ФРГ), INTAS (грант INTAS-1997 №1129); BMBF (грант RUS-143/97),

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аммосова Я.М. и Балаганская Е.Д.//Почвоведение, 1991, 7, С.29-39.
2. Анисимова М.А, Перминова И.В. и Лебедева Г.Ф.//Почвоведение, 1988, 9, С.1079-1084.
3. Бельский Б.Г. и Виленчик Л.З. Хроматография полимеров. М., 1978.
4. Бобырь Л.Ф.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1980, 7, С.54-63.
5. Бугаевский А.А. и Холин Ю.В.//Вестник Харьковского Университета, Харьков, ХГУ, 1989, 340, С.85.
6. Булгакова М.П. и Приходько Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1983, 9 С.15-18.
7. Варшал Г.М., Бугаевский А.А., Холин Ю.В. и др.//Химия и технология воды, 1990, 12(11), С.979-986.
8. Варшал Г.М. и Буачидзе Н.С.//Ж. Аналит. Химии, 1983, 38(12), С.2155-2167.
9. Варшал Г.М., Велюханова Т.К., Кошечева И.Я.//Геохимическая роль гумусовых кислот в миграции элементов. В сб. "Гуминовые вещества в биосфере", М., Наука, 1993, С.97-116.
10. Варшал Г.М., Велюханова Т.К., Сироткина И.С. и др.//Гидрохим. материалы, 1973, 59, С.143-151.
11. Варшал Г.М., Инцкирвели Л.Н., Сироткина И.С., Колосов И.В.//Геохимия, 1975, 10, С.1581-1584.
12. Варшал Г.М., Махарадзе Г.А., Велюханова Т.К., Супаташвили Г.Д.//В кн.: Химический анализ морских осадков. М.: Наука, 1980, С.168-175.
13. Варшал Г.М., Кошечева И.Я., Сироткина И.С. и др.//Геохимия, 1979, 4, С.598-607.
14. Вишнякова О.В., Егорова Р.А. и Чимитдоржиева Г.Д.//Тез. докл. II съезда почвоведов. С-Петербург, книга 1, 1996, С.150-151.
15. Гончарова Т.О., Кужекова Н.И., Титькова Е.Н., Капоин В.Т.//Гидрохимические Материалы, 48, С.103-111.
16. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. М.: Изд. СССР-США СП "ParaGraph", 1990. 160 С.
17. Горбань А.Н. и Россиев Д.А.//Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск, Наука, 1996. 276 С.
18. Григорьева Е.А. и Кухаренко Т.А.//Методы анализа и контроля производства в химической промышленности. 1968, т. 13, С.10.
19. Данченко Н.Н.//Функциональный состав гумусовых кислот, определение и взаимосвязь с реакционной способностью. Дисс. канд. хим. наук., Москва, 1997, 138 С.

20. Дмитриев Е.А.//Математическая статистика в почвоведении. М.: МГУ, 1995, 320 С.
21. Драгунов С.С.//Труды почв. инст. им. Докучаева, 1951, т. 38, С.86-98.
22. Едигарова И.А., Красюков В.Н., Лапин И.А., Никаноров А.М.//Водн. Рес., 1989, 4, С.122-129.
23. Жилин Д.М. и Перминова И.В.//Природа, 2000, 11, С.43-50.
24. Жилин Д.М., Перминова И.В., Петросян В.С.//Ж. Экологич. Химии, 1996, 5(2), С.131-137.
25. Жилин Д.М., Перминова И.В., Петросян В.С.//Вестник МГУ, сер. 2. Химия, 2000, 41(3), С.214-215.
26. Захаренко В.А.//Гербициды, М., 1990, 238 С.
27. Зырин Н.Г. и Обуховская Т.Д.//Агрохимия, 1980, 7, С.126-138.
28. Зырин Н.Г., Овчинникова М.Ф., Орлов Д.С.//Агрохимия, 1964, 4, С.168.
29. Карпухин А.И и Фокин А.Д.//В кн.: Особенности почвенных процессов дерново-подзолистых почв. М., 1977, С.102-114.
30. Кауричев И.С., Карпухин А.И., Степанова Л.П.//В кн.: Особенности почвенных процессов дерново-подзолистых почв. М., 1977, С.5-21.
31. Кирсо У.Э., Стом Д.И., Белых Л.И., Ирха Н.И.//Превращение канцерогенных веществ в гидросфере. 1988, Валгус, Таллин, С.214.
32. Когут Б.М.//Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора с-х наук. М., 1996.
33. Комиссаров И.Д. и Логинов Л.Ф.//Труды Тюменского СХИ, 1970, XIV, С.131.
34. Коршун М. О. и Гельман Н.Э.//Новые методы элементного анализа. М.-Л., Госхимиздат, 1949, С.19-25
35. Кулик А.Ф. и Гороява А.И.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1980, 7, С.151-158.
36. Куликова Н.А., Перминова И.В., Лебедева Г.Ф., Маторин Д.Н.//Вестник МГУ, сер.16, Биология, 1997, 2, С.36-41.
37. Кумок В.Н.//Закономерности в устойчивости координационных соединений в растворах. Томск, Изд. Томского Ун-та, 1977, 270 С.
38. Кухаренко Т.А.//О молекулярной структуре гуминовых кислот. В сб., Гуминовые вещества в биосфере. М., Наука, 1993, С.28-35.
39. Кухаренко Т.А.//ЖАХ, 1948, 3(3), С.181-185
40. Кухаренко Т.А. и Бороздина Л.А.//Коллоидн. журн., 1949, 11(4), с. 244-250.
41. Кухаренко Т.А. и Бороздина Л.А.//Коллоидн. журн., 1949, 11(4), С.244-250.
42. Кухаренко Т.А.//ЖАХ, 1948, 3(3), С.181-185.



