

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ НА СВОЙСТВА ПОЧВ

Е. О. Маркина, Н. В. Сырчина

*Вятский государственный университет,
79642549547@yandex.ru, nvms1956@mail.ru*

В настоящее время во всем мире существенно увеличивается интерес к удобрениям гуматного типа [1]. Гуминовые вещества (ГВ) являются природными соединениями, образующимися при разложении биологических остатков под влиянием микроорганизмов и абиотических факторов среды. По химическому составу и строению ГВ можно отнести к высокомолекулярным ароматическим оксикарбоновым кислотам. Особенности строения и функциональные группы, входящие в состав ГВ, обеспечивают возможность участия этих соединений в разнообразных химических, физических и физико-химических процессах. ГВ оказывают большое влияние на устойчивость дисперсных систем, проявляют ионообменные свойства, участвуют в реакциях комплексообразования. Направление и глубина протекания соответствующих процессов определяются спецификой ГВ.

В настоящее время хорошо изучены свойства таких компонентов гумусовых веществ, как фульво- и гуминовые кислоты. Установлено, что фульвокислоты (ФК) способны образовывать хорошо растворимые комплексы хелатного типа со многими катионами, т.е. под влиянием ФК подвижность микроэлементов и тяжелых металлов в почвах увеличивается. Фульвокислоты хорошо растворимы в кислых, нейтральных и щелочных средах. Благодаря относительно небольшому размеру и специфическому строению, катионные комплексы фульвокислот могут активно проникать через клеточные стенки в корни растений, а также стебли и листья, снабжая растения элементами минерального питания [1]. В отличие от ФК, гуминовые кислоты (ГК) активно связывают соответствующие катионы в нерастворимые малоподвижные соединения [2]. Таким образом, ФК способствуют мобилизации, а ГК – иммобилизации широкого спектра катионов.

Гуминовые вещества оказывают большое влияние на плодородие почв. Внесение в почвы препаратов ГВ позволяет увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, снизить расход минеральных удобрений, повысить устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов [3]. Высокая эффективность препаратов ГВ стимулирует активизацию работ по их промышленному производству. В качестве сырья для производства широко

используются торф, бурый уголь, сапрпель. Для выделения из сырья действующих веществ используются различные химические, физические и физико-химические методы. В зависимости от используемых методов удается получить широкий спектр разнообразных соединений (гидрогуматы, оксигуматы, нитрогуматы, сульфогуматы и др.), проявляющих высокую агрохимическую эффективность. Следует иметь в виду, что промышленные ГВ не являются в полном смысле этого слова натуральными, и поведение их в природной среде может отличаться от поведения натуральных ГВ. Вместе с тем, исследований, направленных на оценку экологических последствий от воздействия промышленных гуматов на природную среду, крайне недостаточно.

Цель настоящей работы состояла в изучении влияния промышленных ГВ, получаемых методом физического воздействия на торф, на подвижность анионов и катионов в грунтах в условиях лабораторного эксперимента.

В качестве источника промышленных ГВ использовался торфогель, представляющий собой дисперсную систему (типа геля), получаемую методом ультразвуковой кавитационной обработки торфяной пульпы. Под воздействием кавитации происходит деструкция исходного сырья, приводящая к накоплению биологически-активных ГВ типа фульвокислот. Содержание ГВ в используемом для выполнения эксперимента препарате (торфогеле) составляло 50 г на 1 дм³ (30,6% от массы сухих веществ) при влажности 83,7%.

Для выполнения эксперимента использовали образцы грунта (огородная земля), в которые в первом варианте добавлялся торф, а во втором торфогель. Агрозем и торф предварительно просеивались через сито с размером ячеек 3 x 3 мм.

Масса торфогеля и торфа составляла 1% (в пересчете на сухое вещество) от массы воздушно сухого грунта, т.е. с торфогелем вносилось 3 г ГВ на 1 кг грунта. Для перемешивания компонентов использовался роторный смеситель. Приготовленные смеси увлажнялись дистиллированной водой до влажности 70% от полной влагоемкости и помещались в пластиковые контейнеры. Масса каждого образца грунта составляла 2 кг. Контейнеры с образцами выдерживались в открытом состоянии при температуре 24±1 °С и влажности воздуха 32%. По мере высыхания грунт в контейнерах увлажнялся дистиллированной водой и перемешивался. Отбор проб для выполнения анализов проводился каждые 5–7 дней. Общее время наблюдений составило 60 дней.

В пробах грунта определялось содержание тяжелых металлов в подвижной форме, подвижного фосфора, нитратов, рН солевой вытяжки, каталитическая активность.

Содержание ГВ в торфогеле определялось по ГОСТ 9517–94 «Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот»; содержание фосфора – согласно ГОСТ Р 54650-2011 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО»; содержание нитратов – по ГОСТ 26488-85 «Определение нитратов по методу ЦИНАО»; содержание органического вещества – по ГОСТ 26213-91 «Почвы.

