



УДК 631.436

М.П. Сартаков,  
Н.В. Шпынова,  
О.С. Кузьменко

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ САПРОПЕЛЕЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ И ЮГА ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАСЕЙНА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Ключевые слова:** сапропель, гуминовая кислота, термический анализ, Среднее Приобье, Обь-Иртышский бассейн, Западная Сибирь, типология озер, деструкция, гумификация, водная растительность.

### Введение

Гумификация отмерших растительных, животных организмов и их метаболитов является глобальным природным процессом в планетарном масштабе. Гуминовые вещества входят в состав органического вещества почв, торфов, ископаемых углей, некоторых сланцев и сапропелей. Они образуются в результате сложных биохимических преобразований органической массы и являются фактором его «консервации», предохраняя в известной мере от тотальной минерализации.

В их составе и особенностях молекулярных структур содержится информация о специфике гумификационного процесса, отражающая особенности исходного органического материала, и условий, в которых протекает процесс.

Поэтому все больше возрастает и интерес к исследованию «тонкой» структуры гуминовых веществ с применением современной инструментальной техники. Несмотря на то, что прикладное значение этих исследований в полной мере еще не используется почвоведомы и агрохимиками, перспективность таких работ у большинства специалистов не вызывает сомнений.

**Целью работы** является изучение термической устойчивости гуминовых кислот, выделенных из сапропелей озер Среднего Приобья и юга Обь-Иртышского бассейна Западной Сибири. **Задачи исследований** заключаются в том, чтобы на основе современного синхронного термического анализа

выявить отличительные особенности гуминовых кислот, обусловленные гидрохимическими и гидробиологическими факторами формирования сапропелей.

### Объекты и методы

Образцы сапропелей для получения гуминовых препаратов отбирались из верхних слоев донных отложений Кондинских озер Ханты-Мансийского автономного округа и Барабинских озер Новосибирской области.

Озера юга Обь-Иртышского бассейна отличаются своеобразием химического состава озерных вод, обусловленным интенсивным накоплением солей, в особенности натрия, которые обеспечивают повышенную жесткость воды. В зоопланктоне по биомассе преобладают рачки *Cladocera* (ветвистоусые рачки). На территории Среднего Приобья эти процессы выражены слабее, значительно меньше содержится хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов кальция и магния, и вода мягкая, в зоопланктоне преобладают рачки *Sopropoda* (веслоногие рачки). Водная растительность представлена такими же жесткими и мягкими растениями, но в составе значительно больше болотной растительности.

Термический анализ проводился на термogravиметрическом анализаторе TGA/SDTA 851e (фирма METTLER TOLEDO STAR, Германия), который позволяет с высокой точностью и при малом расходе образца получать важные данные о процессе термического разложения гуминовых кислот различного генезиса [2].

**Экспериментальная часть.** Доставленные в лабораторию образцы сапропелей доводились до воздушно-сухого состояния, растирались на дисковой мельнице и просеивались через сито с отверстиями в 1 мм.

Предварительно были механически удалены корни и другие неразложившиеся растительные остатки.

Извлечение гуминовых кислот проводилось по ранее описанной методике [1]. Зольность препаратов не превышает 2,52%. Сжигание образцов проводилось при свободном доступе воздуха в печное пространство.

**Результаты и их обсуждение**

Дифференциально-сканирующие кривые (ДСК) диаграммы гуминовых кислот сапропелей, как видно на рисунке 1, дают представление о тепловых эффектах, имеющих место при высокотемпературном окислительном разложении данных образцов.

Легко заметить, что термическая деструкция обуславливает ряд экзо- и эндотермических эффектов, свидетельствующих о постепенном разрушении молекулы. В ее составе отчетливо выделяются две резко различные по термической устойчивости части: ядерная ароматическая (более устой-

чива) и боковые алифатические цепи, для которых характерна значительно меньшая термоустойчивость. Высокая интенсивность экзотермических реакций между 500 и 600°C обусловлена деструкцией ядерной части, эндотермические и экзотермические эффекты в области низких температур (60-400°C) связаны с изменениями и постепенным разрушением периферической части.

