

УДК 631.811.98:631.417

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ТОРФА В КАЧЕСТВЕ РОСТСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ

© 2024 г. О. В. Броварова*

*Институт агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми НЦ УрО РАН
ул. Ручейная, 27, Сыктывкар 167023, Россия*

**E-mail: olbrov@mail.ru*

Изучили биологическую активность гуминовых веществ торфа в качестве ростостимулирующих препаратов для сельскохозяйственных культур овса и гороха. Установлено, что в состав гуминовых веществ входят различные функциональные группы (фенольные и алифатические гидроксилы, карбоксильные, хиноидные), которые определяют биологическое и ростостимулирующее действие. Показано, что примененные в эксперименте растворы гуминовых веществ оказывали благоприятное воздействие на семена даже в небольших концентрациях.

Ключевые слова: гуминовые вещества, торф, биологическая активность, фитоеффект, функциональные группы.

DOI: 10.31857/S0002188124080076, **EDN:** CDWBNL

ВВЕДЕНИЕ

В условиях обилия и разнообразия форм удобрений, предлагаемых для применения в сельском хозяйстве, существует ряд подходов использования удобрений гуматного типа как средства для повышения плодородия и качества почвы, это можно объяснить многообразным действием содержащихся в них гуминовых кислот. Гуминовые препараты можно использовать в качестве органоминерального удобрения, они способствуют увеличению биологической активности почвы и обогащению семян макро- и микроэлементами, действуя как стимулятор роста.

Актуальным вопросом является поиск путей наиболее рационального, экологически безопасного использования различных видов удобрений в сельскохозяйственной промышленности [1]. Поэтому все больше повышается интерес к удобрениям гуматного типа для увеличения плодородия и качества почв сельскохозяйственного назначения. Гуминовые вещества представляют собой специфическую группу природных биополимеров, которые являются активными веществами, усиливают и регулируют обменные процессы, не токсичны.

В научной литературе достаточно широко подтверждено положительное влияние гуминовых веществ (ГВ) на процессы развития как семян, так и самих растений в период вегетации, укоренения черенков, корнеобразования. При этом во многих случаях они снижают воздействие

неблагоприятных факторов среды, в результате повышается урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [2–5].

При изучении механизма биологической активности ГВ выдвигаются различные гипотезы. Этот вопрос особенно тщательно изучают в отношении биологической активности и действия ГВ на метаболизм растений. Предполагается, что ГВ способны воздействовать на проницаемость клеточных мембран, увеличивать доступность в почвах элементов питания за счет их способности к образованию комплексов и повышения подвижности, а также на дыхательный метаболизм и фотосинтез, передачу растениям органических и минеральных элементов и т.п. Кроме этого, обсуждают возможности применения ГВ в качестве матрицы микроэлементов для улучшения поглощения растениями удобрений и улучшения структуры почвы [5, 6].

Структурные особенности позволяют гуминовым веществам участвовать в разнообразных биохимических реакциях, образовывать комплексные соединения, влиять на фотохимические процессы и т.п. Кроме того, они могут служить источником структурных фрагментов органических макромолекул при биосинтезе в тканях растений [7]. Такие уникальные свойства ГВ могут определять их разнообразную биологическую активность. К сожалению, задачу осложняет обстоятельство сложного выделения и определения в структуре макромолекулы гуминового вещества участка или функциональных групп, от которых зависит вид биологической активности. Помимо этого, разветвленное

строение молекулы, наличие большого количества реакционноспособных функциональных групп и их пространственное расположение способствуют одновременному прохождению различных химических реакций, а значит, и проявлению биологической активности [8].

Гуминовые вещества — химически неоднородные соединения, содержащие в своем составе различные функциональные группы [9]. На сегодняшний день в химической структуре гуминовых веществ установлено более десятка различных типов групп, такие как карбоксильные, фенольные и спиртовые гидроксилы, карбонильные, хиноидные, метоксильные, сложноэфирные, амино-, амидо- и имидогруппы, сульфо-, тиольные и дисульфидные группы [10–12]. Сложность химического строения гуминовых веществ при наличии большого количества различных функциональных групп, способность образовывать межмолекулярные и внутримолекулярные связи дают возможность ГВ вступать в различные химические связи и проявлять биологическую активность.