43. Кухаренко Т.А.//Хим. Тверд. Топл., 1937, 8(9), С.803-813.
44. Кухаренко Т.А.//Хим. Тверд. Топл., 1937, 8, 12, С.1064-1072.
45. Кушнарев Д.Ф.// Количественная спектроскопия ядерного магнитного резонанса природного органического сырья и продуктов его переработки. Дисс. докт. хим. наук. Иркутск, 1997, 267 С.
46. Лапин И.А. и Красюков В.Н.//Водн. рес., 1991, 3, С.195-199.
47. Лебедева Г.Ф. и др.//Экологические аспекты применения гербицидов.//М.: МГУ, 1990, 208 С.
48. Линник П.Н. и Набиванец Б.И.//Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л., Гидрометеиздат, 1986, 268 С.
49. Логинов Л.Ф. и Комиссаров И.Д.//В кн.: Гуминовые препараты. Тюменский с-х ин-т. Научные труды. XIV, 1971, 266 С.
50. Лурье Ю.Ю.//Справочник по аналитической химии. М., "Химия", 1989.
51. Махарадзе Г.А., Варшал Г.М., Супаташвили Г.Д.//Сообщ. АН Груз. ССР, 1982, 106(3), С.517-520.
52. Методы количественного органического элементного микроанализа. Под ред. Гельман Н.Э., М., Химия, 1987, 252 С.
53. Михайленко В.И. и Михальчук В.В.//Ж. Прикл. Спектр., 1987, 46(4), С.535-543.
54. Назарова А.В.//Науч. труды Ленингр. с-х ин-та, 1978, 354, С.35-42.
55. Овчинникова М.Ф.//Химия гербицидов в почве. М.: МГУ, 1987, 109С.
56. Онуфриенок И.П. и Солодовникова Р.С.//Труды Томск. Ун-та, 1961, 170, С.163-169.
57. Орлов Д. С.//В сб.: Гуминовые вещества в биосфере. М., Наука, 1993, С.16-27.
58. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. Изд-во МГУ, М., 1990, 325С.
59. Орлов Д.С. и Гришина Л.А.//Практикум по химии гумуса. М., МГУ, 1981, С.119-126.
60. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Саврова А.Л.//Докл. РАН, сер. "Геохимия", 1995, 345(4), С.1-3.
61. Орлов Д.С.//Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. Изд-во МГУ, М., 1990, 325 С.
62. Орлов Д.С.//Химия почв. М., Изд-во МГУ, 1992, 259С.
63. Паркер С.//Фотолюминесценция растворов. М.: "Мир", 1972. 510С.
64. Перминова И.В., Данченко Н.Н., Яценко Н.Ю., Лебедева Г.Ф., Ковалевский Д.В, Куликова Н.А., Филиппова О.И., Венедиктов П.С., Полюнов В.А.//Материалы международного конгресса "Вода: экология и технология", Москва, 6-9 сент. 1994, 4, С.1136-1143.

65. Перминова И.В., Ященко Н.Ю., Полынов В.А., Петросян В.С., Венедиктов П.С.//Экологическая химия, 1995, 4(3), С.234-238.
66. Першина И.В., Вермул В.М., Поленова Т.В., Иванова Е.К.//Вестник МГУ, сер. 2, Химия, 1989, 30, С.176-182.
67. Полынов В.А.//Разработка и применение флуоресцентных методов биотестирования токсичности природных и сточных вод. Дисс. канд. биол. наук, М., 1992.
68. Потапов В.М., Татаринчик С.Н.//Органическая химия. М., Изд-во "Химия", 1976, 381 С.
69. Приходько Л.А., Горювая А.И., Глоба М.П., Кулик А.Ф.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1968, 7, С.243-245.
70. Рабинович В.А. и Хавин З.Я.// Краткий химический справочник. Л., "Химия", 1977, 150 С.
71. Рузавин Г.И.//Методология научного исследования. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999, 317 С.
72. Сиггиа С. и Ханна Дж.Г.//Количественный органический анализ по функциональным группам. М.: Химия, 1983, С.132-135.
73. Сироткина И.С., Варшал Г.М., Лурье Ю.Ю., Степанова Н.П.//Ж. аналит. химии, 1974, 29(8), С.1626-1632.
74. Сироткина И.С., Загудаева Н.С., Варшал Г.М.//Гидрохим. мат., 1973, 57, С.153-163.
75. Скуг Д. и Уэст Д.//Основы аналитической химии. М., Мир, 1979, т.1, С. 425-432.
76. Смирнов М.Б. и Крапивин А.М.//В кн.: Методы исследования состава органических соединений нефти и битумоидов. 1985, С.138-181.
77. Соколов М.С. и Галиулин Р.В.//Микробиологическое самоочищение почвы от пестицидов. М., 1987, 102 С.
78. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога. М.: Медицина, 1990, 337 С.
79. Степанова И.К. и Комов В.Т.//Экология, 1996, 3, С.198-202.
80. Стадников Г.Л., Сысков К.И., Ушакова А.А.//Хим. Тверд. Топл., 1934, 7(6), С.581-589.
81. Сысков К.И. и Кухаренко Т.А.//Заводск. лаб., 1947, 13(1), С.25-28.
82. Сысков К.И.//Хим. Тверд. Топл., 1936, 7(6), С.566-574.
83. Ткаченко Л.К., Филиппова Т.В., Горювая А.И., Давыдовский А.А., Сулиман Г.Ф. и Христева Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, и животноводство, 1977, 6, С.31-45.
84. Тенфорд Ч.//Физическая химия полимеров. М.: Химия, 1965, С.25.

85. Фокин А.Д., Бобыр Л.Ф., Епишина Л.Е., Кравцова Л. и Христева Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1975, 5, С. 115-117.
86. Фокин А.Д. и Карпухин А.И.//Изв. ТСХА, 1972, 1(132), С.19-21.
87. Фритц Дж. и Шенк Г.//Количественный анализ. М.: Мир, 1978, 227 С.
88. Христева Л.А., Горовая А.И. др.//Способ детоксикации ядохимикатов. Авторское свидетельство №460037, 1974.
89. Христева Л.А., Старостин А.Н., Улитина В.П.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1968, 3, С.136-142.
90. Христева Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1962, 2, С.123-129.
91. Христева Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1968, 3, С.13-27.
92. Христева Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1973, 4, С.5-23.
93. Христева Л.А.//Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, 1977, 6, С.25-27.
94. Христева Л.А.//Труды почвенного ин-та им. В.В.Докучаева, Академия Наук СССР, 1951, 38, С.108-184.
95. Цуканова В.М. и Тихомолова К.П.//Колл. Ж., 1996, 58(5), С.705-712.
96. Яценко Н.Ю, Перминова И.В., Петросян В.С., Филиппова Е.М., Фадеев В.В.//Вестник МГУ, сер. 2. Химия, 1999, 40, С.188-193.
97. Abbt-Braun G., Schmiedel U., Frimmel F.H.//Vom Wasser. В, 1990, 75, P.59-73.
98. Ahard F.//Grell's Chem. Ann., 1786, 2, P.391.
99. Aiken G.R. and Gillam A.H.//In: Humic Substances II, 1989, Hayes M.H.B., MacCarthy P., Malcolm R.L., and Swift R.S. (Eds.) John Wiley&Sons Ltd., P.516-543
100. Allard B. and Arsenie I.//Water, Air and Soil Pollut., 1991, 56, P.457-464.
101. Ashley J.T.F.//Chemosphere, 1996, 33(11), P.2175-2187.
102. Bakhus D.A. and Gschwend P.M.//Environ. Sci. Technol., 1990, 24, P.1214-1223.
103. Barton D.H.R. and Schnitzer M.//Nature, 1963, 198(4876), P.217-218.
104. Bender M.E., Matson W.R., Jordan S.A.//Environ. Sci. Technol., 1970, 4(6), P. 520.
105. Benedetti M.F., Riemsdijk W.H., Koopal Luuk K., Kinniburgh D.G., Goody D.C., Milne C.J.//Geochim. Cosmochim. Acta, 1996, 60(14), P.2503-2513.
106. Berg C.M.G. and Kramer J.R.//Anal. Chim. Acta, 1979, 106, P.113-120.
107. Beyer L.//Z. Pflanzenernahr. Bodenk., 1996, 159, P.527-539.
108. Black M.C. and McCarthy J.F.//Environ. Toxicol. Chem., 1988, 7, P.593-600.

