

Куликова Н.А.^{1,2}, Филиппова О.И.¹, Воликов А.Б.¹, Холодов В.А.^{1,3}, Зиганшина А.Р.¹, Ярославцева Н.В.³, Перминова И.В.¹

¹ ФГОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, РФ;

knat@darvodgeo.ru

² Институт биохимии РАН им. А.Н. Баха, ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, г. Москва, РФ;

knat@darvodgeo.ru

³ ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва, РФ; vkholod@mail.ru

СИЛАНОЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕЛИОРАНТЫ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ

Представлены результаты лабораторных и полевых экспериментов по комплексной оценке мелиоративных свойств силанольных производных гуминовых веществ на основе угольного гумата калия и 3-аминопропилтриэтоксисилана. Показана возможность силанольных производных улучшать почвенную структуру за счет повышения средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов и повышения микробиологической активности почвы, связанной с увеличением содержания растворенного органического вещества и доступного азота. Предложена концептуальная модель взаимодействия силанольных производных с почвенными частицами.

The results of laboratory and field experiments on complex assessment of meliorative properties of silanol derivatives of humic substances based on potassium humate and (3-aminopropyl-triethoxy)silane are presented. The possibility of silanol derivatives to improve soil structure by enlarging mean weight diameter of the water-stable aggregates and increasing microbiological activity due to growth of contents of dissolved organic carbon and labile nitrogen is proposed. A conceptual model of interaction of silanol derivatives with soil particles is hypothesized.

Ключевые слова: мелиорант; силанольные производные гуминовых веществ; структура почвы.

Keywords: ameliorant; silanol derivatives of humic substances; soil structure.

Введение

Одной из актуальных проблем современного сельского хозяйства является деградация структуры почв, приводящая к ухудшению их водно-физических свойств. Поэтому многие почвы, находящиеся в сельскохозяйственном использовании, в настоящее время характеризуются неудовлетворительным структурным состоянием, что резко снижает их плодородие. Несмотря на широкий спектр существующих мелиоранто-структурообразователей, все они характеризуются теми или иными недостатками, что ограничивает их использование в широкой практике и обуславливает актуальность разработки альтернативных почвенных кондиционеров. В естественных условиях одним из основных факторов, способствующих улучшению и поддержанию структуры почв, являются гуминовые вещества (ГВ). Целью работы было получение производных ГВ на основе продуктов их реакции с органосиланами, обладающими повышенной адгезионной способностью по отношению к минеральным поверхностям, и оценка их мелиоративных свойств в лабораторных и полевых условиях.

Материалы и методы

Силанольное производное ГВ получали на основе коммерческого препарата гумата калия «Сахалинский» производства Биомир-2000 (РФ). Синтез проводили согласно [1] путем гидролиза органосилана 3-аминопропилтриэтоксисилана (АПТЭС) в растворе гумата калия.

Ранее нами было показано, что при взаимодействии органосиланов с ГВ происходит формирование полиэлектролитных комплексов с образованием ионной связи между гидроксильной карбоксильной группы ГВ и азотом аминогруппы АПТЭС [1]. Поэтому соотношение ГВ:АПТЭС в реакционной смеси подбирали таким образом, чтобы 100 % карбоксильных групп ГВ могли провзаимодействовать с АПТЭС. Исходный препарат гумата калия обозначали как CHS, а его силанольное производное как CHS-APTES100.

Лабораторные эксперименты включали в себя подбор дозы внесения CHS-APTES100 и его тестирование на почвах зонального ряда. Схема проведения эксперимента предусматривала испытания на почвах различного типа (серые лесные, чернозем обыкновенный, чернозем выщелоченный, каштановые почвы) и разного использования (целинных и находящихся в сельскохозяйственном использовании). Полевые мелкоделяночные эксперименты проводили на почве Urbic Technosol. Мониторинг изменений в почве после внесения CHS и CHS-APTES100 осуществляли по следующим показателям: средневзвешенный диаметр (СВД) и содержание водоустойчивых агрегатов, содержание подвижного азота, содержание растворенного органического вещества (РОВ). Кроме того, оценивали влияние гуминовых препаратов на почвенное субстрат индуцированное дыхание (СИД) и рост мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L.

Результаты и их обсуждение

На основании проведенных экспериментов сделаны следующие основные выводы:

– в условиях лабораторного эксперимента количество устойчивых микроагрегатов в почве значимо увеличивалось при насыщении почвы раствором CHS-APTES100 в концентрации 10 г/л три раза и более;

– в зависимости от почвы, условиях лабораторного эксперимента после внесения CHS-APTES100 СВД агрегатов возрастал в 1,1–2,1 раза; наиболее выраженный эффект наблюдали на серой лесной освоенной почве, а минимальный – на черноземе выщелоченном целинном;

– внесение CHS-APTES100 в полевых условиях привело к возрастанию СВД водоустойчивых агрегатов в 1,8 раза;

– показано, что в условиях как лабораторного, так и полевого эксперимента обработка почвы CHS-APTES100 приводит к повышению содержания РОВ, увеличению количества доступного азота и возрастанию микробиологической активности почвы;

– высказано предположение, что CHS-APTES100 может образовывать в почве «сеть» за счет образования силоксановых ковалентных связей как с минеральными поверхностями, так и между молекулами силанольными производными ГВ.

Библиографические ссылки

1. Targeted design of water-based humic substances-silsesquioxane soft materials for nature-inspired remedial applications / A.B. Volikov [et al.] // RSC Advances. 2016. V. 6. P. 48222–48230.