

# Гиматомелановые кислоты почв

**Рыбачук Оксана Владимировна,**  
старший преподаватель кафедры общей химии, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, rybachuk74@mail.ru

**Смирнова Анастасия Олеговна,**  
студент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, smirnovaao2017@yandex.ru

В данной статье рассмотрены способы получения, элементный состав и биологическая активность гуминовых и гиматомелановых кислот.

В работе использовались два основных способа экстракции гиматомелановых кислот (ГМК): непосредственно из низинного торфа средней минерализации и из сухого препарата гуминовой кислоты, полученного из данного торфа.

Выявленные расхождения элементного состава гуминовых кислот (ГК) и ГМК подтверждают самостоятельность такой группы веществ как гиматомелановые кислоты, а также дают основание полагать, что такие кислоты обладают большей биологической активностью, в сравнении с другими гуминовыми веществами.

Для подтверждение данной гипотезы, в ходе работы был проведён вегетационный опыт, в результате которого было установлено, что, хотя гуминовые кислоты лучше влияют на всхожесть и энергию прорастания, на биометрические показатели в значительно большей степени положительное влияние оказывают именно гиматомелановые кислоты. Эти данные ещё раз подчёркивают необходимость всестороннего, комплексного исследования таких кислот.

**Ключевые слова:** Гуминовые вещества, гиматомелановые кислоты, гуминовые кислоты, элементный состав.

**Введение.** В настоящее время имеется большая потребность в эффективных, экологически безопасных препаратах, к которым относятся препараты на основе гуминовых веществ, в частности стимуляторы роста из торфа [1]. Биологическая активность препаратов зависит от их физико-химических характеристик [2].

Гуминовые вещества (ГВ) — это более или менее темноокрашенные азотсодержащие высокомолекулярные соединения, преимущественно кислотной природы [3]. Они присутствуют во всех природных средах планеты в воде, почве, горных породах, образуя жизненный фон человечества [4].

Самая наименее изученная группа гуминовых веществ — это гиматомелановые кислоты (ГМК). Они представляют собой спирторастворимую фракцию гуминовых кислот (ГК), которые, в свою очередь, являются растворимой в щелочах и нерастворимой в кислотах фракцией гумусовых веществ.

Первые сведения о ГМК были получены Гоппе-Зейлером в 1889 году. Но несмотря на истечение почти двухсот лет со времени их выделения, к сожалению, упоминания о ГМК встречаются в единичных научных работах [5].

Недостаточное внимание к данной группе веществ неоправданно, поскольку, в связи с их большей растворимостью, подвижностью, по сравнению с гуминовыми кислотами, а также большей биокаталитической активностью, они могут играть весьма важную роль в почвенных процессах, влияя на гумификацию и формирование свойств почвы.

Эти данные, в совокупности с недостаточной изученностью, делают гиматомелановые кислоты интересным объектом для изучения с точки зрения перспективности использования в качестве основы для получения разнообразных препаратов медицинского и сельскохозяйственного назначения.

**Цель исследования:** выделение гиматомелановых кислот из торфа и сухого препарата гуминовой кислоты, определение элементного состава ГМК и ГК, сравнение их биологической активности на основании вегетационного опыта.

**Объекты и методы исследования.** Исходными материалами для получения ГМК являлись сухой препарат ГК из низинный торф средней степени минерализации с зольностью 21,2%. Определение зольности торфа производили в соответствии с ГОСТ 27784-88[6].

Выделение исходных ГМК осуществляли методом экстракции. Экстракцию ГМК проводили кипящим спиртом с помощью аппарата Сокслета, экстрагентом выступал этиловый спирт. Навеска 20 г помещалась в аппарат Сокслета, экстракция проводилась до обесцвечивания раствора.

Изучение элементного состава ГВ производилось на элементном анализаторе EuroVectormod. EA 3000. В ходе анализа окисление пробы осуществлялось при

температуре свыше 1000°C в присутствии смешенного катализатора из оксидов CO<sub>2</sub> SiO<sub>2</sub> MnO<sub>2</sub>. Продукты сгорания разделялись методом газовой хроматографии в потоке гелия и насадочной колонке с твёрдым носителем «Рогарас Q» [7].