Методы определения органического вещества». Каталазная активность измерялась газометрическим методом [4]. Содержание ТМ определялось методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе ААС «СПЕКТР-5-4», согласно ФР.1.31.2012.13573. Результаты анализа подвергались статистической обработке по общепринятым формулам в программе «Microsoft Excel».

Данные, характеризующие агрохимические свойства и ферментную активность используемых для выполнения эксперимента образцов грунта, торфа и торфогеля, представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Агрохимические показатели и ферментная активность
грунта, торфа, торфогеля**

Объект	Гранулометрический состав	Показатели				
		pH _{сол}	Органическое вещество, %	Фосфор общий (P ₂ O ₅), мг/кг	Нитраты, мг/кг	Каталазная активность, 2 мин
Грунт (огородная земля)	Средний суглинок	6,29±0,1	7,6±0,2	1305,0±456,7	119,3±8,9	5,2
Торфогель	–	7,54±0,1	14,0±1,5 (при влажности 83,7%)	275,0±96,2	8,0±0,4	4,2
Торф	–	3,14±0,1	89,3±5,3	190,0±66,5	5,35±0,4	5,2

В процессе эксперимента установлено, что внесение в грунт торфа не оказало заметного влияния на изучаемые показатели. В отличие от торфа, добавка торфогеля привела к существенному изменению анализируемых показателей. Уже на 5 день после внесения этого препарата в грунт наблюдалось повышение pH солевой вытяжки, усиление каталазной активности, увеличение содержания подвижного фосфора, снижение содержания нитратных форм азота (табл. 2).

Таблица 2

Влияние торфогеля на свойства грунта

Показатели	Исходные данные (без торфогеля)	5 день	26 день	52 день
pH _{сол}	6,29±0,1	6,43±0,1	7,12±0,1	6,72±0,1
Фосфор общий (P ₂ O ₅), мг/кг	1305,0±456,7	2050,0±717,5	2135,0±747,2	980,0±343,0
Нитраты, мг/кг	119,3±8,9	146,4±10,9	97,9±7,3	89,1±6,9
Каталазная активность, 2 мин.	5,2	4,5	6,6	6,6

Математическая обработка результатов эксперимента позволила выявить определенные корреляционные зависимости между изучаемыми показателями. Так, коэффициент корреляции между содержанием нитратов и ка-

талазной активностью составил $-0,99$. Установленная зависимость хорошо согласуется с данными о высокой биологической активности ГВ, приводящей к стимулированию жизнедеятельности почвенной микрофлоры [5]. Активное развитие почвенных микроорганизмов вызывает усиленное потребление (фиксацию) нитратного азота.

Коэффициент корреляции между $pH_{\text{сол}}$ и содержанием подвижных форм фосфора составляет $+0,77$.

Добавка торфогеля оказала существенное влияние и на подвижность некоторых тяжелых металлов. Через 5 суток после внесения в грунт этого препарата содержание подвижных форм цинка увеличилось в 4 раза; железа – в 2,3; меди – в 11,2. Подвижность кадмия и свинца уменьшилась: на 47 и 53% соответственно. Подвижность никеля изменилась незначительно (в 1,2 раза) [6].

Сопоставление данных о влиянии торфогеля на подвижность фосфора и тяжелых металлов позволяет предположить, что фульвокислоты за счет связывания железа и других катионов, образующих нерастворимые фосфаты, в устойчивые хелатные комплексы, способствуют повышению растворимости и биодоступности фосфатов в почвах.

Выводы. Кавитационная обработка торфа приводит к существенному изменению его биологической и геохимической активности.

Внесение торфогеля в почву способствует увеличению подвижности фосфора, повышению pH почвенных растворов, снижению содержания нитратов и активизации почвенной микрофлоры.

Под влиянием торфогеля происходит увеличение подвижности таких микроэлементов, как медь, железо, цинк. Свинец и кадмий в присутствии торфогеля переходит в менее подвижные формы.

Положительный эффект от внесения торфогеля наблюдается в течении 3–4 недель. К концу эксперимента содержание подвижного фосфора и нитратного азота в обоих образцах почвы устанавливается на более низком уровне, чем в исходном состоянии, однако $pH_{\text{сол}}$ и в конце эксперимента имеет более высокое значение, чем в исходных образцах почвы.

Литература

1. Сорокин К. Н. Обоснование технических параметров технологической линии по производству гуминовых удобрений из торфа: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2015.
2. Гуминовые вещества в биосфере / Под ред. Д. С. Орлова. М.: Наука, 1993.
3. Безуглова О. С. Гуминовые вещества в биосфере: Учебное пособие. Ростов-на-Дону, 2009. С. 31–33.
4. Хазиева Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990.
5. Brown P. A., Gill S. A., Allen S. J. Metal removal from wastewater using peat // Water Research. 2000. 34. P. 3907–3916.
6. Маркина Е. О., Григорьев В. В., Сырчина Н. В. Влияние различных добавок на подвижность тяжелых металлов в почвах // Экология родного края: проблемы и пути решения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 2. Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. С. 87–90.