Подразделение термических реакций разрушения гуминовых кислот на низкотемпературную и высокотемпературную области, характеризующихся показателем Z, позволяет выявить структурные особенности гуминовых кислот различного происхождения (табл. 1) [1, 4]. Показатель (Z) в настоящее время успешно используется для характеристики как гуминовых кислот разных генетических типов почв, так и гуминовых кислот современных и ископаемых осадков, в том числе пелоидов, сланцев, торфов и углей.

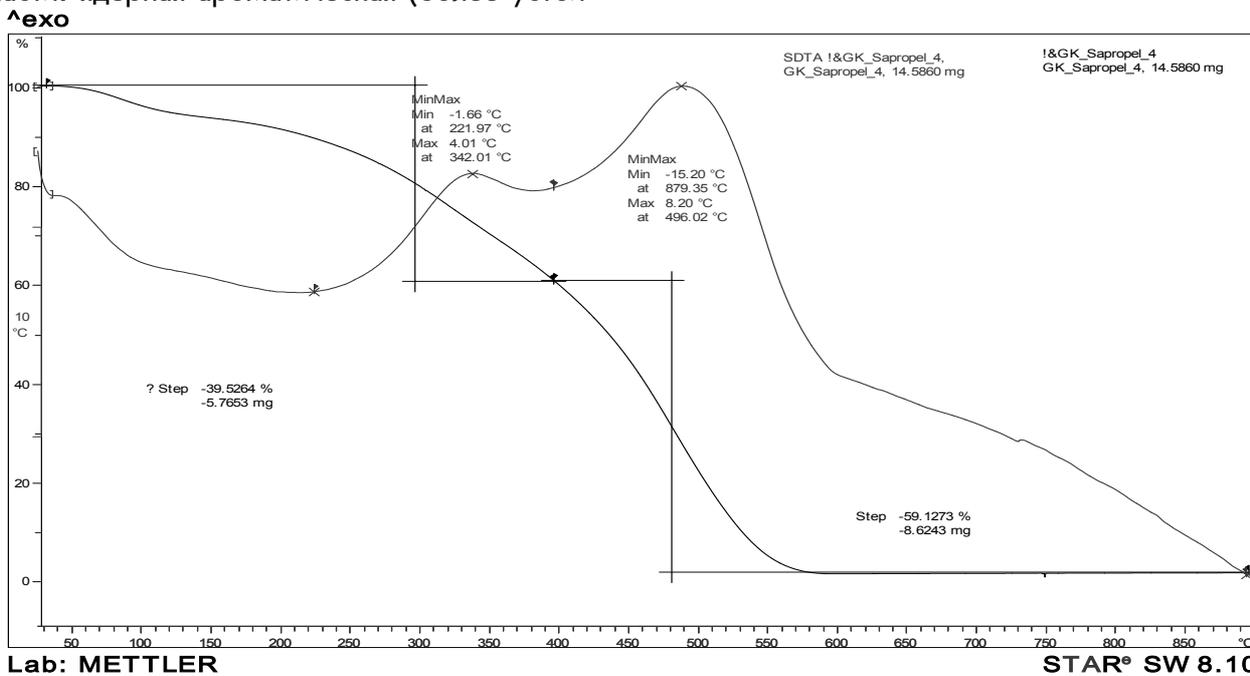


Рис. 1. ДСК-диаграмма гуминовой кислоты сапропеля

Данные ТГА, набора гуминовых кислот сапропелей

Таблица 1

Названия озер	Потеря массы в низкотемпературной области (50-400°C)	Потеря массы в высокотемпературной области (400-700°C)	Z	Зольность, %
Ханты-Мансийский АО (Кондинские озера)				
Медвежье	35,14	62,83	0,56	2,20
Среднесатыгинский туман	39,53	59,13	0,67	1,50
Пякуто	38,81	60,03	0,65	1,21
Щучье	35,28	62,74	0,56	2,28
Когалымлор	36,10	62,81	0,57	1,12
Новосибирская область (Барабинские озера)				
Заречное	42,31	56,06	0,75	1,56
Бол. Кайлы	35,35	63,09	0,56	1,73
Песчаное	31,60	65,93	0,45	2,52
Российское	35,60	62,10	0,56	2,37

Примечание. Z – отношение потери массы в низкотемпературной области к потере массы в высокотемпературной области.

