



**РОЛЬ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ
В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ:
СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ**
(присвячена Всесвітньому Дню Землі)

**МАТЕРІАЛИ ІІ-ї МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

20 березня 2020 р.

Херсон, ХДАЕУ

**Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний
університет**

**Факультет водного господарства,
будівництва та землеустрою**

Кафедра науки про Землю

**РОЛЬ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ
В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ:
СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ**

(присвячена Всесвітньому Дню Землі)

Збірник матеріалів

II-ї Міжнародної науково-практичної

конференції

20 березня 2020 року

Херсон – 2020

Роль наук про Землю в народному господарстві: стан і перспективи (присвячена Всесвітньому Дню Землі). Збірник матеріалів II-ї Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон: ХДАЕУ, 2020. - 291 с.

У збірнику викладено матеріали, розглянуті на пленарному засіданні II-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Роль наук про Землю в народному господарстві: стан і перспективи».

Розглянуті актуальні питання теоретичних і практичних аспектів розвитку наук про Землю в Україні і за кордоном, сучасні методи дослідження Землі та її геосфер, космічний моніторинг геосистем та кризових явищ, особливості управління водними і земельними ресурсами в суспільному виробництві, охорона ґрунтів від деградаційних процесів, способи утилізації твердих побутових відходів.

Рекомендується науковцям, громадським діячам, викладачам, аспірантам, студентам.

Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність поданих матеріалів.

Дементьєва О.І., Руднік Д.О. АНАЛІЗ СТАНУ БЛАГОУСТРОЮ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ОБМЕЖЕНОГО КОРИСТУВАННЯ	75
Зубов О.Р., Зубова Л.Г. ОЦІНКА ҐРУНТІВ І РОСЛИННОСТІ ЗАКАЗНИКА «УРОЧИЩЕ «САГИ»	80
Камінська М.О. ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE USE OF WATER AND LAND RESOURCES IN UKRAINE	85
Кияновський О.М. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РАДІОАКТИВНИХ ІНДИКАТОРІВ ПРИ ВИВЧЕННІ СОРБЦІЇ РЕЧОВИН В ҐРУНТАХ	89
Ковтун В.А. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ	93
Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В., Нікітенко М.П. ШЛЯХИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ІНГУЛЕЦЬКІЙ ЗРОШУВАЛЬНІЙ СИСТЕМІ	97
Корбич Н.М., Овдієнко А.М. ТРУЇМО БДЖОЛУ — ОТРУЇМО СЕБЕ	103
Корінь О.В. ФІЗИЧНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	106
Лукашишена І.Р., Морозов О.В. ДИНАМІКА ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ ЗАГОТОВЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ В УКРАЇНІ	111
Ляшенко Е.В., Белая Т.А. МЕТОДЫ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ И ВОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ДДТ	114
Мацієвич Т.О. СТАН ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА У ПРОВЕДЕННІ ЗЕМЛЕВПОРЯДНИХ РОБІТ	119
Мацко П.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ТА РОЗПОДІЛУ НІТРИФІКАЦІЙНОГО АЗОТУ В ҐРУНТАХ ДПДГ «АСКАНІЙСЬКЕ» ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС- ТЕХНОЛОГІЙ	123
Мельник М.А., Жужа В.В., Шукайло С.П. «ПІСОК З ЧОРНОГОРІЇ», СКЛАД ТА МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ ЙОГО УТИЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПЕРЕСИПУ МІСЬКОГО ЗВАЛИЩА	129
Мельниченко С. Г., Бабушкіна Р.О. ДИНАМІКА ЗМІНИ СЕРЕДНЬОРІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ МІСТ УКРАЇНИ	133
Мельниченко С. Г., Бабушкіна Р.О. АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІНИ СТРУКТУРИ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ ЗА КАТЕГОРІЯМИ	137

ЛЯШЕНКО Е.В.

к.х.н., доцент

БЕЛАЯ Т.А.

к.с.-х.н., доцент

Херсонский государственный аграрно-экономический университет

УДК: 504.06: 632.959

МЕТОДЫ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ И ВОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ДДТ

Актуальность. Многолетнее применение пестицидов нанесло существенный ущерб окружающей среде. Серьезной проблемой являются остаточные количества 4,4'-дихлордифенилтрихлороэтана (ДДТ) в почвах и воде. ДДТ и его метаболиты - стойкие ксенобиотики и постоянный источник загрязнения экосистем. Разработка и внедрение эффективных методов очистки почвенных и водных ресурсов от ДДТ исключительно важны.

Цель исследования - составить обзор современных методов ремедиации почвы и воды сельскохозяйственного назначения от остаточных количеств ДДТ по англоязычным публикациям.

