

|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Смирнова А.О.</b><br/>студентка 4 курса группа Б-АЭ-41<br/>ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья<br/>E-mail: smirnovaao2017@yandex.ru</p> <p style="text-align: center;"><b>Рыбачук О.В.</b><br/>Старший преподаватель кафедры общей химии<br/>ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья</p> <p style="text-align: center;"><b>БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ<br/>ГИМАТОМЕЛАНОВЫХ КИСЛОТ</b></p> <p>Аннотация. В статье авторами рассматриваются структурные особенности малоизученного вещества – гиматомелановой кислоты торфа, а также рассказывается о биологической активности данного вещества, обусловленной представленными особенностями. Кроме того, в статье приводятся сравнения биологической активности гиматомелановой кислоты и других гумусовых веществ, в частности гуминовых кислот. Перечисляются основные функции и области применения исследуемого вещества.<br/>Ключевые слова: гиматомелановые кислоты, биологическая активность, гумусовые вещества, гуминовые кислоты.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Smirnova A. O.</b><br/>4<sup>th</sup> year student group B-AE-41<br/>FGBOU VO GAU of the Northern TRANS-Urals<br/>E-mail: smirnovaao2017@yandex.ru</p> <p style="text-align: center;"><b>Rybachuk O. V.</b><br/>Senior lecturer of the Department of General chemistry<br/>FGBOU VO GAU of the Northern TRANS-Urals</p> <p style="text-align: center;"><b>BIOLOGICAL ACTIVITY<br/>HYMATOMELANIC ACIDS</b></p> <p>Annotation. In the article, the authors consider the structural features of a poorly studied substance- himatomelanic acid of peat, and describe the biological activity of this substance due to the presented features. In addition, the article provides a comparison of the biological activity of hymatomelanic acid and other humic substances, particularly humic acids. The main functions and applications of the test substance are listed.</p> <p>Keywords: hymatomelanic acid, the biological activity of humic substances of humic acid.</p> |
|--|--|

Гиматомелановые кислоты (ГК), наравне с фульвовыми и гуминовыми кислотами (ГК), представляют часть гуминовых веществ, определяющих биологическую активность гумуса.

Глобальными являются функции гумусовых веществ (ГВ): аккумулятивная, питательная, транспортная, физиологическая, протекторная. ГВ имеются во всех природных средах планеты в почве, воде, горных породах, образуя жизненный фон человечества [4].

ГМК являются природными соединениями, со сложной органической структурой с конденсированными ароматическими ядрами, имеющими боковые цепи различной степени разветвления, в состав которых входят разнообразные гидрофильные функциональные группы: карбоксильные, гидроксильные, хиноидные, фенольные, аминогруппы [17].

Присутствие данных функциональных групп в структуре макромолекул обуславливает биологическую активность ГВ и подразумевает их способность к антиоксидантному и антирадикальному действию [19].

Хиноны, обладающие высоким окислительно-восстановительным потенциалом, представляют собой биокатализаторы окислительно-восстановительных реакций, которые протекают через стадию образования радикалов типа семихинонов [18].

Присутствие в составе ГМК карбоксильных и фенольных групп обуславливает их взаимодействие с ионами металлов. Функциональные группы, отвечающие за кислотно-основные свойства, распределены по всей длине молекул ГМК и могут быть связаны как с ароматическими соединениями, так и с алифатическими фрагментами. Особенно значимыми функциональными группами являются кислородсодержащие группы. Гиматомелановые кислоты больше обогащены фенольными группами по сравнению с исходными гуминовыми веществами. Сорбционная способность ГМК выше, чем у исходных ГВ [8].

ГМК заключают в себе большую физиологическую активность, чем ГК (на 50% больше, чем ГК по общему показателю), имея при этом существенное общестимулирующие и протекторно - адаптогенное действие в области концентрацией 0,12 - 0,13 г/л. Область угнетения жизнедеятельности для ГМК начинается при концентрациях от 0,3 г/литр.

Высокая биологическая активность, связана с особенностями структуры ГМК, содержащих на 20-30 % большее число карбоксильных и финильных групп, по сравнению с исходными ГК, и на 40% больше насыщенных полисопряженных терпеноидных фрагментов и гетероциклов.

