ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Харитонова Александра Эдуардовича на тему «Разработка методологического подхода для определения фитотолерантности к токсическому воздействию поллютантов с использованием гидропоники как модельной среды» представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15 – Экология (технические науки)

Диссертационная работа А.Э. Харитонова посвящена решению актуальной научно-технической задачи – разработке методологического подхода к количественной оценке фитотолерантности высших растений к токсическому воздействию поллютантов с использованием гидропоники как стандартизированной модельной среды. Актуальность темы обусловлена высокой техногенной нагрузкой на почвы в зонах влияния горнодобывающих и нефтегазовых предприятий, где превышения ПДК тяжёлых металлов достигают 30 и более раз, а также отсутствием в действующей нормативной базе количественных критериев для обоснованного подбора растений при биологическом этапе рекультивации.

К несомненной научной новизне диссертационной работы следует отнести обоснование методологического подхода, основанного на использовании гидропоники как модельной среды, устраняющей влияние неконтролируемых факторов почвенной среды и обеспечивающей точное установление пределов фитотолерантности. Впервые в единых стандартизированных условиях получены численные значения пределов фитотолерантности ($LimP_H$) для восьми видов растений к шести типам поллютантов, характерных для почв в зонах влияния горнодобывающих и нефтегазовых предприятий. Установлено, что наибольшей толерантностью обладает горчица сарептская (Brassica juncea): $LimP_H$ (Cd) = 60 мг/л, $LimP_H$ (Ni) = 40 мг/л, $LimP_H$ (Zn) = 690 мг/л, $LimP_H$ (Hg) = 105 мг/л. Впервые предложен и экспериментально обоснован коэффициент пересчёта «k» (0,66–4 л/кг), позволяющий с точностью около 75 % переносить лабораторные гидропонные данные в почвенные эквиваленты. Экспериментально подтверждено положительное влияние хелатирующего агента ЭДТА на смещение предела фитотолерантности высших растений к тяжёлым металлам (на 35–40 %).

Теоретическая значимость работы состоит в обосновании гидропоники как стандартизированной модельной среды для оценки фитотолерантности, а также в установлении количественных закономерностей реакции растений на поллютанты, что дополняет научные основы прогнозирования состояния растительных сообществ при биоиндикационном мониторинге. Практическая значимость подтверждается разработкой и внедрением методологии гидропонного эксперимента, позволяющей определять пределы фитотолерантности за 14–38 суток (в 2,4–4,9 раза быстрее почвенных методов) с коэффициентом вариации 10–15 %. Разработан и зарегистрирован программный комплекс «PhytoRemediator» (*свидетельство № 2026615895*), содержащий базу данных более 150 видов растений, 11 регионов РФ, 11 типов почв и 10 классов поллютантов. Результаты работы внедрены в деятельность производственного кооператива «Модуль» (*акт о внедрении от 12.11.2025*), использованы в просветительских лекциях «ПроАгро Лекторий» от ПАО «ФосАгро» и в учебном

процессе кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Достоверность результатов обеспечена применением сертифицированного оборудования, трёхкратной повторностью экспериментов, использованием стандартизированных методик (ГОСТ Р 70575, ГОСТ Р ИСО 22030) и современных методов статистической обработки (дисперсионный и регрессионный анализ). Разброс значений между повторными опытами не превышал 23 %. Корреляционный анализ 60 пар значений гидропонных и почвенных пределов толерантности выявил статистически значимую связь ($r = 0,89$, $p < 0,01$). Полученные данные согласуются с литературными источниками.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из материалов автореферата следует, что поправочный коэффициент «k» фиксирует разницу между физиологической реакцией растения, произрастающего в условиях гидропоники и горшечной культурой закрытого грунта. При этом влияние абиотических факторов (климатических, рельефных, гидрологических) не учитывается, что выглядит несколько упрощенным. Насколько данное допущение позволяет обеспечить надежность предпроектных рекомендаций биоремедиационных изысканий?
2. В работе вводится размерность поправочного коэффициента «k» - л/кг. Так как физические характеристики гидропонного раствора являются постоянными, плотность в том числе, то логично предположить, что коэффициент «k» должен быть безразмерным.
3. На стр. 12 автореферата приведены кривые «интенсивность жизнедеятельности – концентрация» для биогенных и небиогенных поллютантов. При этом ртуть (Hg^{2+}) отнесена как к группе поллютантов, проявляющих гормезис (стимулирование роста растений при малых дозах), так и ко второй группе поллютантов, для которых эффект стимулирования отсутствует, и кривая монотонно убывает. Чем обусловлено такое соотнесение ионов ртути?

Вместе с тем указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, носят уточняющий характер и могут быть учтены в дальнейших исследованиях. Автореферат написан научным языком, удачно иллюстрирован и снабжён табличным материалом, его структура логична и соответствует содержанию диссертации. Положения, выносимые на защиту, аргументированы и подтверждены экспериментальными данными.

Таким образом, автореферат диссертации в полной мере раскрывает содержание проведённого исследования; диссертационная работа Харитонова Александра Эдуардовича представляет собой завершённую самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, обладающую достаточной научной новизной и практической значимостью, отвечающую критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (утверждённым приказом от 14.09.2023 г. № 103 ОД в действующей редакции), а её автор – Харитонов Александр

Эдуардович – заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15 – Экология (технические науки).

Кандидат технических наук
(05.17.08. Процессы и аппараты химической технологии),
ведущий эксперт
Курчатовский комплекс физико-химических технологий
Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Никулина Елена Аркадьевна

Контактные данные:
Тел.: +7(925)0195253; e-mail: nikulina_elena@mail.ru, nikulina_ea@nrcki.ru
Адрес места работы: 107076, г. Москва, ул. Богородский вал, д. 3, корп. 5.

Я, Никулина Елена Аркадьевна, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

(подпись)

Подпись Никулиной Е.А. заверяю

Заместитель директора-
главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт» Алексеева
Ольга Анатольевна

Адрес НИЦ «Курчатовский инетитут»:
123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1
e-mail: nrcki@nrcki.ru
http://www.nrcki.ru

07.10.2026