Оценка биологической активности производилась при помощи исследования действия препаратов на тест – культуру, которое проводили с помощью вегетационного опыта. В качестве тест-культуры выступала яровая пшеница сорт «Ирень». Из сухих гуминовой и гиматомелановой кислот были приготовлены препараты с концентрациями 0,1%; 0,01% и 0,001%. В полученных растворах и в воде, используемой в качестве контроля, на сутки замочили по 20 семян в каждом варианте. Для посева отобрали по 15 штук, проросших семян и высадили их в стаканы ёмкостью 500 мл заполненные почвой. Стаканы поместили в климатостат при температуре 20°C со сменой программы дня и ночи. Опыты проводились в четырёхкратной повторности. Подсчёт энергии прорастания – на 4 сутки, всхожесть – на 7 сутки, биометрические показатели всходов – на 14 сутки [8].

**Результаты исследования.** Средний выход ГМК при получении из сухого гуминового препарата составил 7,5%. При экстракции из торфа средний выход ГМК оказался 23 %.

Результаты исследований элементного состава показали, что ГМК полученные непосредственно из торфа содержат в своём составе больше водорода, кислорода и азота, но меньше углерода, чем ГМК полученные из сухого препарата ГК.

Сравнение элементного состава ГМК и ГК показывает, что ГМК богаче водородом, немного беднее азотом и кислородом. Содержание углерода в ГК выше, чем у ГМК полученной из торфа, но ниже на чем у ГМК полученной из препарата ГК.

Таблица 1  
Элементный состав ГМК и ГК

Вариант	C%	H%	N%	O%
ГМК из торфа	57,73	9,17	2,29	30,81
ГМК из ГК	61,66	8,26	1,97	28,11
ГК	58,6	6,12	3,2	32,1

Данные элементы не случайно выбраны для сравнения, их роль в жизни растений очень велика. Азот в растениях входит в состав белков, хлорофилла, аминокислот, амидов, алкалоидов и других веществ. Кислород и водород, содержащиеся в растении, участвуют в его окислительно-восстановительных процессах. Углерод входит в состав всех органических соединений в растениях: белка, углеводов, жира, органических кислот, витаминов и др.. Известно так же, что увеличение содержания углерода и водорода повышает урожайность. В связи с этими данными исследование гиматомелановых кислот в качестве органических удобрений является актуальной задачей на сегодняшний день.

Изучение элементного состава помогает, не только выявить содержание определённых элементов, но и позволяет характеризовать некоторые особенности гуминовых и гиматомелановых кислот, а также даёт информацию о принципах их строения [9, 10]. Так, например, вычислив атомные отношения элементов можно узнать какую роль играют атомы углерода в построении молекулярной структуры [11].

Вегетационный опыт выявил следующие закономерности. Все препараты положительно повлияли на

энергию прорастания семян. За исключением раствора ГМК в концентрации 0,01%, который не изменил данный показатель. Максимальный результат показал раствор ГК в концентрации 0,001% - увеличение на 16,7%. Так же хороший результат показывает раствор ГМК в концентрации 0,001% - увеличение на 15,6%.

Благоприятное воздействие на всхожесть оказал лишь раствор ГК в концентрации 0,001% он увеличил показатель на 31,2%. У семян, обработанных ГК в концентрации 0,01% всхожесть на уровне контроля. Остальные препараты снизили данный показатель. Максимально угнетающий эффект имеют препараты ГК и ГМК в концентрациях 0,1%. Они снизили показатель всхожести на 27,5%.

Таблица 2  
Влияние препаратов на посевные качества семян

Варианты	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль (вода)	33,3	55
ГМК 0,1%	38,4	50
ГМК 0,01%	33,3	51,7
ГМК 0,001%	46,7	53,4
ГК 0,1%	36,7	50
ГК 0,01%	41,7	55
ГК 0,001%	50	56,7
НСР	2,4	0,99

Увеличил число корешков в опыте только один раствор - ГМК 0,1 на 6%. Образец с ГМК 0,01 на уровне контроля. Остальные препараты снизили данный показатель. Наиболее отрицательно подействовал раствор ГК 0,001 – снижение показателя на 6%.

По длине корневой системы превысил контроль раствор ГМК 0,1 – на 4%. Остальные варианты ниже контроля. Наименьшее значения показателя при обработке растворами ГК 0,01, ГМК 0,001 и ГК 0,001 – ниже контроля на 13%, 12% и 9% соответственно.

