

2. Результаты эксперимента показали, что все гуминовые удобрения, полученные путем экстракции из сапропеля, достаточно эффективны. Общий вид растений на вариантах с гуминовыми удобрениями значительно лучше, чем на контрольном варианте, при этом отмечено и улучшение биометрических параметров кабачков цукини. Хотя оба варианта с обработками показали статистически значимые прибавки в высоте и толщине стеблей рассады, разница с контролем у вытяжки щелочью существенно выше.

3. Аналогичный эффект отмечен и при выращивании рассады раннеспелых томатов: с применением различных реагентов биометрические характеристики улучшаются, но с разной степенью. Вытяжка из сапропеля с применением в качестве экстрагента NaOH дала наибольшую прибавку в росте рассады по сравнению с контролем.

### **Литература**

1. Бабенко С.А., Семакина О.К., Бокуцова К.П., Лиханова О.В. Разработка технологии гранулирования органоминеральных удобрений на основе озерных сапропелей // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 1. – С. 119-122.
2. Безуглова О.С. Удобрения, биодобавки и стимуляторы роста для вашего урожая // Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 254 с.
3. Охочинская О.Д. Химический состав и биологическая активность сапропеля Астраханской области: автореф. дис.... канд. хим. наук, 2000. – 19 с.
4. Ткаченко В.Д., Кириченко Е.В., Сытников Д.А. Подсистема автоматизированного составления баланса гумуса и расчета потребности в органоминеральных удобрениях // Научный журнал КубГАУ, № 44(10), 2008. URL: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/11.pdf>

УДК 57.044; 631.46

DOI: 10.34924/FRARC.2022.11.37.001

## **ОЦЕНКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПО ВСХОЖЕСТИ РЕДИСА**

**Цепина Н.И., к.б.н., Колесников С.И., д. с.-х. н., профессор**

Южный федеральный университет,  
344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42  
e-mail: [cepinanatalia@yandex.ru](mailto:cepinanatalia@yandex.ru)

**Реферат.** Увеличивающаяся тенденция к загрязнению почв и наземных экосистем серебром, в том числе и наночастицами, а также накопление данного элемента в растениях обуславливает необходимость оценки

его экотоксичности. Загрязнение наночастицами серебра способствовало снижению всхожести редиса, выращенного на черноземе обыкновенном. При дозах 0,5, 1 и 5 мг/кг внесенных в чернозем обыкновенный зафиксирован недостоверный стимулирующий эффект схожести редиса. Достоверное снижение всхожести редиса отмечено при дозе 10 мг/кг, 50 мг/кг, 100 мг/кг на 7 %, 25 % и 21 % соответственно, относительно контрольных значений. Показатель всхожести редиса целесообразно использовать при оценке и прогнозировании загрязнения почв наночастицами серебра.

**Ключевые слова:** наночастицы серебра, загрязнение почв, биотестирование, фитотоксичность, всхожесть редиса.

## EVALUATION OF THE ECOTOXICITY OF SILVER NANOPARTICLES BY THE STATE OF GERMINATION OF RADISH

Tsepina N.I., Kolesnikov S.I.

**Abstract.** The increasing trend towards pollution of soils and terrestrial ecosystems with silver, including nanoparticles, as well as the accumulation of this element in plants, necessitates the assessment of its ecotoxicity. Contamination with silver nanoparticles contributed to a decrease in the germination of radishes grown on ordinary chernozem. At doses of 0.5, 1 and 5 mg/kg introduced into the ordinary chernozem, an unreliable stimulating effect of the radish similarity was recorded. A significant decrease in the germination of radish was noted at a dose of 10 mg/kg, 50 mg/kg, 100 mg/kg by 7%, 25% and 21%, respectively, relative to the control values. It is expedient to use the indicator of radish germination in assessing and predicting soil contamination with silver nanoparticles.

**Keywords:** silver nanoparticles, soil pollution, biotesting, phytotoxicity, radish germination.

### **Введение.**

За последние годы все чаще в качестве загрязняющего элемента выступает серебро, в том числе в форме наночастиц. Это приводит к загрязнению серебром наземных экосистем и почв, в том числе сельскохозяйственных. Существуют данные о накоплении серебра в растениях. Поэтому актуальным является проведение оценки экотоксичности наночастиц серебра по состоянию всхожести редиса.

Целью данного исследования является оценка экотоксичности наночастиц серебра по состоянию всхожести редиса.

В качестве объекта исследования выбран чернозем обыкновенный, как наиболее важный тип почв для сельского хозяйства благодаря своему высокому плодородию.