Гуминовые вещества имеют сбалансированный набор микро- и макроэлементов, обеспечивающих повышение защитных свойств растений и проростков от ряда грибковых и бактериальных заболеваний, позволяющих решать важные экологические и агрономические проблемы [13]. Также гуминовые вещества, в силу химического и структурного состава, способны концентрировать азот и постепенно освобождать его в виде разнообразных химических соединений [14].

Такой состав препаратов обуславливает их незаменимость для предпосевной обработки семян и полива вегетирующих растений в условиях пониженной биологической активности почв на фоне низкой обеспеченности растений микроэлементами [15, 16].

В процессе изучения эффективности действия гуминовых препаратов выявлено, что они оказывают на растения стимулирующее, адаптогенное и биопротекторное действие. При использовании гуминовых препаратов ускоряется рост растений, сокращаются сроки вегетации [17]. Цель работы — изучение биологической активности гуминовых веществ торфа в качестве ростстимулирующих препаратов для сельскохозяйственных культур овса и гороха.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были натриевые и калиевые соли гуминовых кислот (ГК), выделенные путем щелочной экстракции при температуре 23°C и с последующим кислотным осаждением. ГК были выделены из образца низинного торфа,

отобранного на торфяном месторождении Сыктывдинского р-на Республики Коми.

Инфракрасные спектры растворов ГВ снимали на спектрометре Specord-M-80 в области частот 4000–400 см⁻¹ [18]. Алифатические гидроксильные группы определяли методом фталирования [19]. Фенольные гидроксильные группы и карбоксильные группы определяли хемосорбционным методом [20]. Хиноидные группы определяли потенциометрическим методом в растворе 0.1 н. K₂Cr₂O₇ [21].

В качестве экспериментальных растений использовали овес сорта Левша (производитель Омский АНЦ) и горох овощной сорта Альфа (производитель ООО Центр-Огородник). Вегетационный период растений составлял 55–70 сут. В опыте использовали торфо-песчаную смесь (2 : 1), которую после смешивания обеззараживали при температуре 100°C. Рабочие растворы гуминовых препаратов для экспериментальной группы растений с pH = 7.0 готовили в 0.05 М растворе NaOH, далее разбавляли до концентраций 1.0, 0.5, 0.025, 0.01%. Дозировка препаратов ГК была принята за диапазон оптимальных концентраций на основании результатов работы, в которой выявлена высокая эффективность промышленных ГК [22].

Всхожесть семян овса определяли на 7-е сут, гороха — на 8-е сут. Повторность опыта четырехкратная. Для аграрного эксперимента были высажены в почву контрольная и экспериментальная группы семян овса и гороха по 30 шт./сосуд. Биометрические характеристики (высота растений, длина и ширина листа, длина корней) измеряли каждые 15 сут в течении всего вегетационного периода, который составил в среднем 65 сут.

В качестве стандартного (положительного) контроля был выбран препарат “Гуми” производства ООО “НВП БашИнком”, г. Уфа. Раствор препарата готовили согласно инструкции в описании.

Биологическую активность определяли по показателю фитоэффекта, который рассчитывали, как $n \times l$, где n — средняя длина корней, % к контролю; l — средняя всхожесть, % к контролю. Под фитоэффектом понимают оценку степени стимулирующего или ингибирующего действия тестируемых ГК на сельскохозяйственные растения.

Содержание фотосинтетических пигментов анализировали с помощью спектрофотометра GENESYS 150 при $\lambda = 470, 649$ и 665 нм в кюветах 1 см [22]. Содержание белка в зеленых частях растений определяли методом Bradford [24]. Исследованные ткани растений массой 200 мг растирали в фосфатном буфере pH 7.6 до однородной массы в фарфоровой ступке на холоде. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре GENESYS 150 в кювете толщиной 1 см при $\lambda = 595$ нм. Содержание

аскорбиновой кислоты [25] определяли по методу Мури, рабочий раствор титровали раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (краска Тильманса) до розовой окраски.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Биологические и химические свойства ГВ проявлялись за счет особенностей молекулярной структуры. Полученные данные ИК-спектроскопии и анализа функционального состава показали, что гуминовые вещества низинного торфа содержали достаточно разнообразный спектр реакционноспособных функциональных групп (рис. 1).