109. Bollag, J.-M. and K. Mayers//*Sci. Total Environ.*, 1992, 117/118, P.357-366.
110. Bonn B.A. and Fish W.//*Environ. Sci. Technol.*, 1991, 25, P.232.
111. Bowles E.C., Antweiler R.C., MacCarthy P.//In: Humic substances in the Suwannee river, Georgia, Interactions, properties, and proposed structures. Averett R.C., Leenheer J.A., McKnight D.M., and Thorn K.A. (Eds.) U.S. Geological survey water-supply paper
112. Bresnahan W.T., Grant C.L., Weber J.H.//*Anal. Chem.*, 1978, 50(12), P.1675-1679.
113. Brooks J.D. and Sternhell S.//*Austr. J. Appl. Sci.*, 1957, 8, P.206-221.
114. Brown D.C. and Flagg E.W. //*J. Environ. Qual.*, 1981, 10, P.382-386.
115. Buchwalter D.B., Linder G., Curtis L.R.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1996, 15(4), P.568-573.
116. Buddrus J., Burba P., Herzog H., Lambert J.//*Anal. Chem.*, 1998, P.628-631.
117. Buffle J., Deloedey M.D., Haerdi L.// *Anal. Chim. Acta*, 1978, 101, P.339.
118. Carlberg G.E. and Martinsen K.//*Sci. Total Environ.*, 1982, 25, P.245-254.
119. Carter C.W. and Suffet I.H.//*Environ. Sci. Technol.*, 1982, 16, P.735-740.
120. Celis R., Cornejo J., Hermosin M.C., and Koskinen W.C.//*Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1997, 61, P.436-443.
121. Chaney K. and Swift R.S.//*J. Soil Sci.*, 1984, 35, P.223-230.
122. Chen S., Inskeep, W.P., Williams S.A., Callis P.R.//*Environ. Sci. Technol.*, 1994, 28, P.1582-1588.
123. Cheshire M.V.//*Nature and origin of carbohydrates in soils*. Academic press, London, 1970, 323P.
124. Chin Yu.-P. and Gschwend P.M.//*Environ. Sci. Technol.*, 1992, 26, P.1621-1626.
125. Chin Yu.-P. and Weber W.I.//*Environ. Sci. Technol.*, 1994, 28, P. 1853.
126. Chin Yu.-P., Aiken G., and O'Loughlin E.//*Environ. Sci. Technol.*, 1994, 28, P.1853-1858.
127. Chiou C.T., Kile D.E., Brinton T.I., Malcolm R.L.//*Environ. Sci. Technol.*, 1987, 21, P.1231-1234.
128. Chiou C.T., Malcolm R.L., Brinton T.I., Kile D.E.//*Environ. Sci. Technol.*, 1986, 20, P.502-508.
129. Choudhry G.G. and Webster, G.R.B.//*Toxicol. Environ. Chem.*, 1989, 23, P. 227-242.
130. Clar E.//*Polycyclic Hydrocarbons*. Academic Press, London and New York, 1964, P. 442.
131. Clark F.E. and Tan K.H.//*Soil Biol. Biochem.*, 1969, 1, P. 75.
132. Conte P., Piccolo A., Van Lagen B., Buurman P. and De Jager P.A.//*Geoderma*, 1997, 80, P.327-338.
133. Cook R.L. and Langford C.H.//*Environ. Sci. Technol.*, 1998, 32, P.719-725.

134. Danielsen K.M., Chin Y.P., Buterbaugh J.S., Gustafso, T.L., Traina S.J.//*Environ. Sci. Technol.*, 1995, 29, P.2162-2165.
135. Davis J.A.//*Geochim. Cosmochim. Acta.* 1982, 46, P.2381-2393.
136. De Nobili M. and Contin M.//In: *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health.* Senesi N., Miano T.M. (Eds.) 1994. Elsevier, P.263.
137. De Nobili M., Gjessing E., and Sequi P.//In: *Humic substances II.* Hayes M.B.H., MacCarthy P., Malcolm R.L., and Swift R.S. (Eds). John Wiley&Sons Ltd. 1989, P.562-591.
138. Dell'Agnola G., Ferrari G., and Maggioni A.//*Ric. Sci.*, Part 2, 1964, B4, P.347-352.
139. Devitt E.C. and Weisner M.R.//*Environ. Sci. Technol.*, 1998, 32, P.232-237.
140. Doerffel K.//*Statistik in der analytischen Chemie.* Deutscher Verlag fuer Grundstoffindustrie GmbH, Leipzig, 1990, 258P.
141. Dubin P. and Straus U.//*J. Phys. Chem.*, 1970, 74, P.2842-2851.
142. Earl W.L., Wershaw R.L., Thorn K.A.//*J. Magn. Res.*, 1987, 74, P.264-274.
143. Eberle S.H. and Feuerstein W.//*Naturwissenschaften*, 1979, 66, P.572-573.
144. Engebretson R.R. and Wandruszka R.V.//*Environ. Sci. Technol.*, 1994, 28, P.1934-1941.
145. Ephraim J.H., Boren H., Arsenie I., Pettersson C., Allard B.//*Sci. Total Environ.*, 1989, 81/82, P.615-624.
146. Ephraim J.H., Boren H., Arsenie I., Pettersson C., Allard B.//*Sci. Total Environ.*, 1991
147. Ephraim J.H. and Marinsky J.A.//*Anal. Chim. Acta*, 1990, 232, P.171-180.
148. Ernst R.R.//*Adv. Magn. Res.*, 1966, 2, P.1-35.
149. Fan W.M., Higashi R.M., Lane A.N.//*Environ. Sci. Technol.*, 2000, 34, P.1636-1646.
150. Felbeck G.T.//*Soil Sci.*, 1971, 111(1), P. 42.
151. Fisher, N.S. and D. Frood.//*Mar. Biol.*, 1980, 59, P.85-93.
152. Freeman R., Pachler K.G.R., La Mar G.N.//*J. Chem Phys.*, 1971, 55(9), P.4586-4593.
153. Frimmel F.H., T. Gremm, and S.A. Huber.//*Sci. Total Environ*, 1992, 117/118, P.197-206.
154. Frimmel F. H., Hopp W., Quentin K.-E. Z.//*Wasser Abwasser-Forsch.*, 1985, 18, P.259-262.
155. Frund R, Haider K. and Ludemann, H.-D.//*Z. Pflanzenernahr. Bodenk.*, 1994, 157, P.29-35.
156. Frund R., Guggenberger G., Haider K., et al. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.*//1994, 157, P.175-186.
157. Frund R. and Ludemann H.-D.//*Sci. Total Environ.*, 1989, 81/82, P.157-168.

