

Особенности воздействия соединений тяжелых металлов на проростки ячменя *Hordeum vulgare* L. в присутствии аммонийного и нитратного азота

© Петухова¹ Екатерина Сергеевна и Ашихмина^{1,2,*+} Тамара Яковлевна

¹ Кафедра фундаментальной химии и методики обучения химии. Вятский государственный университет. ул. Московская, 36. г. Киров, 610000. Кировская область. Россия.

Тел.: (8332) 37-02-77. E-mail: ecolab2@gmail.com

² Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. ул. Коммунистическая, 28. г. Сыктывкар, 167982. Республика Коми. Россия.

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: поллютанты, одинарные, двойные, тройные и четверные системы, раздельное и комбинированное воздействие, стимулирующие и ингибирующие эффекты, антагонизм.

Аннотация

Данная работа посвящена изучению эффектов кумуляции и токсического воздействия поллютантов при различных концентрациях на примере ионов тяжелых металлов Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} и Zn^{2+} в присутствии аммонийного и нитратного азота в виде одинарных и многокомпонентных систем на тест-объект зерновку ячменя *Hordeum vulgare* L. в модельном эксперименте. На основании эксперимента был проведен многофакторный анализ о влиянии соединений тяжелых металлов в присутствии нитрата азота на проростки ячменя *Hordeum vulgare* L., а также сделаны выводы о присутствии или отсутствии суммационного или потенцирующего действия различных комбинаций исследуемых поллютантов. На основании многофакторного анализа по влиянию поллютантов на зерновки ячменя в присутствии азотсодержащих соединений установлены ряды ингибирования и стимулирования для одинарных, двойных, тройных и четверных систем исследуемых поллютантов.

Установлено, что наиболее сильным токсикантом из исследуемых компонентов для корня ячменя *Hordeum vulgare* L. являются соединения меди, как при раздельном, так и при совместном присутствии с цинком, аммонийным и нитратным азотом, а для побега – соединения кадмия. Выявлено, что соединения аммонийного азота усиливают ингибирующее действие меди, цинка, свинца и кадмия на корневую систему и развитие побега. При этом наибольший токсический эффект исследуемые поллютанты проявляют в присутствии ионов аммония, в сравнении с нитрат-ионом. Антагонистические эффекты тяжелых металлов на воздействие корневой системы и побегов ячменя *Hordeum vulgare* L. проявляются в большей степени, чем синергические и с повышением концентрации поллютантов они усиливаются. Многофакторный анализ по воздействию соединений меди, свинца, цинка, кадмия и аммонийного азота на корневую систему и побеги ячменя *Hordeum vulgare* L. в одинарных и многокомпонентных системах позволил установить ряды ингибирования и стимулирования исследуемых поллютантов. Для корневой системы ячменя наиболее токсичным является совместное присутствие меди и цинка при концентрации 100 мкМ (длина корня составляет 3.6 см, в сравнении с раздельным влиянием у цинка 9.1 см, а у меди – 4.7 см). Для побега наибольшее ингибирующее действие оказывают ионы меди и кадмия при совместном присутствии (длина coleoptily составляет 2.9 см, в сравнении с раздельным влиянием у меди 4.3 см, а у кадмия – 3.8 см).