ИК-спектры имели характерный для ГВ набор пиков [26–28]: область $3600\text{--}3400\text{ см}^{-1}$ обусловлена валентными колебаниями —OH групп, преимущественно связанных водородными связями. Интервал полосы $3250\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ отвечает валентным колебаниям —NH в структуре амида и аминов, также участвующих в водородных связях. Область $2931\text{--}2929\text{ см}^{-1}$ характеризуется валентными колебаниями $\text{—H}_3\text{—}$ и $\text{—CH}_2\text{—}$ групп боковых цепей в молекуле ГК, вызванных преимущественно метиленовыми группировками, на что указывает и полоса асимметричных и симметричных деформационных колебаний в области $1480\text{--}1380\text{ см}^{-1}$. Максимум интенсивности в интервале от 1720 до 1660 см^{-1} относится к колебанию группы C=O , которая может быть представлена кетонами, альдегидами, карбоновыми кислотами и их функциональными производными [27, 28].

Область $1637\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ обусловлена плоскостными колебаниями сопряженных углерод-углеродных (ароматические, $\nu\text{C=C}$) и углерод-кислородных связей (карбонилы, связанные водородными связями, карбоксилат-ионы, $\nu\text{C=O}$) в ароматическом скелете и хинонах.

Известно, что содержащиеся в химическом составе ГВ фенольные гидроксильные группы и сильноокислые (карбоксильные) группы имеют большее значение для химических реакций, также они участвуют в ионообменных процессах и определяют кислотные свойства природных биополимеров (табл. 1) [2].

Хиноидные группы в химической структуре ГВ делают возможным их участие в реакциях по свободно-радикальному механизму

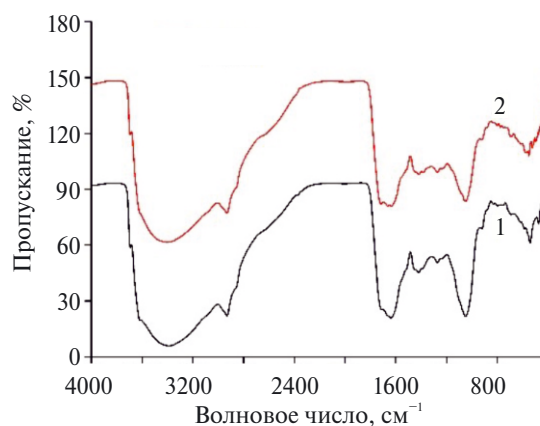


Рис. 1. ИК-спектры гуминовых веществ: 1 – ГВ-На, 2 – ГВ-К.

и вступление в окислительно-восстановительные процессы. Предполагается, что именно хиноны и определяют биологическую активность ГВ [29].

На основании экспериментальных данных можно сделать заключение, что применение небольших концентраций гуминовых веществ в растворе в большей степени стимулировало рост и развитие растений. Время наступления фенологических фаз в контроле и экспериментальных группах растений различалась незначительно.

ГВ в качестве микроудобрений применяют и как регуляторы и стимуляторы роста растений, поэтому для определения биологической активности используется метод фитотестирования [29]. При использовании данного метода определяют следующие показатели: энергию прорастания, всхожесть, длину корней и coleoptилей семян высших растений [30]. По полученным данным нами был рассчитан фитоэффект (рис. 2).

Установлено, что растворы солей гуминовых кислот с концентрацией $0.01\text{--}1.0\%$ положительно влияли на рост и развитие семян овса и гороха, показывая рост проростков во всем диапазоне концентраций гуминовых препаратов. Все 3 испытанных препарата оказали ростстимулирующий эффект, наиболее значимый в области низких концентраций гуминовых препаратов.