158. Fukushima M., Tanaka S., Hasebe K., Taga M., Nakamura H.//*Analyt. Chim. Acta*, 1995, 302, P. 365-373.
159. Gachrer R., Davis J.S., and Mares A.//*Environ. Sci. Technol.*, 1978, 12(13), P.14-16.
160. Gamble D.S.//*Can. J. Chem.*, 1972, 50, P. 2680-2686.
161. Gamble D.S. and Schnitzer M.//*Trace metals and metal organic interaction in natural waters. Ch. 9.* 1973, P.265-302.
162. Gamble D.S. and Khan S.U.//*Can. J. Chem.*, 1988, 66, P.2605-2617.
163. Gamble D.S., Schnitzer M., Hoffman I.//*Can. J. Chem.*, 1970, 48, P.3197-3204.
164. Gamble D.S. and Underdown A.W.//*Anal.Chem.*, 1980, 52, P.1901-1908.
165. Gauthier T.D., Seitz W.R., Grant C.L.//*Environ. Sci. Technol.*, 1987, 21, P.243-248.
166. Gauthier T.D., Shane E.C., Guerin W.F.//*Environ. Sci. Technol.*, 1986, 20, P.1162-1166.
167. Genevini P.L., Saxxhi G.A. and Borio D.//*In: Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*
168. Ghassemi M. and Christman R.F.//*Limnol. Oceanogr.*, 1968, 13, P.583-587.
169. Giesy, J.P., A. Newell, and G.J. Laversee.//*Sci. Total. Environ.*, 1983, 28, P.23-36.
170. Gillam A.H. and Riley J.P.//*Anal. Chim. Acta*, 1982, 141, P.287-299.
171. Gjessing E.T.//*Schweiz. Z. Hydrol.*, 1973, 35(2), P.286-294.
172. Gjessing E.T.//*Arch. Hydrobiol.*, 1981, 91(2), P.144-149.
173. Grainer L.K., Lafrance P., Campbell G.C.//*Chemosphere*, 1999, 38, P.335-350.
174. Grasset L. and Ambles A.//*Org. Geochem.*, 1998, 29(4), P.881-891.
175. Grover R. and Hance R.J. J.//*Soil Sci.*,1970, 109, P.136-138.
176. Guna S., Jaffe P.R., Peters C.A.//*Environ. Sci. Technol.*, 1998, 32, P.2317-2324.
177. Guy R.D. and Chackrabarti C.L.//*Can. J. Chem.*, 1976, 54, P.2600-2611.
178. Haitzer M., Hoess S., Transpurger W., Steinberg C.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1999, (in Press).
179. Harvey G.R., Boran D. A., Tokar J.M.//*Mar. Chem.*, 1983, 12, P.119-132
180. Hasset J.P. and Milicic E.//*Environ. Sci. Technol.*, 1985, 19, P.638-643.
181. Hatcher P.G.//*Org. Geochem.*, 1987, 11, P.31-39.
182. Hayashi T. and Nagai T.//*Soil Sci. Plant Nutr.*, 1962, 8(4), P.22.
183. Heiden R.W. and Aikens D.A.//*Anal. Chem.*, 1983, 55, P.2327-2332.
184. Herbert B.E., Bortsch M., Novak, J.M.//*Environ. Sci. Technol.*, 1993, 27, P.398-403.
185. Herbes S.E. //*Wat. Res.*, 1977, 11, P.493-496.

186. Herzog H., Burba P., Buddrus J. Fresenius//*J. Anal.Chem.*, 1996, 354(3), P.375-377.
187. Hesketh N., Jones M.N., and Tipping E.//*Anal. Chim. Acta*, 1996, 327(3), P.191-201.
188. Hoult D.I., Chen C.N., Eden H., Eden M.//*J. Magn. Res.*, 1983, 51(1), P.110-117.
189. Huber W.//*Microchim. Acta*, 1959, 5, P.751-755.
190. Huffman E.W.D., Stuber Jr. and H. A.//In: *Humic substances in soil, sediment and water* Aiken G.R., McKnight D.M., Wershaw R.L., MacCarthy P. (Eds.), John Wiley & Sons. N.Y., 1985, P.433-445.
191. *Humic substances in the Suwannee river, Georgia: Interactions, properties, and proposed structures.* Averett R.C., Leenheer J.A., McKnight D.M., and Thorn K.A. (Eds.) U.S.1994. Geological survey water-supply paper, 2373P.
192. Ishiwatari R.//*Chem. Geol.*, 1973., 12, P.113-126.
193. Ishiwatari R., Hamana H., Machihara T.//*Water Res.*, 1980, 14, P.1257-1262.
194. Johnsen S., Gribbestad I.S.//*Sci. Total Environ.*, 1991, 107, P.99-108.
195. Johnsen S.//*Sci. Total Environ.*, 1987, 67, P.269-278.
196. Kanitskaya L.V., Ivanova N.V., Gorokhova V.G., Babkin V.A.//*Chem. Sustainable Develop.*, 1996, 4, P.275-280.
197. Karickhoff S.W., Brown D.S., Scott T.A.//*Water Res.*, 1979, 3, P.241-248.
198. Katchalsky A. and Gillis G.//*Rec. Trav. Chim.*, 1950, 69, P.192-208.
199. Katchalsky A., Shavit N., Eisenberg H.//*J. Polymer Sci.*, 1954, 13, P. 69-78.
200. Khan S.U.//*Soil Sci.*, 1970, 109(4), P.227-228.
201. Khan S.U.//*Soil Sci.*, 1971, 112, P.401-408.
202. Khan S.U.//*J. Environ. Sci. Health. Sec. B.*, 1980, 15, P.1071-1020.
203. Kinchesh P, Powlson D.S., Randall E.W.//*European J. Soil Sci.*, 1995, 46, P.125-138.
204. Kleinhempel D.//*Albrecht-Thaer-Archiv.*, 1970, 14(1), P.3-14.
205. Knight S.A.//*Chem. Ind.*, 1967, 45, P.1920-1923.
206. Knulst J.C., Boershke R.C., Loemo S.//*Environ. Sci. Tech.*, 1998, 32(1), P.8-12.
207. Kopinke F.-D. and Lebelt A.G.I.//*Symposium on Refractory Organic Substances in the Environment*, Rose, Karlsruhe, 1997, P.53-55.
208. Kopinke, F.D.; Porschmann, J.; Stottmeister, U.//*Environ. Sci. Technol.*, 1995, 29, P.941-950.
209. Krosshavn M., Bjorgum J.O., Krane J. and Steinnes E. J.//*Soil Sci.*, 1990, 41, P.371-377.
210. Kudryavtsev A.V., Perminova I.V., Petrosyan V.S.//*Anal. Chim. Acta*, 2000, 407(1-2), P.193-202.
211. Kukkonen J. and Oikari A.//*Sci. Tot. Environ.*, 1987, 62, P.399-402.