Как следует из данных таблицы 1, этот показатель для гуминовых кислот сапропелей Кондинских озер изменяется от 0,56 до 0,67, а для гуминовых кислот сапропелей Барабинских озер эти интервалы значительно шире – от 0,45 до 0,75.

Уменьшение коэффициента  $Z$  происходит у гуминовых кислот с меньшей молекулярной массой за счет интенсивного разрушения мостиковых группировок при относительном накоплении стабильных группировок. При этом стабильные группировки низкомолекулярных фракций становятся значительно менее устойчивыми.

Также на термограммах нами отмечена максимальная температура термоэффектов в высокотемпературной области, которая составила  $569,6^{\circ}\text{C}$  для гуминовых кислот оз. Песчаное, и в низкотемпературной области, равная  $346,4^{\circ}\text{C}$  – для гуминовых кислот оз. Когалымлор (табл. 2).

Прослеживается достаточно выраженная тенденция (рис. 2), которая указывает на то, что при увеличении максимальной температуры термоэффекта уменьшается значение  $Z$ , что указывает на возрастание термической устойчивости, сформированности гуминовых кислот.

Согласно полученным данным наибольшей «зрелостью» характеризуются гуминовые кислоты, извлеченные из сапропеля оз. Песчаное, и наименьшей – оз. Заречное Новосибирской области.

Следует отметить, что при различной молекулярной массе сохраняется общий принцип строения гуминовых кислот. С точки зрения термоустойчивости отдельные фракции гуминовых кислот представлены одинаковыми фрагментами для различных сапропелей Среднего Приобья и юга Обь-Иртышского бассейна.

Используя данные термовесового анализа гуминовых кислот, возможно было бы детально представить процесс термической деструкции и экспериментально обосновать каждую из его стадий, если бы представление о структурном строении гуминовых кислот были более полными.

По данным диаграмм возможна лишь констатация изменений в химической структуре, а о направлении процесса можно предполагать, учитывая данные структурной химии в комплексе с другими спектральными и химическими методами анализа.

Таблица 2

Максимальная температура термоэффектов гуминовых кислот сапропелей

Названия озер	Max $t^{\circ}\text{C}$ термоэффекта в низкотемпературной области	Max $t^{\circ}\text{C}$ термоэффекта в высокотемпературной области
Ханты-Мансийский АО (Кондинские озера)		
Медвежье	342,9	542,5
Среднесатыгинский туман	342,0	496,0
Пякуто	340,3	517,2
Щучье	343,2	509,7
Когалымлор	346,4	535,4
Новосибирская область (Барабинские озера)		
Заречное	321,2	473,6
Бол. Кайлы	326,5	490,3
Песчаное	330,4	569,6
Российское	336,3	562,3

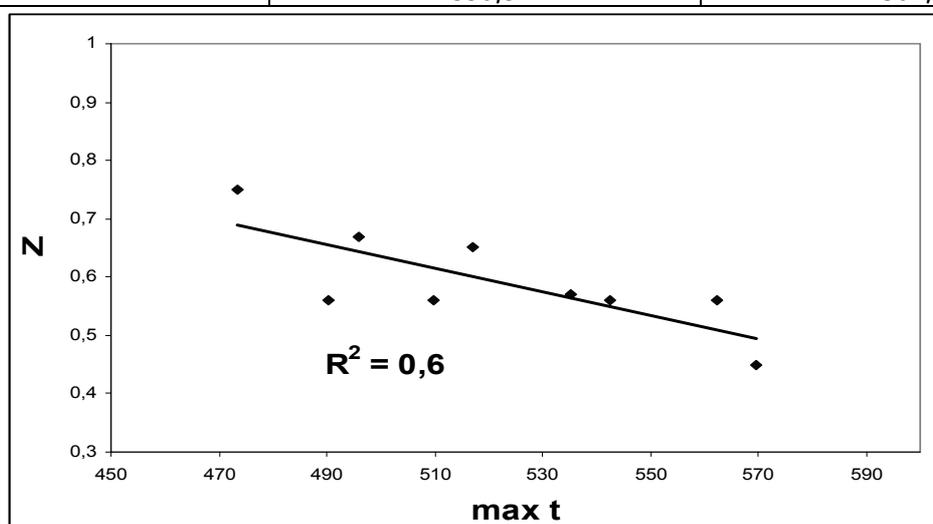


Рис. 2. Зависимость показателя  $Z$  от максимальной температуры термоэффекта

**Выводы**

1. Впервые получены данные о термической устойчивости гуминовых кислот сапропелей Среднего Приобья и юга Обь-Иртышского бассейна Западной Сибири, сформированных на озерах различного типа.