Эффективность препаратов уменьшалась по мере увеличения концентрации. Таким образом,

Таблица 1. Содержание функциональных групп ГВ торфа, %

Образец	Хиноидные группы, ммоль/г	ОН _{фен}	СООН	Σ(ОН _{фен} + ОН _{карб})	ОН _{алиф}
		%			
ГВ-К	6.1	6.66	10.0	16.7	11.3
ГВ-На	6.3	7.56	11.9	19.5	9.99

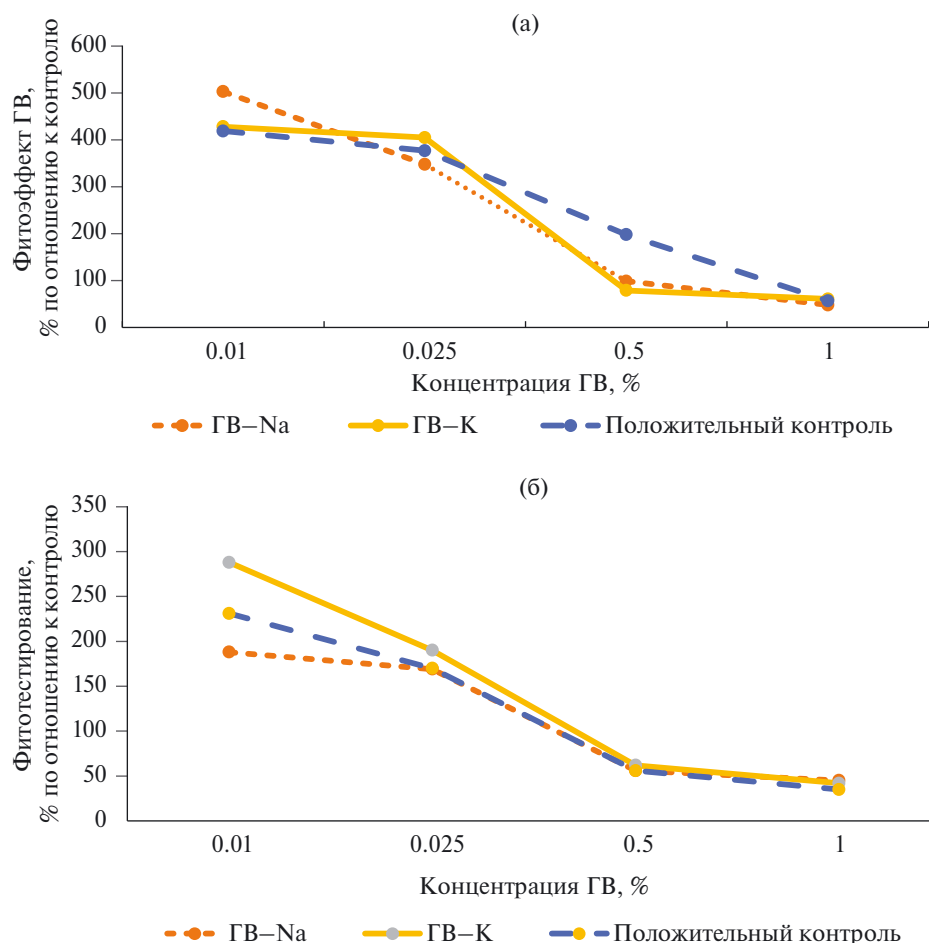


Рис. 2. Фитоэффект ГВ из торфа на семенах овса (а) и гороха (б).

наиболее высоким ростостимулирующим действием обладали растворы ГВ с небольшими концентрациями, кроме этого их эффект в малых дозах (0.025 и 0.01%) был обусловлен собственной физиологической активностью гуминовых веществ.

Установлено, что биологическая активность ГВ определяется как способность принимать участие в окислительно-восстановительных реакциях в растительной клетке. Таким образом, биологическую активность связывают со структурными параметрами, отражающими содержание хиноидных групп, фенольных гидроксидов, а также содержание свободных радикалов [21, 31].