ГМК, обладая большим количеством полярных групп и более низкой молекулярной массой проще способны проникать через клеточные мембраны, обуславливая повышенную, в сравнении с гуминовыми кислотами и гумином питательную ценность [16].

ГМК имеют довольно сложный состав, включая неконденсированные ароматические, фурановые, пиррольные, тιοфеновые гетероциклы с высоким вкладом алифатических заместителей, циклоалкановых фрагментов, функциональных групп [14]. Они монодисперсны, состоят из одной фракции.

ГМК содержат до 50% алифатических фрагментов (карбоксильных, карбонильных, метоксильных групп) и, следовательно, являются основной реакционноспособной частью в составе макромолекул ГВ [7].

Для ГМК свойственно высокое содержание углерода (более 60%). Высокие значения атомного отношения водорода к углероду (H/C) – более единицы - это одна из главных отличительных особенностей ГМК от других ГВ [8].

Особенностью ГМК так же является их обогащенность аминокислотами, полипептидами, пяти- и шестичленными азотсодержащими гетероциклами, пигментами, витаминами, стеринами, каротиноидами, металопорфиринами. Названный спектр соединений отвечает за высокую биологическую активность [14].

Большая биологическая активность ГМК в сравнении с другими ГВ обуславливается так же их отношением к pH среды. При высоких значениях pH молекулы гуминовых веществ линейны из-за сил электростатического отталкивания между ионизированными группами. В кислой среде гуминовые вещества – это глобулы, стабилизированные внутримолекулярными водородными связями. В результате этого часть фенольных групп может блокироваться за счет водородных связей во внутреннем объеме исходных ГВ и становиться нереакционноспособной. ГМК монодисперсны, имеют «вытянутую» форму, поэтому pH среды не оказывает существенного влияния на конформацию молекулы. Фенольные группы ГМК не заблокированы внутри молекулярного объема и практически полностью титруются при обратном титровании [8].

Кроме того, в ГМК содержатся важнейшие ферменты такие как пероксидаза и каталаза.

*Пероксидазы* относятся к числу индуцибельных ферментов [1]. Их действие основано на окислении разнообразных субстратов в присутствии перекиси водорода. [1].

В случае снижения аэрации органов растений активность пероксидазы резко увеличивается, что указывает на определенную ее роль в использовании кислородных ресурсов клетки. При том пероксидаза весьма сильно активируется и в условиях достаточного снабжения растительной клетки кислородом, что подчеркивает регуляторную функцию пероксидазы в дыхательных процессах растительного организма [1].

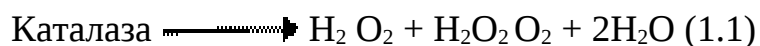
Пероксидазы, так же, обеспечивают устойчивость к болезням. В литературе имеются данные об изменении активности пероксидаз у растений, пораженных патогенными микроорганизмами. Взаимодействуя с клеткой растения-хозяина, патоген индуцирует в ней целую цепь реакций. Повышение окислительного обмена и активности пероксидазы – результат действия лишь одного из звеньев сложной цепи процессов, изучение которых представляет интерес для выявления устойчивости растения к негативному воздействию [12].

Основным требованием всего живого является поддержание молекул в восстановленном состоянии, и довольно большая роль в этих процессах принадлежит пероксидазам.

Пероксидазы, наиболее широко распространены в организмах высших растений, установлено их участие во многих процессах, включая регуляцию роста растений [1]. Некоторые пероксидазы катализируют образование связи углерод — галоген по схеме.

Фермент *каталаза* относится к классу оксидоредуктаз и является железопротеидом. Небелковая часть, как у пероксидазы, представлена железопорфирином. Деятельность каталазы в живой клетке связана с активностью флавопротеидов – важнейшего звена ЭТЦ дыхания. Каталаза расщепляет токсичную для живой клетки перекись водорода, образующуюся как побочный продукт деятельности флавопротеидов в пероксисомах [13].