Масса корневой системы превышала контроль только при применении раствора ГМК 0,1. В остальных случаях данный показатель снижался. Наиболее существенно снизили массу корневой системы препараты ГК 0,1 (12,5%) и ГК 0,01 (15,6%).

Таблица 3  
Влияние препаратов на корневую систему

Варианты	Число корешков, шт.	Длина корней, см.	Масса корней, г/сосуд
Контроль (вода)	4,38	42,76	0,32
ГМК 0,1	4,65	44,52	0,37
ГМК 0,01	4,32	41,29	0,12
ГМК 0,001	4,23	37,83	0,11
ГК 0,1	4,38	41,81	0,04
ГК 0,01	4,22	31,27	0,05
ГК 0,001	4,15	39,01	0,12
НСР	0,06	1,65	0,06

Высота растений превысила контроль при применении раствора ГМК 0,1 на 2%, ГК 0,001 на 1% и ГК 0,01 на 0,1%. В остальных случаях данный показатель был ниже контроля. Наименьшее значение при применении ГК 0,1 ниже контроля на 7%.

Масса растений существенно увеличилась при применении препаратов ГМК 0,1 (15%) и ГК 0,001 (13%). Снижение данного показателя наблюдалось при использовании растворов ГМК 0,001 и ГК 0,01 на 9% в обоих случаях.

Таблица 4  
Влияние гуминовых препаратов на растения тест – культуры

Варианты	Высота растений, см.	Масса растений, г/сосуд
Контроль (вода)	29,09	1,8
ГМК 0,1	29,91	2,08
ГМК 0,01	27,77	1,813
ГМК 0,001	28,53	1,65
ГК 0,1	27,08	1,84
ГК 0,01	29,12	1,65
ГК 0,001	29,66	2,05
НСР	0,39	0,07

#### Выводы.

1. С помощью метода экстракции, мы получили образцы гиматомелановой кислоты из торфа и из сухого препарата гуминовой кислоты.

2. Нами была определена зольность используемого торфа, которая составила около 21,2%, что даёт нам основание характеризовать торф как низинный средней минерализации.

3. Сравнение элементарного состава ГМК и ГК, проведённое нами, показывает, что ГМК богаче водородом, но беднее азотом и кислородом. Содержание углерода в ГМК зависит от способа их экстракции.

4. В ходе исследования воздействия препаратов гуминовой и гиматомелановой кислот разных концентраций на растения тест-культуры нами были получены следующие результаты:

Наиболее высокое влияние на энергию прорастания оказал раствор ГК в концентрации 0,001% - увеличение показателя на 16,7%

Самое благоприятное воздействие на всхожесть оказал раствор ГК в концентрации 0,001% - превышение контроля на 31,2%.

Увеличил показатель число корешков на 6% раствор - ГМК 0,1.

По длине корневой системы превысил контроль раствор ГМК 0,1 – на 4%.

На показатель масса корневой системы большее влияние оказал раствор ГМК 0,1.

Максимальный показатель высоты растений при применении раствора ГМК 0,1 на 2% выше контроля.

Масса растений наиболее существенно увеличилась при применении препарата ГМК 0,1 (15%).

Как итог можно сказать, что раствор ГК в концентрации 0,001 лучше остальных влияет на энергию прорастания и всхожесть, но на биометрические показатели растений, более яркое положительное влияние оказывает раствор ГМК в концентрации 0,1.

#### Литература

1. Ефанов М.В., Чумак В.А., Ананьина И.В., Сартаков М.П. Стимулятор роста из торфа. Патент на изобретение RUS 2657448 03.10.2017
2. Осницкий Е.М., Сартаков М.П., Барабанщикова Л.Н., Рыбачук О.В., Ефанов М.В. Биологическое действие гуминовых кислот вертикального профиля торфяной залежи Обь-Иртышского междуречья. Инновации и инвестиции. 2019. № 11. С. 222-224.
3. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса, М.: МГУ, 1981, 272 с.

4. Катунина Е.Е. Биологическая и биохимическая активность гиматомелановых кислот пеллоидов. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. Самара, 2007.

5. Глебова Г.И. Гиматомелановые кислоты почв и их место в системе гумусовых кислот: Дис. канд. биол. наук. М., 1980.