Структурно-групповой анализ ГВ показал, что ГВ торфа более окислены, о чем свидетельствовало наличие в составе хиноидных и карбоксильных групп. Именно наличие хиноидных структур связывают с биологической активностью гуминовых препаратов, т.к. хиноны обладают большой окислительно-восстановительной способностью и являются катализаторами этих реакций. Кроме этого, хиноидные группы способны связывать

свободный радикал, т.к. обладают парамагнитными свойствами. В результате этого формируется нейтральная молекула и менее активный радикал (процесс ингибирования) или нейтральная молекула и активный радикал, который будет инициировать радикальный процесс [21]. Поэтому можно предположить, что растворы ГВ будут проявлять стимулирующее действие на рост и развитие растений.

Одним из важных показателей воздействия гуминовых препаратов является количество фотосинтетических пигментов, что определяет способность к поглощению световой энергии растением для процесса фотосинтеза. Кроме этого, с пигментами связана не только светочувствительность растений, но и регуляция метаболизма, рост и цветение, регуляция процессов прорастания семян, выполнение функции резерва питательных веществ, а также их противомикробная и противогрибковая активность.

По окончании вегетационного периода в зеленых частях растений были определены некоторые их качественные характеристики (табл. 2).

Таблица 2. Качественные характеристики растений гороха и овса

Показатель	Контроль	Положительный контроль	Массовая концентрация ГП в растворе, %		
			0.5	0.025	0.01
Горох					
Хлорофилл <i>a</i> , мг/г	$8.7 \times 10^{-4} \pm 0.03$	$9.5 \times 10^{-4} \pm 0.04$	$1.2 \times 10^{-3} \pm 0.04$	$1.3 \times 10^{-3} \pm 0.07$	$1.5 \times 10^{-3} \pm 0.04$
Хлорофилл <i>b</i> , мг/г	$6.8 \times 10^{-4} \pm 0.01$	$9.0 \times 10^{-4} \pm 0.06$	$9.8 \times 10^{-4} \pm 0.05$	$1.1 \times 10^{-3} \pm 0.03$	$1.2 \times 10^{-3} \pm 0.06$
Каротиноиды, мг/г	0.10 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.02
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	6.1	7.9	7.6	8.7	9.9
Белок, г/100 г	5.8	6.0	6.3	7.0	7.5
Овес					
Хлорофилл <i>a</i> , мг/г	$8.4 \times 10^{-4} \pm 0.02$	$9.8 \times 10^{-4} \pm 0.06$	$1.1 \times 10^{-3} \pm 0.06$	$1.17 \times 10^{-3} \pm 0.06$	$1.28 \times 10^{-3} \pm 0.05$
Хлорофилл <i>b</i> , мг/г	$7.2 \times 10^{-4} \pm 0.04$	$9.4 \times 10^{-4} \pm 0.08$	$1.1 \times 10^{-3} \pm 0.06$	$1.2 \times 10^{-3} \pm 0.05$	$1.5 \times 10^{-3} \pm 0.07$
Каротиноиды, мг/г	0.11 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.02
Белок, г/100 г	6.6	7.9	7.3	8.1	8.6
Сухое вещество, г/кг	135	140	123	148	154
Сырая клетчатка, г/кг	201	240	235	240	244

Показано, что гуминовые препараты благоприятно воздействовали на рост и развитие растений, особенно выделялись те, которых обрабатывали растворами гуминовых препаратов с концентрациями 0.025 и 0.01%. Растения, которые получали гуминовые удобрения, содержали наибольшее количество пигментов, это объясняется условиями минерального питания растений. В процессе образования хлорофилла растениям необходимо большое количество железа. Известно, что при недостатке такого элемента как железо, листья растений могут терять окраску. Этот микроэлемент участвует в процессе синтеза α -аминолевулиновой кислоты из глицерина и сукцинил-КоА, а также синтеза протопорфирина. Также на синтез хлорофилла большое влияние оказывает снабжение растений азотом и магнием, т.к. оба эти элемента входят в состав хлорофилла.

При недостатке меди хлорофилл будет легко разрушаться, связано это с тем, что медь способствует образованию устойчивых комплексов между хлорофиллом и соответствующими белками [21].

Общее содержание белка в растениях, выращенных с помощью подкормки из ГВ торфа, было в 1.5 раза больше, чем в контрольном варианте. Данный результат можно связать с тем, что в гуминовых веществах содержится большое количество аммонийного азота, находящегося в доступной для растений форме для синтеза собственных азотсодержащих соединений и белков.