Уравнение реакции выглядит следующим образом: (1.1):



Каталаза катализирует разложение образующегося в процессе биологического окисления пероксида водорода на воду и молекулярный кислород, а также окисляет в присутствии пероксида водорода низкомолекулярные спирты и нитриты. Содержится почти во всех организмах. Принимает участие в тканевом дыхании. В сильно мясистых тканях, лишенных достаточного доступа кислорода, каталаза играет роль поставщика последнего, генерируя его из перекиси водорода [13].

За счет такого разнообразия свойств ГМК могут применяться в медицине, например, для нейтрализации патогенной микрофлоры, одновременном подавлении воспаления и блокаде мест налипания патогенных возбудителей слизистой кишечника. Так же, исследование показывают перспективность дальнейшего изучения ГМК в качестве основы для разработки лекарственных препаратов, возможность использования концентрированных растворов в качестве консервирующих агентов для биопрепаратов [15].

ГМК так же способны усиливать рост микроорганизмов энтеробактерий, стафилококка и дифтерийной палочки, что объясняется содержанием в их составе фенольных, карбоксильных и хиноидных групп, широкого набора биологически активных соединений, водорастворимых и легкогидролизуемых фракций. С изменением концентрации биологическая активность ГМК (по сравнению с ГК) практически не изменяется, что говорит о наличии стабилизирующих факторов, в качестве которых, по-видимому, выступают хиноидные группы, число которых в ГМК в 2 раза выше, чем в ГК. Таким образом, перспективность исследования ГМК, как основы для получения биологически активных препаратов, не вызывает сомнений [14].

Протекторная функция ГМК может быть использована для решения проблемы химического загрязнения окружающей среды, причиняющего значительный ущерб природным биогеоценозам. Применение гуминовых веществ в качестве эффективных детоксицирующих веществ, связано с тем, что

они объединяют в себе свойства сорбентов мелиорантов и антидотов [4], кроме того, сами они не оказывают токсического действия на биоту.

Особого внимания достойна адаптогенная активность гуминовых веществ, которая вызывает усиление резистентности живых организмов к стрессовым нагрузкам, в частности к химическому стрессу [5].

Ну и конечно же большую роль ГМК, как и все ГВ играют в сельском хозяйстве. Установлено, что под действием ГВ у растений активизируется корнеобразование, за счет изменения селективности клеточных мембран усиливается поступление воды и элементов питания. Гумусовые соединения положительно влияют на все фазы митотического цикла клеток и вызывают увеличение значения митотического индекса в 1,5 раза. Установлено положительное влияние естественных комплексов на рост и развитие растений [9].

Исследования молекулярных механизмов действия ГВ, с использованием цитофотометрических и радиоавтографических методов показали, что они положительно влияют на процессы синтеза ДНК, РНК и белка в нормальных условиях, а при угнетении их радиационным и химическими факторами содействуют реактивации указанных жизненно важных процессов [8].

По мнению А.И. Попова, наличие в составе различных функциональных групп, коллоидные свойства и компонентный состав, позволяют ГВ участвовать в реакциях окисления -восстановления, поставлять разнообразные биофильные элементы в растения, в том числе и в составе хелатных комплексов, принимать участие в фермент-субстратных взаимодействиях. Наличие поверхностно-активных и электроповерхностных свойств ГВ позволяют участвовать в гидрофобногидрофильных взаимодействиях на границе раздела фаз.

Все вышеперечисленное еще раз подчеркивает важность более детального изучения механизмов воздействия гуминовых веществ, в частности гиматомелановых кислот, на растения.

Следует так же отметить необходимость всестороннего исследования гиматомелановых кислот с точки зрения перспективности их использования в различных областях медицинского, косметологического, сельскохозяйственного, и экологического назначения.