Для оценки экотоксичности наночастиц серебра использовали верхний слой почвы (0–20 см). Исследование проводилось в лабораторных условиях. Дозы были рассчитаны исходя из фоновых концентраций серебра. Поскольку предельно допустимая концентрация (ПДК) серебра не установлена, его содержание можно выразить в виде условно допустимой концентрации (УДК), что для большинства тяжелых металлов составляет около трех-четырех фоновых концентраций в почве (Kolesnikov et al., 2019). Фоновое содержание серебра в черноземе обыкновенном составляет 0,303 мг/кг. Содержание серебра в почвах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Соответственно, УДК приняли равной 1 мг/кг. Серебро вносили в почву в количестве 1,5, 3, 15, 30, 150 и 300 фоновых концентраций (0,5, 1, 5, 10, 50 и 100 мг/кг соответственно). Общую численность бактерий в почве определяли методом люминесцентной микроскопии, который является общепринятым в биологии почв (Казеев и др., 2016). Для проверки полученных данных на достоверность был проведен дисперсионный анализ с последующим определением наименьшей существенной разности (НСР).

Результаты влияния наночастиц серебра в концентрации (0,5; 1; 5; 10; 50 и 100 мг/кг) на всхожесть редиса, выращенного на черноземе обыкновенном через 30 суток после загрязнения представлены на рисунок 1.

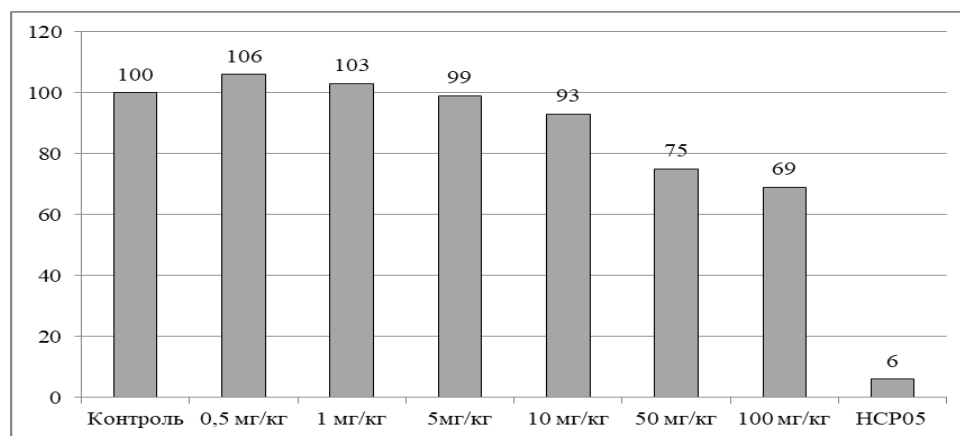


Рисунок 1. Изменение всхожести редиса чернозема обыкновенного при загрязнении наночастицами серебра, % от контроля

Дозы 0,5 и 1 мг/кг наночастиц серебра оказали недостоверный стимулирующий эффект на всхожесть редиса, выращенного на черноземе обыкновенном. Доза 50 мг/кг наночастиц серебра снизила всхожесть редиса на 25%, относительно контрольных значений. При внесении более высокой концентрации 100 мг/кг, наночастицы серебра снизили показатель на 31%, относительно контрольных значений. Ранее в исследовании Р. Thuesombat с соавторами (2014) отмечено снижение всхожести риса под влиянием на-

ночастиц серебра. Так же отмечено негативное влияние высоких доз наночастиц серебра на длину корней редиса (Колесников, 2021).

Показатель всхожести редиса целесообразно использовать при оценке и прогнозировании загрязнения почв наночастицами серебра.

Исследование выполнено при государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук (грант Президента РФ МК-1168.2022.5).

## **Литература**

1. Биодиагностика устойчивости почв юга России к загрязнению серебром / С.И. Колесников, Н.И. Цепина, Т.В. Минникова, Л.В. Судьина, К.Ш. Казеев // Юг России: экология, развитие. 2021. Т.16, № 1. С. 61-75. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-61-75.
2. Методы биодиагностики наземных экосистем / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Ю.В. Акименко, Е.В. Даденко // Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ.2016. 356 с.
3. Ecotoxicol. Environ. Saf. Effect of silver nanoparticles on rice (*Oryza sativa* L. cv. KDML 105) seed germination and seedling growth / P. Thuesombat, S. Hannongbua, S. Akasit, S. Chadchawan. 2014. 104. P. 302–309. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.03.022.
4. Environmental Monitoring and Assessment. Development of regional standards for pollutants in the soil using biological parameters / S.I. Kolesnikov, K.Sh. Kazeev, Yu.V. Akimenko. 2019. № 191. P. 544.

УДК 631.861

DOI: 10.34924/FRARC.2022.55.73.001

## **ДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО КАРБОНАТНОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА**

**Янчас Ю.П. м.н.с.**

ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»,  
Ростовская область, Аксайский район, пос. Рассвет,  
ул. Институтская, 1, Россия, e-mail: yulezkiy666@yandex.ru

**Реферат.** Анализ динамики уреазной активности важная задача для изучения влияния гуминовых препаратов на биологическую активность почвы при возделывании озимой пшеницы. Методология исследований включала закладку полевого опыта с использованием в схеме опыта гуминового препарата «Флексом» и химических средств защиты, отбор почвенных