Одна из функции аскорбиновой кислоты — это участие в дыхании растений. Она также увеличивает устойчивость растений, т.к. способна окисляться окислительными растительными ферментами

класса оксидоредуктаз, которые служат катализаторами окислительно-восстановительных реакций.

Таким образом, растения получившие подкормки гуминовыми веществами торфа, отличались большим количеством фотосинтетических пигментов белка и аскорбиновой кислоты по сравнению с контрольным вариантом. Также удобрения на основе ГК оказали высокое ростстимулирующее влияние, при этом максимальный эффект показали растворы с небольшими концентрациями (0.025 и 0.01%). Это обусловлено собственной физиологической активностью гуминовых веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование с тест-культурами овса и гороха показало, что применение препаратов гуминовых веществ (ГВ) в оптимальных дозах значительно влияло на рост, развитие растений, всхожесть, семян, улучшало питание растений, увеличивало длину и биомассу проростков. Наилучший результат показали растворы ГВ с меньшими концентрациями (0.025 и 0.01%), которые способствовали увеличению в 1.5 раза всхожести семян растений, а также увеличению длины корней и высоты проростков овса и гороха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еськов А.И., Новиков М.Н., Лукин СМ. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир: РАСХН, ВНИПТИОУ, 2001. 495 с.