2. Термическая устойчивость гуминовых кислот исследованных объектов различается, но, в общем, характеризуется наличием типичных для всех препаратов эндо- и экзотермоэффектов, что подтверждает присутствие одинаковых структурных фрагментов.

**Библиографический список**

1. Болатов А.А., Черников В.А., Лукин С.М. Дериватографический метод изучения гумусового состояния дерново-подзолистых супесчаных почв // *Агрохи-*

*мический вестник.* – 2010. – №. 3. – С. 38-40.

2. Комиссаров И.Д., Стрельцова И.Н. Влияние способа извлечения гуминовых кислот из сырья на химический состав получаемых препаратов // *Научн. тр. Тюменского СХИ.* – Тюмень, 1971. – Т. 14. – С. 34-48.

3. Тихова В.Д., Сартаков М.П. Термическая характеристика гуминовых кислот торфов среднего Приобья // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета.* – 2009. – №. 11. – С. 26-29.

4. Черников В.А. Структурно-групповой состав как показатель трансформации гуминовых кислот интенсивно используемой дерново-подзолистой почвы // *Почвоведение.* – 1984. – № 5. – С. 48-55.



УДК 630.116.64

Е.Г. Парамонов

**ЛЕСОПОЛОСЫ И УВЛАЖНЕНИЕ МЕЖПОЛОСНЫХ ПОЛЕЙ**

*Ключевые слова:* температура воздуха, осадки, лесополоса, рядность, снегонакопление, опустынивание, почва, деградация, агролесоландшафт.

**Введение**

Степные ландшафты занимают только 8% суши, однако они на 80% обеспечивают человечество продукцией растениеводства и животноводства [1]. В Российской Федерации степь занимает площадь 89,8 млн га в 37 субъектах. В Западной Сибири и Казахстане – это самый крупный степной массив в мире (17,6 млн га), в Алтайском крае степь распространена на площади 6580,6 тыс. га – это самый крупный участок степи в стране [2].

Степные почвы отличаются высоким плодородием, но вместе с тем страдают от периодических засух, суховеев, ветровой и водной эрозии и нуждаются в мероприятиях, ослабляющих действие неблагоприятных природных факторов. В этой зоне выполняются основные объемы работ по защитному лесоразведению, которое является ведущим экологически чистым и эффективным мероприятием поддержания высокой биологической продуктивности сельскохозяйственных угодий [3, 4].

Последние десятилетия характеризуются резко выраженными неблагоприятными погодными условиями. Главный показатель климатических изменений – повышение средней температуры в приземном слое

воздуха, которая за последние 100 лет (1906-2005 гг.) увеличилась на 0,74<sup>0</sup>С, а это усиливает аридизацию климата, что сопровождается опустыниванием территории [5-8].

Изменения климата, прогнозируемые на XXI в., в существенной степени окажут влияние на деградацию почвенного покрова в сухой степи, что выразится в снижении содержания гумуса в плодородном слое и мощности последнего.

**Объекты и методы исследования**

Объектами исследований послужили климатические показатели по метеостанции Ключи за период с 1960 по 2009 гг., итоги инвентаризации защитных лесных насаждений в Алтайском крае в 2011 г., полезащитные лесные полосы из различных древесных пород.

Замеры мощности снежного покрова проводились через 10 м по всей ширине межполосных полей и в открытой степи с последующим переводом массы снега в водяной столб.

**Результаты исследований**

Процесс опустынивания практически охватил уже всю территорию Кулундинской степи. Различными видами деградации и в различной степени ее проявления подвержено 85,7% степи, в том числе под влиянием эрозии находится 11,5% площади сельскохозяйственных угодий, дефляции – 54,8 и засоления – 19,4%.