212. Kukkonen J. and Oikari A.//*Wat. Res.*, 1991, 25, P.455-463.
213. Kukkonen J. and Pellinen J.//*Sci. Total Environ.*, 1994, 152, P.19-29.
214. Kulikova N.A., Perminova I.V., Lebedeva G.F.//*Proceedings of the 10th IHSS*, 24-28 July, Toulouse, France, P.112-115.
215. Kumada K.//*Chemistry in soil organic matter*. Tokyo, 1988.
216. Kumke M.U., Lohmannsroben H.-G., Roch T.//*Analyst*, 1994, 119, P.991-1001.
217. Kuwatsuka S., Tsutsuki K., Kumada K.//*Soil Sci. Plant Nutr.*, 1978, 24, P.337-347.
218. Landrum P.F, Reinhold M.D, Nihart S.R, Eadie B.J.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1985, 4, P.459-467.
219. Landrum P.F, Sheila R.N, Eadie B.J, Herche L.R.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1987, 6, P.11-20.
220. Landrum P.F., Dupuis W.S. and Kukkonen J.//*Environ. Toxic. Chem.*, 1994, 13, P.1769-1780.
221. Landrum P.F., Nihart S.R., Eadie B.J., Gardner W.S.//*Environ. Sci. Technol.*, 1984, 18, P.187-192.
222. Landrum P.F., M.D. Reinhold, S.R. Nihart, and B.J. Eadie.//*Environ. Toxicol. Chem.* 4, 459-467, 1983
223. Lee M.L., Novotny M.V., Bartle K.D.//*Analytical Chemistry of Polycyclic Aromatic Compounds*. 1981, Academic Press, INC. LTD, London, 462P.
224. Leuenberger B. and Schindler P.//*Analyt.Chem.*, 1986, 58, P.1471-1474.
225. Levesee G.J., Landrum J.P., Fannin T.//*Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1983, 40, P.63-69.
226. Levy G.C. and Komorovsky R.A.//*J. Am. Chem. Soc.*, 1974, 96(3), P.678-681.
227. Lobartini J.C. and Tan K.H.//*Soil Sci.Soc.Amer.J.*, 1988, 52, P.125-130.
228. Lowe L.E.//*Sci. Total Environ.*, 1992, 113, P.133-145.
229. Luoma, S.N.//*A Review. Sci. Total Environ.*, 1983, 28, P.1-22.
230. MacCarthy P. and Mark Jr., H. B.//*In: The biological implication of metals in the environment. Proc. 15th Annual Life Sciences Symp., Hanford, Washington, Sept. Oct. 1975, (publ. 1976), P.197-212.*
231. MacCartney P. and Mark H.B.//*Soil Soc. Am. J.*, 1976, 40, P.275.
232. Malcolm R.L. and MacCarthy P.//*Environ Sci. Technol.*, 1986, 20, P.904-911.
233. Malcolm R.L.//*In: Humic substances in soil and crop science. P. MacCarthy, C.E. Clapp, R.L. Malcolm and P.R. Bloom (Eds.), 1990, P.1*
234. Mannio J., Verta, M., Kortelainen P., Rekolainen S.//*Publ. Wat. Res. Inst. Nat. Board Waters, Finland*. 1986, 65, P.32-43.
235. Mantoura R.F.C. and Riley J. P.//*Anal. Chim. Acta*, 1975, 78, P.97-106.



236. Mantoura R.F.S., Dickson A., Riley J.P.//*Est. Coast. Mar. Sci.*, 1978, 6, P.387-408.
237. Marinsky J.A. and Ephraim J.//*Environ. Sci. Technol.*, 1986, 20, P.349-354.
238. Marinsky J.A., Wolf A., Bunzl K.//*Talanta*, 1980, 27, P.461-468.
239. Martin F., Dubach P., Menta N. C.//*Z. Pflanzeherner Dung Boden*, 1963, 103, P.27-32.
240. Martin J.P. and Waksman S.A.//*Soil Sci.*, 1941, 52, P.381-394.
241. Maruya K.A., Risebrough R.W., Horne A.J.//*Environ. Toxic. Chem.*, 1997, 16, P.1087-1097.
242. Masini J.C.//*Anal. Chim. Acta*, 1993, 283, P.803-810.
243. Mason R.P., Reinfelder J.R., Morel F.M.M.//*Environ. Sci. Technol.*, 1996, 30, P.1835-1845.
244. Matthiessen A.//*Fresenius J. Anal. Chem.*, 1996, 354, P.747-749.
245. McCarthy J.F.//*Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 1983, 12, P.559-568.
246. McCarthy J.F. and Jimenez B.D.//*Environ. Sci. Technol.*, 1985, 19, P.1072-1076.
247. McCarthy J.F., Jimenez B.D., Barbee T.//*Aquat. Toxicol.*, 1985, 7, P.15-24.
248. McCarthy J.F., Roberson L.E., Burriss L.W.//*Chemosphere*, 1989, 19, P.1911-1920.
249. McCarthy J.F. and S.M. Bartell.//*ASTM STP 1988*, J. Cairns, Jr. and J.R. Pratt, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1988, P.3-16.
250. McCarthy J.F. and B.D. Jimenez.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1985, 4, P.511-521.
251. Means J.C. and Wijayaratne R.D.//*Sci.*, 215, P.968-970.
252. Moers M.E.C.//*Occurrence and Fate of Carbohydrates in Recent and Ancient Sediments from Different Environments of Deposition*. Dissertation, Techn. Univ. Delft, 1989.
253. Mopper K., Schultz C.A., Chevolut L., Germain C., Revuelta R., Dwason R.//*Environ. Sci. Technol.*, 1992, 26, P.133-138.
254. Morehead N.R., Eadie B.J., Lake B., Landrum P.//*Chemosphere*, 1986, 15, P.403-412.
255. Morra M.J., Corapcioglu M.O., Wadruszka R.M.A., Marshall D.B.//*Soil Sci. Am. J.*, 1990, 54., P.1283-1288.
256. Nam K., Chung N., Alexander M.//*Environ. Sci. Technol.*, 1998, 32, P.3785-3788.
257. Neff J.M.//*Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in the Aquatic Environment*. 1979, Applied Sci. Pub. LTD, London, 266P.
258. Nehls I., Wagenknecht W., Philipp B., Stscherbina D.//*Prog. Polym. Sci.*, 1994, 19, P.29-78.

