**Структура водных растворов гуматов и их свойства**

***Егорова М.Н.1, Конкина У.А.1***

*Студентка, 3 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Факультет почвоведения, Москва, Россия*

*E-mail:* *emn1003@yandex.ru*

Из литературы следует [1], что гуминовые вещества (ГВ) формируют из частиц-молекул надмолекулярные образования (НМО).

Представления о форме существования ГВ в растворах были уточнены в 90-х годах 20 века, когда было показано [2], что в водных растворах ГВ находятся в виде частиц-молекул размером 2-10 нм, которые при увеличении концентрации взаимодействуют с формированием надмолекулярных образований (НМО) размером 100-200 нм. Существование этой структурной иерархии обеспечивается наличием гидрофильно-гидрофобной поверхности частиц-молекул ГВ. Из этого следует, что свойства растворов ГВ должны определяться тем, в каком виде – частиц-молекул или НМО – ГВ находятся в растворах.

Целью исследования была проверка влияния формы существования ГВ в растворах на свойства этих растворов и их биологическую активность.

 В работе использовали растворы гумата калия из бурого угля. Биологическую активность растворов ГВ оценивали по скорости роста культур дрожжей видов *Saitozyma podzolica* и *Solicoccozyma terricola*, а также по вегетативной массе огурцов (*Cucumis sativus* L.) сорта Кристина F1. Размеры частиц в растворах гуматов определяли методами растровой электронной микроскопии и лазерной дифрактометрии.

Результаты экспериментов по определению размера частиц показали, что при концентрации 1000 мг/л размер образований доходит до микронных размеров, что соответствует размеру НМО. Снижение концентрации ниже 30 мг/л уменьшает размер образований, однако для распада на частицы меньшего размера требуется несколько недель. При этом с повышением концентрации гуматов наблюдается скачкообразное увеличение рН в диапазоне 30-50 мг/л. Эти концентрации соответствуют литературным данным и результатам экспериментов по изменению структуры ГВ в растворах: при концентрациях выше 30 мг/л молекулы ГВ путем самосборки образуют НМО.

Установлено, что при культивировании *Saitozyma podzolica* и *Solicoccozyma terricola* микроорганизмы развиваются активнее при нахождении в питательных средах ГВ в виде частиц-молекул. Также показано, что при фолиарной обработке растений огурцов растворами гуматов с концентрацией ниже барьерной эффект стимуляции возрастает.

Таким образом, результаты опытов дополняют представления о биологической активности растворов. По-видимому, НМО в отличие от частиц-молекул, не проникают через клеточные стенки растений и микроорганизмов, что приводит к снижению эффективности применения растворов гуматов для стимуляции растений и микроорганизмов.

**Литература**

1. Angelico R. et al. Humic Substances: From Supramolecular Aggregation to Fractal Conformation—Is There Time for a New Paradigm? //Applied Sciences. 2023. Vol. 13. №. 4. P. 2236.
2. Österberg R., Mortensen K. Fractal dimension of humic acids: A small angle neutron scattering study //European biophysics journal. 1992. Vol. 21. P. 163-167.