Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 631.417.2

Биологическая активность гумусовых кислот донных отложений озер Среднего Приобья

Шпынова Н.В.[1], Сартаков М.П.[1], Барабанщикова Л.Н.[2], Рыбачук О.В.[2]

[1]Югорский государственный университет

[2]Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

В работе представлены результаты исследований биологической активности в вегетационном опыте препаратов гуминовых кислот (ГК) и гиматомелановых кислот (ГМК) донных отложений озер Среднего Приобья, обладающих различной парамагнитной активностью, определенной методом «Absolute spins» и извлеченных из характеристических для территории сапропелей озер.

Исследования проводились на тест культуре - яровая пшеница сорт «Гранада». Цель данной работы – выявление взаимосвязи парамагнитной активности препаратов с видом исходных донных отложений. Установлено, что все препараты оказали стимулирующее действие на ростовые процессы семян пшеницы «Гранада», в большей степени на посевные качества семян, чем на биометрические показатели. Наибольший эффект достигается при концентрации препарата 0,01%. Наилучшие результаты в вегетационном опыте показал препарат ГК, извлеченный из глинистого сапропелевого ила, который обладает наибольшей из всех образцов парамагнитной активностью – 5,90E+13.

Ключевые слова: САПРОПЕЛЬ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ, ГИМАТОМЕЛАНОВЫЕ КИСЛОТЫ, ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС, СРЕДНЕЕ ПРИОБЬЕ

В последние годы в растениеводстве широкое применение находят регуляторы роста и развития растений. При их применении повышается урожайность, устойчивость растений к стрессам, улучшается качество продукции и снижается её себестоимость [1]. Информация о физиологическом действии гумусовых кислот, как регуляторов роста

растений, полученная из работ различных авторов, не всегда согласуется [2]. Это во многом объясняется варьированием химического состава и физико-химических характеристик гуминовых препаратов, различием методов оценки их биологической активности и спецификой исходного органического сырья, его групповым составом [3], что не дает оснований для полного отождествления биологического действия ГК различного происхождения.

По мнению большинства исследователей, гуминовые кислоты изменяют направление окислительно-восстановительных процессов в растительных клетках и способствуют поступлению азота, фосфора, калия и других необходимых элементов [2, 4]. Гуминовые кислоты также повышают интенсивность фотосинтеза и дыхания растений, влияют на углеводный обмен растений. На сегодняшний день накоплен значительный материал, свидетельствующий о положительном влиянии гуминовых веществ на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [1, 5].

Для биологического тестирования нами были взяты гуминовые кислоты (ГК) пяти различных видов сапропелей [6] и два образца гиматомелановых кислот (ГМК) двух видов сапропелей с различной парамагнитной активностью, определенной методом «Absolute spins method», спин/мг (табл. 1). Спектры ЭПР записаны на спектрометре ELEXSYSII E500/540 (аналитик Л.А. Шундрин НИОХ СО РАН) (X-диапазон, частота ~9.87 ГГц, мощность СВЧ-излучения 20 мВт, амплитуда модуляции 0.5 Гс). Для записи спектров ЭПР с широкой разверткой (600 и 4000 Гс) использовали высокодобротный цилиндрический резонатор ER4119HS, для количественных измерений использовали двойной резонатор DR0005.

Таблица 1. Образцы ГК и ГМК различных видов сапропелей и их парамагнитная активность

Виды сапропелей	Варианты	Absolute spins method Ns/mg
Сапропель	ГК С-5	4,63E+13
Глинистый сапропелевый ил	ГК К-4	4,25E+13
Сапропелево-глинистый ил	ГК С – 189	5,90E+13
	ГМК С-189	1,96E+13
Алевролитовые пески	ГК К-Байлабак - 2	4,96E+13
Слабо сапропелевый алевролитовый ил	ГК К-Байбалак - 1	3,52E+13
	ГМК К-Байбалак - 1	1,06E+13

ГК имеют более интенсивный сигнал ЭПР спектра, чем ГМК, что соответствует природе данных веществ и соответственно более высокую парамагнитную активность [7].

Изучение действия препаратов ГК и ГМК проводили в вегетационном опыте методом проростков в 2022 году.

Методика вегетационного опыта: стаканы емкостью 500 мл заполняли чернозёмом выщелоченным. Тест-культура – яровая пшеница сорт Гранада. Семена замачивали в воде и гуминовых препаратах 0,01% и 0,001% концентрации на сутки в чашках Петри и отбирали для посева проросшие по 15 шт. на сосуд. Сосуды посещали в климатостат марки КС-200 СПУ при t=20°С со сменой программы дня и ночи. Опыты проводились в 4-кратной повторности. Подсчет энергии прорастания – на 4 сутки, всхожесть – на 7 сутки. Уборку сосудов проводили на 14 сутки, корневую систему и надземную часть растений доводили до воздушно-сухого состояния и проводили биометрические замеры. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты влияния четырнадцати гуминовых препаратов донных отложений на посевные качества семян пшеницы сорта «Гранада» представлены в таблице 2.