2. Орлов Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ // Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993. С. 16–27.
3. Соромотина Т.В. Практикум по овощеводству. Пермь: Прокрость, 2016. 305 с.
4. Федотов Г.Н., Шуба С.А., Федотова М.Ф., Степанов А.Л., Стрелецкий Р.А. Почвенные дрожжи и их роль в прорастании семян // Почвоведение. 2017. № 5. С. 592–602.
5. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants // Soil Biol. Biochem. 2002. V. 34. № 11. P. 1527–1536. DOI: 10.1016/S0038-0717(02)00174-8
6. Безуглова О.С. Гуминовые вещества в биосфере: учеб. пособ. Ростов-н/Д: Южный фед. ун-т, 2009. 120 с.
7. Якименко О.С., Терехова В.А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1334–1343.
8. Sherry L. Investigating the biological properties of carbohydrate derived fulvic acid (CHD-FA) as a potential novel therapy for the management of oral biofilm infections // BMC Oral Health. 2013. V. 13. P. 47.
9. Nebbioso A., Piccolo A. Basis of a humeomics science: chemical fractionation and molecular characterization of humic biosuprastructures // Biomacromolecules. 2011. V. 12. P. 1187–1199. DOI: 10.1021/bm101488e
10. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв: учеб.-к. М., 2005. 558 с.
11. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / Под ред. Е.И. Ермакова. СПб.: Изд-во СПбУ, 2004. 248 с.
12. Чимитдоржиева Г.Д., Чимитдоржиева Э.О., Цыбенков Ю.Б. Особенности химической структуры гуминовых кислот мерзлотных черноземов юга Витимского плоскогорья // Усп. совр. естествозн. 2020. № 10. С. 50–54. DOI: 10.17513/use.37490
13. Аввакумова П.Н. Гуминовые вещества – фактор защиты биосистем от экотоксикантов // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т. 11. № 1(2). С. 197–201.
14. Савченко И.А., Корнеева И.Н., Лукша Е.А., Пасечник К.К. Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы их применения в медицине // Медиаль. 2019. № 1(23). С. 54–60. DOI: 10.21145/2225-0026-2019-1-54-60
15. Пронько В.В., Корсаков К.В. Эффективность солей гуминовых кислот при возделывании озимой пшеницы на южных черноземах // Агрохимия. 2011. № 8. С. 51–59.
16. Шаяхметов И.Т., Кузнецов В.И., Гилязетдинов Ш.Я. Защитно-стимулирующие и адаптогенные свойства препарата ГУМИ – биоактивированной формы гуминовых кислот. Эффективность его использования в сельском хозяйстве. Уфа, 2000. 102 с.
17. Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. 259 с.
18. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. Основы, техника, аналитическое применение / Под ред. А.Л. Мальцева. М.: Мир, 1982. 365 с.
19. Губен В. Методы органической химии. Методы анализа. М., 1967. Т. 2. 329 с.
20. Закис Г.Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных. Рига: Зинатне, 1987. 230 с.
21. Дмитриева Е.Д., Сюндюкова К.В., Акатова Е.В., Леонтьева М.М., Волкова Е.М., Музафаров Е.Н. Биологическая активность гуминовых веществ сапропеля реки Упы Тульской области // Химия раст. сырья. 2017. № 1. С. 137–144. DOI: 10.14258/jcprtm.2017011418
22. Изосимов А.А. Физико-химические свойства, биологическая активность и детоксицирующая способность гуминовых препаратов, отличающихся генезисом органического сырья: Дис. ...канд. биол. наук. М.: МГУ, 2016. 148 с.
23. Русак С.Н., Кравченко И.В., Филимонова М.В., Башкатова Ю.В. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа: метод. рекоменд. Сургут: Изд. центр СурГУ, 2012. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/100509> (дата обращения: 26.10.2023).
24. Невмержицкая Ю.Ю., Тимофеева О.А. Практикум по физиологии и биохимии растений (белки и ферменты): Учеб.-метод. пособ. Казань: Казан. ГУ, 2012. 36 с.
25. Гамаюрова В.С., Ржежицкая Л.Э. Пищевая химия: учеб.-к для студ. вузов: учеб. пособ., электр. изд-е сетев. распростр. М.: КДУ, Добросвет, 2018. URL: <https://bookonline.ru/node/1525/> (дата обращения: 26.10.2023). DOI: 978-5-7913-1042-2
26. Лиштван И.И., Капуцкий Ф.Н., Янута Ю.Г. Спектральные исследования фракций гуминовых кислот // Хим. тверд. топлива. 2006. № 4. С. 3–11.
27. Stevenson F.J. Humic chemistry: Genesis, composition, reactions. 2nd ed. N.Y.: John Wiley & Sons, 1994. P. 34–41.
28. Белоусов М.В., Ахмеджанов Р.Р., Гостищева М.В., Юсубов М.С., Матвеев А.В. Исследование химических и токсических свойств гуминовых кислот низинного древесно-травяного торфа Томской области // Бюл. сибир. мед. 2009. № 4(2). С. 27–33.
29. Lovley D.R. Humic substances as a mediator for microbially catalyzed metal reduction // Acta Hydrochim. Hydrobiol. 1998. V. 26. P. 152–157.
30. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов/нД.: Ростиздат, 2006. 385 с.
31. Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Андроханов В.А. Гуминовые препараты: связь структурно-группового состава и биологической активности // Вестн. Кузбас. ГТУ. Сер. Хим. технол. 2018. № 5. С. 52–60. DOI: 10.26730/1999-4125-2018-5-52-60

The Study of the Biological Activity of Humic Substances of Peat as Growth-Stimulating Drugs

O. V. Brovarova[#]

*A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of RAS,
ul. Rucheynaya, 27, Syktyvkar 167023, Russia*

[#]*E-mail: olbrov@mail.ru*

Humic substances are a group of high-molecular biopolymers that are formed during the natural decomposition of plant and animal tissue. Due to their functional composition, humic substances of peat have a sufficiently large range of biological properties, they are quickly involved in the metabolic processes in plants. The use of humic substances as micronutrients leads to increased resistance to adverse factors, the development of the root system, improves the synthesis of chlorophyll, which increases the yield and quality of cultivated plants. The paper considers the influence of natural biopolymers such as humic substances of peat on the growth and development of agricultural plants of oats and peas. It has been established that the composition of humic substances includes various functional groups (phenolic and aliphatic hydroxyls, carboxylic, quinoid), which determine the biological and growth-stimulating effect. It has been shown that solutions of humic substances used in the experiment have a beneficial effect on seeds even in small concentrations. The purpose of this research work is to study the biological activity of humic substances of peat as growth-stimulating drugs of agricultural crops

Key words: humic substances, peat, biological activity, phytoeffect, functional groups.