#### Список использованной литературы

1. Андреева, В.А. Фермент пероксидаза: участие в защитном механизме растений / В.А. Андреева. - М.: Наука, 1988. - 128 с.
2. Варшал Г.М. Геохимическая роль гумусовых кислот в миграции элементов. / Варшал Г.М., Велюханова Т. К., Кощеева И.Я. // «Гуминовые вещества в биосфере». М.: Наука, 1993. - С. 97-117.
3. Глебова Г.И. Структурные различия гиматомелановых и гуминовых кислот чернозёма типичного. / Глебова Г.И., Ларионова А.А., Орлов Д.С. // - Почвоведение. - 1985, №7. - С. 31 - 37.
4. Горовая, А.И. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль / А.И.Горовая, Д.С.Орлов, О.В.Щербенко. Киев: Наука думка, 1995. - 304 с.
5. Демин В.В., Бирюков М.В., Семенов А.А., Завгородняя Ю.А. Природа биологического действия гуминовых веществ. Часть 2. Локализация биопротекторного действия гуминовых веществ в почвах. Доклады по экологическому почвоведению, 2006. - Выпуск 1, N 1. - С. 80 - 91.
6. Демин В.В., Завгородняя Ю.А., Терентьев В.А. Природа биологического действия гуминовых веществ. Часть 1. Основные гипотезы./ Доклады по экологическому почвоведению, 2006. - Выпуск 1, N 1. - С. 72- 79.
7. Дмитриева Е.Д., Глебов Н.Н., Леонтьева М.М., Сяндюкова К.В. Связывающая способность гуминовых веществ торфов и гиматомелановых кислот по отношению к полиароматическим углеводородам (на примере нафталина) // Вестник ТГУ. Химия. 2017 №7. - С. 8 - 23.
8. Дмитриева Е.Д., К.В. Сяндюкова, М.М. Леонтьева, Н.Н. Глебов. Влияние рН среды на связывание ионов тяжелых металлов гуминовыми и

гиматомелановыми кислотами торфов. - Ученые записки казанского университета. Серия естественные науки, 2017. - Т. 159, кн. 4. - С. 575 - 588.

9. Изосимов Алексей Анатольевич Диссертация «Физико- химические свойства, биологическая активность и детоксицирующая способность гуминовых препаратов, отличающихся генезисом органического сырья». Москва, 2016г. - 156 с.

10. Катунина Е.Е. Биологическая и биохимическая активность гиматомелановых кислот пелоидов. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. Самара, 2007. -162 с.

11. Комиссаров И.Д., Климова А.А. Влияние гуминовых кислот на биокаталитические процессы. - Научные труды Тюменского СХИ, 1971. - Т.14. - С. 225 - 242.

12. Минова А.Л., Кабачевская Е.М., Ляхнович Г.В., Волотовский И.Д. Пероксидазы как маркеры устойчивости растений к патогенам. Институт биофизики и клеточной инженерии НАНБ, Минск, Беларусь, 2012. - С. 128 - 130.

13. Платонов В.В, Половецкая О.С. Особенности химического состава и биологическая активность сапропелей. - Вестник новых медицинских технологий - 2012. - N1.

14. Петухов А.С., Хритохин Н.А., Кремлева Т.А., Петухова Г.А. Активность каталазы травянистых растений в условиях загрязнения окружающей среды. - Самарский научный вестник №8. 2019.

15. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Чуносков С.Н., Фридзон К.Я. Биологическое действие сапропеля // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 9 - 11. - С. 2474 - 2480.

16. Платонов В.В, Елисев Д.Н., Половецкая О.С., Хадарцев А.А. Сравнительная характеристика структурных особенностей торфяных гуминовых и гиматомелановых кислот во взаимосвязи со спецификой их физиологического действия. - Вестник новых медицинских технологий, 2010. - т.17, №4. - С. 9.



17. Хилько С.Л., Макарова Р.А., Семенова Р.Г., Рогатко М.И., Невечеря О.И. Антирадикальные свойства гуминовых веществ из бурого угля и торфа. Вестник ТвГУ. Серия "Химия". - 2019. - № 3(37). - С. 72 - 78.
18. Юдина, Н.В. Параметры оценки биологической активности органического вещества сапропелей / Н.В. Юдина, С.И. Писарева, А.С. Саратиков // Химия растительного сырья. - 1998. - № 4. - С. 29 - 32.
19. Zyкова M.V., Schepetkin I.A., Belousov M.V., S.V. Krivoshechekov, et al. // Molecules. 2018. - V.23, N 4. - С. 753 - 768.
20. Klein O.I., Kulikova N.A., Filimonov I.S., Koroleva O.V., Konstantinov A.I. // J. Soils and Sediments. - 2018. - V. 18, N 4. - С. 1355 - 1364.