259. Newman R.H., Tate K.R., Barron P.F. and Wilson M.A.//*J. Soil Sci.*, 1980, 31, P.623-631.
260. Nilsson A. and Hakanson L.//*Hydrobiol.*, 1992, 235/236, P.675-683.
261. NMR of Humic Substances and Coal - Techniques, Problems and Solutions. Wershaw R.L., Mikita M.A. (Eds.) Lewis Publishers, Chelsea, 236P.
262. Noggle J.H. and Schirmer R.E.//*The nuclear Overhauser effect*. NY, Academ. Press, 1971, 259P.
263. Norwood D.L.//In: Humic substances and their role in the environment, Frimmel F.H. and Christman R.F. (Eds), John Wiley & Sons Limited, 1988, P.133-148.
264. Ogner G.//*Soil Sci.*, 1970, 110(2), P.86.
265. Oh Y. K et al.//*Nippon suiscinukkaishi*, 1986, 52(9), P.1653; цит. по Ch.Ab., 105, 220407.
266. Oikari A., Kukkonen J., Virtonen V.//*Sci. Total Environ*, 1992, 117/118, PP.367-377.
267. Oris J.T., Hall A.T., Tylka J.D.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1990, 9, P.575-583.
268. Pandeya S.B.//*Geoderma*, 1993, 58, P.219-231.
269. Pang S. and Zhao K.//*Huanjing Huaxue*, 1983, 2(1), P. 49; цит. по Ch. Ab. 99,58482u.
270. Paolis F. and Kukkonen J.//*Chemosphere*, 1997, 34, P.1693-1704.
271. Parsons J.W.//In: Humic substances II. In search of structure. Hayes M.H.B., Malkolm R.L. and Swift R.S. (Eds), 1989.
272. Pattersson C., Arsenie I., Ephraim J.P., Boren H., Allard B.//*Sci. Total Environ.*, 1989, 81/82, P.287-296.
273. Pauli F.W.//*Soil fertility*, London, 1967.
274. Paxeus N.//*Studies on aquatic humic substances*, Ph.D. thesis, University of Goeteborg, Sweden, 1985, P.51-57.
275. Paxeus N. and Wedborg M.//*Analyt. Chim. Acta*, 1985, 169, P.87-98.
276. Pearson G.A.//*J. Magn. Res.*, 1977, 27(2), P.265-272.
277. Perdue E.M.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1984, 48, P.1435-1442.
278. Perdue E.M.//In: Humic substances in soil, sediment and water. Aiken G.R., McKnight D.M., Wershaw R.L., MacCarthy P. (Eds.) N.Y., 1985, P.493-525.
279. Perdue E.M., Reuter J.H., Ghosal M.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1980, 44, P.1841-1851.
280. Perdue E.M., Reuter J.H., Ghosal M.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1980, 44, P.1841-1851.
281. Perdue E.M., Reuter J.H., Parrish R. S.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1984, 48, P.1257-1263.
282. Perdue E.M.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1978, 42, P.1351-1358.
283. Perminova I.V.//*Soil Sci.*, 1999, 164(11), P.834-840.

284. Perminova I.V., Grechishcheva N.Yu., Kovalevskii D.V., Kudryavtsev A.V., Petrosyan V.S., and Matorin D.N.//*Environ. Sci. Technol.*, 2000a. (в печати).
285. Perminova I.V., Grechishcheva N.Yu., Petrosyan V.S.//*Environ. Sci. Technol.*, 1999, 33, P.3781-3787.
286. Perminova I.V., Frimmel F., Kovalevskii D.V., Abbt-Braun G., Kudryavtsev A.V., Hesse S.//*Water Res.*, 1998, 32, 872-881.
287. Perminova I.V., Kudryavtsev A.V., Frimmel F., Abbt-Braun G., Hesse S., Petrosyan V.S.//*Proceedings of the Symposium on the refractory humic substances in the environment (ROSE-II)*, 1-3 August, Karlsruhe, Germany, 2000, P.28-32.
288. Perminova I.V., Lebedeva G.F., D.V. Kovalevsky D.V., Kulikova N.A., Philippova O.I., Danchenko N.N, and Lomonosov M.V.//*Proceedings of the 7th Meeting of IHSS, teil 2, F7*, 1996.
289. Perminova I.V., Yashchenko N.Yu., Petrosyan V.S., Anisimova M.A., Kulikova N.A., Lebedeva G.F., Matorin D.N., Venediktov P.S.//*In: Humic Substances and Transport Processes. Proceedings of IHSS Symposium on Humic Substances and Transport Processes. Oct 26-27, 1997, Anaheim, California. Eds: M.H.B. Hayes, C.E. Clapp, N. Senesi, P.R. Bloom and P.M. Jardine. Publication by SSSA, IHSS, and ASA. 2000b. Chapter 14.*
290. Piccolo A.//*In: The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Processes. J. Drozd, S.S. Gonet, N. Senesi, and J. Weber (Eds.), IHSS-Polish Society of Humic Substances, Wroclaw, Poland, 1997, P.19-35.*
291. Piccolo A. and Mirabella A.//*Sci. Total Environ.*, 1987, 62, P.39-46.
292. Piccolo A. and Camici L.//*Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 1990, 41, P.65-69.
293. Piccolo A., S. Nardi, and G. Concheri.//*European J. Soil Sci.*, 1996, 47, P.319-328.
294. Pinheiro J.P., Mota A.M., Simoes Goncalves M.L.//*Anal. Chim. Acta*, 1994, 284, P.525-537.
295. Piotrowicz S.R., Harvey G.R., Boran D.A. et al.//*Marine Chem.*, 1984, 14, P.333.
296. Pommery J., Imbenotte M., Erb F.//*Environ. Pollut. (Ser. B)*, 1985, 9, P.127-136.
297. Pommery J., M. Imbenotte, and F. Erb.//*Environ. Poll. (Ser. B.)*, 1985, 9, P.127-136.
298. Posner A.M.//*Nature*, 1963, 198, P.1161-1163.
299. Preston C.M. and Blackwell B.A.//*Soil Sci.*, 1985, 139(1), P.88-96.
300. Preston C.M. and Schnitzer M.//*J. Soil Sci.*, 1987, 38, P.667-678.
301. Ramamoorthy S. and Blumhagen K.//*Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1984, 41, P.750-756.