Электронный парамагнетизм является важным свойством гумусовых веществ. Наличие парамагнитных центров обнаружено у гумусовых кислот, получаемых из самых различных органогенных субстратов. Показатели парамагнитной активности исследуемых образцов по ABS spin изменяются от 1,06 E+13 до 5,9E+13. Все препараты ГК и ГМК сапропелей достаточно эффективно воздействуют на посевные качества семян, за исключением образцов ГК и ГМК слабо сапропелевого алевролитового ила (ГК и ГМК К-Байбалак-1) 0,001% концентрации, где отмечено достоверное снижение энергии прорастания и всхожести растений. Наибольшей биологической активностью обладают препарат ГК К-4 (0,001%) глинистого сапропелевого ила и ГК С-189 (0,01%) сапропелево-илистого ила, где превышение над контролем составило соответственно 51% и 41% по энергии прорастания и на 29,5% по лабораторной всхожести.

Активность всех препаратов лучше проявляется при концентрации 0,01% и в меньшей степени при концентрации 0,001%. Образец ГК К-4 проявляет наибольшую активность при различных концентрациях.

Результаты исследований, представленные в таблице 2 указывают на то, что биологическая активность по энергии прорастания и всхожести семян пшеницы сорта «Гранада» выше у препаратов, которые обладают большей парамагнитной активностью по ABS спин (4,25E+13 - 5,90E+13).

Таблица 2. Влияние гуминовых препаратов донных отложений на посевные качества семян пшеницы сорта «Гранада» в зависимости от парамагнитной активности

№ варианта	Варианты	ABS спин/мг.	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
	Контроль		63,9	77,2
Концентрация 0,01%				
Сапропель	ГК С-5	4,63E+13	90,0	95,0
Глинистый сапропелевый ил	ГК К-4	4,25E+13	73,9	86,7
Сапропелево-глинистый ил	ГК С – 189	5,90E+13	90,0	100,0
	ГМК С-189	1,96E+13	83,4	86,7
Алевролитовые пески	ГК К-Байлабак - 2	4,96E+13	80,3	90,0
Слабо сапропелевый алевролитовый ил	ГК К-Байбалак - 1	3,52E+13	93,4	93,4
	ГМК К-Байбалак - 1	1,06E+13	83,4	90,0
Концентрация 0,001%				
Сапропель	ГК С-5	4,63E+13	83,4	90,0
Глинистый сапропелевый ил	ГК К-4	4,25E+13	96,7	100,0
Сапропелево-глинистый ил	ГК С-189	5,90E+13	76,7	78,6
	ГМК С-189	1,96E+13	83,4	91,7
Алевролитовые пески	ГК К-Байлабак-2	4,96E+13	63,9	75,3
Слабо сапропелевый алевролитовый ил	ГК К-Байлабак-1	3,52E+13	49,9	58,5
	ГМК К-Байлабак-1	1,06E+13	60,5	69,7
$НСР_{05}$			*8,8*	*9,8*

Что касается биометрических показателей (длина, масса корней, высота и масса растений), то действие препаратов незначительно (табл. 3), а во многих случаях биометрические показатели пшеницы ингибируются препаратами ГК и ГМК. Положительное влияние на все биометрические показатели особенно выражено у образца

ГК К-4 глинистого сапропелевого ила, который положительно сказался и на посевных качествах семян. Так же отмечено достоверное повышение биометрических показателей у образцов: ГК С-5 сапропеля и ГК С-189 сапропелево-глинистого ила. При определении посевных качеств, как и биометрических показателей наибольший эффект оказывают препараты с концентрацией 0,01%, и те из них, которые обладают наибольшей парамагнитной активностью (4,25E+13 - 5,90E+13).

Таблица 3. Влияние гуминовых препаратов на биометрические показатели пшеницы

Варианты	Варианты	ABS-spin ПМЦ спин/мг	Длина корней, см	Масса корней, г/сосуд	Высота растений, см	Масса растений г/сосуд
	Контроль		16,3	0,15	22,8	0,50
Концентрация 0,01%						
Сапропель	ГК С-5	4,63E+13	19,9	0,22	25,7	0,52
Глинистый сапропелевый ил	ГК К-4	4,25E+13	16,3	0,16	24,1	0,62
Сапропелево-глинистый ил	ГК С-189	5,90E+13	17,4	0,20	23,7	0,50
	ГМК С-189	1,96E+13	15,3	0,20	23,9	0,52
Алевролитовые пески	ГК К-Байлабак-2	4,96E+13	12,1	0,13	22,4	0,35
Слабо сапропелевый алевролитовый ил	ГК К-Байбалак-1	3,52E+13	18,8	0,07	23,5	0,20
	ГМК К-Байблабак -1	1,06E+13	20,8	0,26	23,9	0,36
Концентрация 0,001%						
Сапропель	ГК С-5	4,63E+13	22,3	0,14	24,5	0,41
Глинистый сапропелевый ил	ГК К-4	4,25E+13	19,5	0,10	22,8	0,43
Сапропелево-глинистый ил	ГК С-189	5,90E+13	18,4	0,15	23,5	0,31
	ГМК С-189	1,96E+13	18,1	0,12	24,6	0,27
Алевролитовые пески	ГК К-Байлабак-2	4,96E+13	21,2	0,05	23,3	0,20
Слабо сапропелевый алевролитовый ил	ГК К-Байбалак-1	3,52E+13	8,6	0,15	17,6	0,43
	ГМК К-Байблабак -1	1,06E+13	26,3	0,16	22,5	0,43
$НСР_{05}$			*1,9*	*0,02*	*1,8*	*0,06*