6. ГОСТ 27784-88. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв// Издательство стандартов.-1988г.

7. Сартаков М.П. Характеристика гуминовых кислот торфов Среднего Приобья. Автореферат диссертации, 2011.

8. ГОСТ 10968-88. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания//СТАНДАРТФОРМ.-2009г.

9. Рыбачук О.В., Дерябина Ю.М., Сартаков М.П., Комиссаров И.Д. Сравнительная характеристика элементного состава гуминовых и гиматомелановых кислот торфов Среднего Приобья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. №1 (38). С. 36-40.

10. Рыбачук О.В., Дерябина Ю.М., Сартаков М.П., Комиссаров И.Д. Элементный состав гуминовых и гиматомелановых кислот торфов Среднего Приобья. В сборнике: Гуминовые вещества в биосфере Материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием. Ответственные за выпуск: В.А. Безносиков, Е.Д. Лодыгин, Р.С. Василевич. 2014. С. 72-74.

11. Рыбачук О.В., Сартаков М.П., Комиссаров И.Д. Атомные отношения и графостатический анализ гуминовых и гиматомелановых кислот торфов средней тайги. Агрорепродуктивная политика России. 2014. №5 (29). С.31-33.

#### Hymatomelanic acid soils

Rubachuk O.V., Smirnova A.O.

Northern Trans-Urals State agricultural University

In this article we consider methods of preparing, elemental composition and biological activity of humic and himatomelanic acids.

The work used two main methods of extraction of HMC: directly from lowland peat of medium mineralization and from dry preparation of humic acid obtained from this peat.

The revealed differences in the elemental composition of HA and HMC confirm the autonomy of a group of substances such as himatomelanoic acids and also suggest that such acids have greater biological activity compared to other humic substances.

In order to support this hypothesis, a growing experience was carried out in the course of the work, as a result of which it was found that although humic acids have a better influence on germination and germination energy, biometric indicators are significantly more positively influenced by himatomelanic acids. These data once again I emphasize need of a comprehensive, complex investigation of these acids.

**Keywords:**humic substances,hymatomelanic acid, humic acid, elemental composition.

#### References

1. Efanov M.V., Chumak V.A., Ananyina I.V., Sartakov M.P. Growth stimulator from peat. Patent for invention RUS 2657448 10/03/2017
2. Osnitsky EM, Sartakov MP, Drummers LN, Rybachuk OV, Efanov MV The biological effect of humic acids of the vertical profile of the peat deposits of the Ob-Irtysh interfluvium. Innovation and investment. 2019.No 11.P. 222-224.
3. Orlov D.S., Grishina L.A. Workshop on the chemistry of humus, Moscow: Moscow State University, 1981, 272 p.
4. Katunina E.E. Biological and biochemical activity of hematmelanic acid peloids. Abstract of dissertation for the degree of candidate of biological sciences. Samara, 2007.

- 
5. Glebova G.I. Soil hematomelanic acids and their place in the humic acid system: Dis. Cand. biol. sciences. M., 1980.
  6. GOST 27784-88. A method for determining the ash content of peat and peat soil horizons // Publishing house of standards.-1988.
  7. Sartakov M.P. Characterization of humic acids of peat of the Middle Ob. Abstract of the dissertation, 2011.
  8. GOST 10968-88. Corn. Methods for determining the germination energy and germination ability // STANDARTFORM.-2009.
  9. Rybachuk O.V., Deryabin Yu.M., Sartakov M.P., Komissarov I.D. Comparative characteristics of the elemental composition of humic and hematomelanic acids of peat of the Middle Ob. Agricultural science of the Euro-North-East. 2014. No1 (38). S. 36-40.
  10. Rybachuk O.V., Deryabin Yu.M., Sartakov M.P., Komissarov I.D. The elemental composition of humic and hematomelanic acids of peat of the Middle Ob. In the collection: Humic substances in the biosphere Materials of the VI All-Russian scientific conference with international participation. Responsible for the release: V.A. Beznosikov, E.D. Lodygin, R.S. Vasilevich. 2014.S. 72-74.
  11. Rybachuk O.V., Sartakov M.P., Komissarov I.D. Atomic relations and graphostatic analysis of humic and hematomelanic acid peat from the middle taiga. Agri-food policy of Russia. 2014. No5 (29). S.31-33.