302. Rashid M.A.//*Chemical Geology*, 1974, 13, P.115-123.
303. Rashid M.A.//*Geochemistry of marine humic compounds*. Springer-Verlag, Oxford, 1985, 243P.
304. Ricart M., Villaescusa I., Torre F.//*React. Funct. Polym.*, 1996, 28, P.159-165.
305. Ricca G. and Severini F.//*Geoderma*, 1993, 58, P.233-244.
306. Rice J.A. and MacCarthy P.//*Org. Geochem.*, 1991, 17(5), P.635-648.
307. Right J.R., Schnitzer M.//*Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci.*,1960, 2, P.120-123.
308. Rise G. and Sulbu B.//*Sci. Total Environ.*, 1989, 81/82, P.137-142
309. Roemelt P.M. and Seitz W.R.//*Environ. Sci. Technol.*, 1982, 16, P.613-616.
310. Ruggiero P., Interesse F.S., Sciacovelli O.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1979, 43, P.1771-1775.
311. Ruggiero P., Sciacovelli O., Testini C., Interesse F.S.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1978, 42, P.411-416.
312. Ryan D.K. and Weber J.H.//*Environ. Sci. Tech.*, 1982, 16, P.866-872.
313. Saar R. A. and Weber J. H.//*Can. J. Chem.*, 1979, 57(11), P.1263-1268.
314. Sapek A.//*Roczniki Gleboznawcze*. 1970, 21(2), P.429.
315. Sapek A.//*Rocz. Glebozn.*, 1973, 24, P.519-527.
316. Savant A. and Pandey G.S.//*J. Inst. Chemists (India)*, 1995, 67(1), P.16-17.
317. Sawert A.//*GIT Fachz, Lab.*, 1992, 9, P.875-881.
318. Schmitt P., Kettrup A., Freitag D., Garrison A.W.//*Fresenius J. Anal. Chem.*, 1996, 354, P.915-920.
319. Schmitt-Kopplin, P., Hertkorn, N, Schulten, H.-R., Kettrup, A.//*Environ. Sci. Technol.*, 1998, 32, P.2531-2541.
320. Schnitzer M. and Gupta U.C.//*Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1965, 29, P.274-277.
321. Schnitzer M. and Preston C.M.//*Plant and soil*, 1983, (75), P.201-211.
322. Schnitzer M. and Preston C.M.//*Soil Sci.Soc.Amer.J.*, 1986, 50, P.326-331.
323. Schnitzer M. and Desjardins J.G.//*Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1962, 26, P.362-3368.
324. Schnitzer M. and Desjardins J.G.//*Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1970, 34, P.77-79.
325. Schnitzer M. and Gupta U.C.//*Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1964, 28, P.374-377.
326. Schnitzer M. and Hansen E.H.//*Soil Sci.*, 1970, 109(6), P.333-340.
327. Schnitzer M. and Khan S.U.//*In: Humic substances in the environment*. Marcel Decker, N.Y., 1972, P.12-17.
328. Schnitzer M. and Preston C.M.//*Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 1986, 50, P.326-331.
329. Schnitzer M. and Preston C.M.//*Plant and soil*, 1983, 75, P.201-211.
330. Schnitzer M.//*Soil Sci.*, 1974, 117(2), P.94-101.

331. Schubert J.//J. Phys. Chem., 1952, 56, P.113-118.
332. Schubert J. and Richter J. W.//J. Amer. Chem. Soc., 1948, 70, P.4259-4268.
333. Schubert J., Russel E. R., Myers L. S.//J. Biol. Chem., 1950, 185, P.387-398.
334. Schulten H.-R. and Schnitzer M.//Naturwissenschaften, 1993, 80, P.29-30.
335. Schulten H.-R.//J. Anal. Appl. Pyrolysis, 1993, 25, P.97-122.
336. Schulten H.-R.//In: Humic Substances in the Global Environment and Implications on the Human Helth. Senesi N., Miano T.M. (Eds), Elsevier Science, 1994, P.43-56.
337. SDCB (Stability constant data base), IUPAC, 1996.
338. Senesi N.//Analit. Chim. Acta, 1990, 232, P.51-75.
339. Servos M.R., D.C.G. Muir, and G.R.B. Webster.//Aquat. Toxicol.,1989, 14, P.169–184.
340. Shin H. S. and Moon H.//Soil Sci., 1996, 161(4), P.250-256.
341. Shlautman M.A. and Morgan J.J.//Environ. Sci. Technol., 1993, 27, P.2523-2532.
342. Shoolery J.N.//Progress in NMR spectroscopy. 1977.
343. Simms H.S.//J. Amer. Chem. Soc., 1926, 48, P.1231-1261.
344. Simonin S.A., Gloss S.P., Driscoll C.T., Shofield C.L., Kretser W.A., Karcher R.W., Symila J.//Mercury pollution. Integration and synthesys. Watras J.C., Huckabee J.W. (Eds.). Lewis Publishers, 1994, P.457-472.
345. Simpson A.J., Boersma R.E., Kingery W.L., Hicks R.P. and Hayes M.H.B.//In: Application of NMR Spectroscopy for Studies of the Molecular Compositions of Humic Substances. M.H.B. Hayes, W.S. Wilson (Eds.) Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1997, P.46-62.
346. Sips R.//J. Chem. Phys., 1948, 16, P.490-498.
347. Skjemstad J.O., Frost R.L., Barron P.F.//Austr. J. Soil Res., 1983, 21, P.539.
348. Skogerboe R.K. and Wilson S.A.//Anal. Chem., 1981, 53, P.228-232.
349. Söchtig H.//In: Humic substances. Their structure and function in biosphere. Povoledo D., Golterman L. (Eds.) PUDOC, Wageningen, 1972, P.321-335.
350. Solbrig-Lebuhn H.//Zuckerind, 1992, 117, P.979-983.
351. Sotak C.H., Dumoulin C.L., Levy G.C.//Anal. Chem., 1983, 55, P.782-787.
352. Steelink C., Wershaw R.L, Thorn K.A., Wilson M.A.//In: Humic Substances II, In Search of Structure. Hayes M.H.B., MacCarthy P., Malcolm R.L., Swift R.S. (Eds.) 1989, P.281-310.
353. Steelink C.//In: Humic substances in soil, sediment and water. Aiken G.R., McKnight D.M., Wershaw R.L., MacCarthy P. (Eds.), John Wiley & Sons. N.Y., 1985, P.457-475.
354. Steelink, C., Wershaw, R.L., Thorn, K.A. and Wilson, M.A.//In: Humic Substances II. In Search of Structure. Hayes, M.H.B., MacCarthy, P., Malcolm, R.L. and Swift, R.S. Chichester (Eds.)