Гуминовые препараты обладают физиологически активными свойствами. Они в малых концентрациях стимулируют рост и развитие культурных растений [1, 8]. Установление этих фактов не является неожиданным, поскольку хорошо известно, что

гуминовые и гиматомелановые кислоты в той или иной мере обладают биологической активностью, благодаря парамагнетизму [9]. В этом отношении гуминовая кислота не представляет собой ничего исключительного, так как в ней содержатся активные хиноидные структуры, фенольные и карбоксильные группы. Биологическая активность гуминовых и гиматомелановых кислот объясняется не только составом периферических цепей и функциональных групп, но и особенностями строения конденсированных ароматических колец.

Выводы

1. ГК и ГМК оказали стимулирующее действие на ростовые процессы семян пшеницы «Гранада», в большей степени на посевные качества семян, чем на биометрические показатели. Наибольший эффект достигается при концентрации препарата 0,01%.

2. Наилучшие результаты в вегетационном опыте показал препарат ГК К-4, извлеченный из глинистого сапропелевого ила, который обладает наибольшей из всех образцов парамагнитной активностью – 5,90E+13, где превышение над контролем на 51% по энергии прорастания и на 29,5% по лабораторной всхожести. Затем следуют в убывающей последовательности по биологической активности: ГК сапропеля (С-5) и сапропелево-глинистого ила (С-189). Данные препараты так же обладают достаточно высокой парамагнитной активностью.

3. Для ГК алевролитовых песков (К-Байбалак-2) и слабо сапропелевых алевролитовых илов (К-Байбалак-1), а также ГМК видна тенденция разнонаправленного проявления биологического действия преимущественно по биометрическим показателям. Подобное проявление действия ГК и ГМК может быть связано с неодинаковой отзывчивостью семян пшеницы сорта Гранада на особенности химического состава препаратов, зависящих от специфики исходного сапропелевого сырья.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (договор № 18–44–860010) и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Список использованных источников:

1. Грехова И.В. Влияние гуминовых препаратов на жизнедеятельность растений // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика: Материалы Третьей Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) и I Всероссийской конференции молодых ученых АПК, Ростов-на-Дону - Рассвет, 01–03 октября 2019 года / Отв. ред. О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону - Рассвет: Издательство Южного федерального университета, 2019. – С. 27–33. – EDN VQMREL.

2. Комиссаров И.Д., Логинов Л.Ф. Гуминовые препараты // Научные труды Тюменского СХИ. – 1971. – Т. 14. – 266 с.

3. Грехова И.В. Групповой состав органического вещества торфов низинных месторождений // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 6(98). – С. 14–16. – EDN PAKJMN.

4. Безуглова О.С., Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия ОГАУ.- 2016. - №4 (60). - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/guminovye-preparaty-kak-stimulyatory-rosta-rasteniy-i-mikroorganizmov-obzor

5. Литвиненко Н.В., Куртова А.В., Грехова И.В. Влияние на продуктивность культур предпосадочной и некорневой обработок гуминовым препаратом Росток // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 7–1(97). – С. 160–163. – DOI 10.23670/IRJ.2020.97.7.026. – EDN LACQIS.

6. Штин С.М. Озерные сапропели и их комплексное освоение. - М., 2005. - 373 с.

7. Сартаков М.П., Осницкий Е.М., Шпынова Н.В., Комиссаров И.Д. Электронный парамагнитный резонанс гуминовых и гиматомелановых кислот сапропелей озер Среднего Приобья // Химия растительного сырья. - 2022. - №2. - С. 271–278. DOI: 10.14258/jcprm.2022029450.

8. Осницкий Е.М., Сартаков М.П., Барабанщикова Л.Н. [и др.] Биологическое действие гуминовых кислот вертикального профиля торфяной залежи Обь-Иртышского междуречья // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 11. – С. 222–224. – EDN AGSZQN.

9. Сартаков М.П., Марченко Л.В. Биологический тест-контроль гуминовых кислот торфов Среднего Приобья на семенах многолетних бобовых трав. - Вестник КрасГАУ. - 2011. - №1 (52). - С. 39–43.

==========

Цитирование:

Шпынова Н.В., Сартаков М.П., Барабанщикова Л.Н., Рыбачук О.В. Биологическая активность гумусовых кислот донных отложений озер Среднего Приобья [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_222.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202132222.