355. Steinberg C.E.W., Haitzer M., Brueggemann R., Perminova I.V., Yashchenko N.Yu., Petrosyan V.S.//*Int. Rev. Hydrobiol.*, 2000, 85, P.253-266.
356. Stevenson F. J. and Butler I. H. A.//*In: Organic Geochemistry*, New York, 1969, P.534.
357. Stevenson F.J.//*In: Humic substances in soil, sediment and water*. Aiken G.R., McKnight D.M., Wershaw R.L., MacCarthy P. (Eds.), John Wiley & Sons. N.Y., 1985, P.13-52.
358. Stevenson F.J. and Goh K. M.//*Soil Sci.*, 1972, 113(5), 334-345.
359. Stevenson F.J.//*Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley&Sons, New York, 1982, 443P.
360. Stevenson F.J.//*In: Humic substances in soil, sediment and water*. Aiken G.R., McKnight D.M., Wershaw R.L., MacCarthy P. (Eds.), N.Y., John Wiley & Sons, 1985, P.13-52.
361. Stevenson I. L. and Schnitzer M.//*Soil Sci.* 1982, 133(3), P.179-185.
362. Stewart A.J.//*In: Synthetic fossil fuel technologies*. Cowser K.E. (Ed). Boston, Butterworth publ., 1984, P.505-521.
363. Strohal P. and Huljev D.//*Nuclear Technics in Environmental Pollution*. Proc. Symp., Salzburg, Oct. 26-30, 1970; Vienna, IAEA, 1970, P.439-446.
364. Stuermer D. H. and Payne J. R.//*Geochem. Cosmochim. Acta*, 1976, 40, P.1109-1114.
365. Stuermer D.H., Peters K.E., Kaplan I.R.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1978, 42, P.989-997.
366. Suffet I.H. and MacCarthy P.//*Aquatic Humic Substances, Influence on Fate and Treatment of Pollutants*. American Chemical Society, Advances in Chemistry Series, 1989.
367. Swan R.L. and Eschenroeder A.//*Fate of chemicals in the environment*. Washington, Amer. Chem. Soc., 1983, Ser. 225, P. 228.
368. Swift R.S.//*In: Humic substances II*. Hayes M.H.B., MacCarthy P., and Swift R.S. (Eds.) John Wiley&Sons Ltd., 1989. P.468-495.
369. Takamutsu T. and Yoshida T.//*Soil Sci.*, 1978, 125(6), P.377-386
370. Tan K.H., Leonard R.A., Bertrand A.R., Wilkinson S.R.//*Soil. Sci. Amer. Proc.*, 1971, 35, P.265-269.
371. Tao Sh.//*Sci. Total Environ.*, 1992, P.139-144.
372. Tate R.L.//*Adv. Microbial. Ecol.*, 1980, 4, P.169-201.
373. Thakur A.K., Munson P.J., Hunston D.L., Rodbard D.//*Anal. Biochem.*, 1980, 103, P.240-254.
374. Thurman E.M.//*Organic geochemistry of natural waters*. Martinus Nijhof/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1985, 451P.
375. Traina S.J., Spontak D.A., Logan T.J.//*J. Environ. Quality*, 1988, 19, P.221-227.

376. Triay I.R. and Rundberg R.S.//*J. Phys. Chem.*,1987, 91, P.5269-5275.
377. Truitt R.E. and Weber J.H.//*Anal.Chem.*, 1981, 53, P.337-342.
378. Turner D.R., Varney M.S., Whitfield M., Mantoura R.F.C., Riley J.P.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1986, 50(2), P. 289-297.
379. Van Den Hoop M.A.G.T., Van Leeuwen H.P., Cleven R. F. M. J.//*Anal. Chim. Acta*, 1990, 232, P.141-148.
380. Varney M., Mantoura R.F.C., Whitfield M., Turner D.R, and Riley J.P.//In: Trace metals in sea water. Proceedings of the NATO conference, Sicily,1981, P.751-772.
381. Visser S.A.//*Environ. Sci. Technol.*,1983, 17(7), P.412-417.
382. Voice T.C. and Weber W.J.//*Water Res.*, 1983, 17, P.1433-1441.
383. Vymazal J.//*Hydrobiol.*, 1984, 119, P.171-179.
384. Vymazal J.//*Hydrobiologie*, 1984, 119, P.171-179.
385. Wang C.X., Yediler A., Kettrup A.//*Chemosphere*, 1995, 30, P.501-510.
386. Wang Z.-D., Gamble D.S. and Langford C.H.//*Anal.Chim.Acta*, 1990, 232, P.181-188.
387. Wang Z.-D., Gamble D.S., and Landford C.H.//*Anal. Chim. Acta*, 1991, 244, P.135-143
388. Weber J.//In: Humic substances and their role in the environment. Frimmel F. H., Christman R. F. (Eds. ) John Wiley & Sons. N. Y., 1988, P.165-178.
389. Weinstein J.E. and Oris J.T.//*Environ. Toxicol. Chem.*, 1999, 18, P.2087-2094.
390. Wershaw R.L., Mikita M.A. and Steelink C.//*Environ.Sci.Technol.*, 1981, 15(12), P.1461-1463.
391. Wershaw R.L.//In: Humic substances in soil, sediment and water. Aiken G.R., McKnight D.M., Wershaw R.L., MacCarthy P. (Eds.), John Wiley & Sons, N.Y., 1985, Chapter 22.
392. Wilcke W. and Zech W.//*Z. Pflanzenernahr. Bodenk.*, 1997, 160, P.573-579.
393. Wilson M. A., Gillam A. H., Collin P. J.//*Chem. Geol.*, 1983, 60(3-4), P.181-201.
394. Wilson M. A., Philip R. P., Gillam A. H., Tate R. R.//*Geochim. Cosmochim. Acta*, 1983, 47, P.497-502.
395. Wilson M.A. and Goh K.M.//*J. Soil Sci.*, 1983, 34, P.305-313.
396. Wilson M.A., Collin P.J., Tate K.R.//*J. of Soil Sci.*, 1983, 34, P.297-304.
397. Wilson M.A., Heng S., Goh K.M., Pugmire R.J. and Grant D.M.//*J. Soil Sci.*, 1983, 34, P.83-97.
398. Wilson M.A., Pugmire R.J. and Grant D.M.//*Org.Geochem.*, 1983, 5(3), P.121-129.
399. Wilson M.A., Vassallo A.M., Perdue E.M. and Reuter J.H.//*Anal. Chem.*, 1987, 59, P.551-558.

400. Wilson M.A.//In: Humic Substances in Soil and Crop Sciences, Selected Readings. P. MacCarthy (Eds.). Madison, USA, 1990, P.221-260.
401. Wilson M.A.//In: Humic substances. Oxford, Pergamon Press, 1987, P.182-216.
402. Winner R.W.//Aquat. Toxicol., 1984, 5, P.267-274.
403. Winner R.W.//Water Res., 1985,19(4), P.449-455.
404. Wit J.C.M.//Proton and metal ion binding to humic substances. Doctoral thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 1996.
405. Wright J.R. and Schnitzer M.//Nature, 1959, 184(4697), P.1462-1463.
406. Yin Yu., Allen H.A., Huang C.P., Sanders P.F.//Anal. Chim. Acta, 1997, 341, P.73-82.
407. Yonebayashi K. and Hattori T.//Soil Sci. Plant Nutr., 1989, 35, P.383-392.
408. Ziechman W.//Huminstoffen. Probleme, Methoden, Ergebniss. Weicheim, Chemie, 1980, 480P.
409. Zhilin D.M., Perminova I.V., Petrosyan V.S.//8th Meeting of IHSS, 9-14 Sept. 1996, Wroclaw, Poland. Abstracts, P.259.