Результаты исследования. ДДТ - белое кристаллическое вещество, без запаха и вкуса, нерастворимое в воде. Растворим в большинстве органических растворителей, жиров и масел. Накапливается в экосистемах. Влияет на нервную систему, вызывая тремор, головокружение, тошноту, нарушение координации, конвульсии и судороги. Является канцерогеном.

Технический ДДТ представляет собой смесь трех форм (в зависимости от положения атомов хлора в бензольных ядрах): 4, 4'-ДДТ (85%), 2, 4'-ДДТ (15%) и 2, 2'-ДДТ (следы).

Данные о токсичности: оральная LDLO для младенца (LDLO- Самая низкая доза токсичного материала, при которой наступает смерть подвергнувшегося воздействию тестируемого животного): 150 мг/кг; Пероральный прием ТДЛО человека (самая низкая опубликованная токсическая доза): 6 мг/кг; Оральный LD50 (летальная доза в 50% случаев) (крыса): 87 мг/кг;

Внутрибрюшинный LD50 (крыса): 9100 мкг/кг; Подкожный LD50 (крыса): 1500 мг/кг; Внутрибрюшинный LD50 (мышь): 32 мг/кг. Токсикологические эффекты этого продукта не были тщательно изучены.

В окружающей среде разлагается на 4,4'-DDE (1,1-дихлор-2,2-бис (4-хлорфенил) этен) и 4,4'-DDD (1,1- дихлор-2,2-бис (4-хлорфенил) этан), причем 4,4'-DDE является более стойким, чем сам ДДТ. Стойкость и липофильность ДДТ и его метаболитов приводит к их биоаккумуляции в организмах. Период полураспада ДДТ - от 2 до 25 лет, у метаболитов, возможно, меньше.

ДДТ очень токсичен для водных организмов, рыб и некоторых видов земноводных. DDE вызывает истончение яичной скорлупы, что приводит к гибели эмбрионов у хищных птиц. Доказана канцерогенность DDE и DDD для мышей.

За последнее десятилетие добились значительных успехов в поиске методов деградации ДДТ в почвах и воде. Описаны способы ремедиации, основанные на добавлении хелаторов, полисахаридов (в частности, гидроксипропил-β-циклодекстрина, образующего с ДДТ комплекс включения), промывке почвы растворителями (сверхкритическим CO₂ и смесями с ним; раствором додецилсульфоната натрия, спиртами- все эти меры резко увеличивают перевод ДДТ в раствор, иногда 1000-кратно), использовании грибов и морских водорослей. Бразильские ученые (D.P. Baldissarelli с соавт., 2019) сопоставили достоинства и недостатки известных методов.

Некоторые бактерии (*Sphingobacterium* sp. D-6 , *Sedum alfredii* Hance, *Alcaligenes eutrophus* A5, *Alcaligenes* sp. KK, *Bacillus* sp. BHD-4, *Pseudomonas* sp. 12–3, *Serratia marcescens* DT-1P, *Stenotrophomonas* sp. 103–105, *Sphingobacterium* sp. D6) метаболизируют ДДТ, однако очень медленно (от 8 до 68% за 210 дней инкубации). Более быстрое уничтожение наблюдалось с *Stenotrophomonas* sp. DDT-1 (Xiong Pan и др., 2016), причем именно в нейтральной среде. Исследованы механизм и кинетика многостадийного распада ДДТ, который приводит в конце концов к CO₂ .

Агентство по охране окружающей среды США объявило (2015) о присуждении гранта за разработку метода удаления стойких органических загрязнителей (ДДТ и метаболитов) из почвы растениями, выделяющими низкомолекулярные органические кислоты из своих корней.

Для уничтожения ДДТ можно использовать обработанные кислотой железосодержащие отходы автомобильной промышленности (Satapanajaru T., 2006). Наблюдалось 90% деструкции за период 8 недель.

Восстановление плодородия, основанное на физико-химических подходах, происходит быстрее, чем биоремедиация; однако, это более дорого, влияет на физико-химические свойства почвы и может вызывать вторичное загрязнение.

Окислительные процессы – это одни из самых изученных и перспективных методов восстановления загрязненных почв. В этой методологии загрязняющие соединения разлагаются путем их перевода в молекулы H_2O , CO_2 и неорганические соединения. Для уничтожения ДДТ описано использование фотокатализа, озонирования воды и даже загрязненной им почвы в псевдоожиженном слое. Литовские ученые (Gimzauskaite D. и др., 2019) описали плазменную очистку почвы в реакторе с ожиженным слоем. Концентрация ДДТ снижается более, чем в 400 раз, подтверждена экологичность газовых выбросов, однако дальнейшее использование обработанной почвы вызывает большие сомнения.

Наиболее часто применяется реакции Фентона, основанная на окислении ионов железа (Fe^{2+}) в среде, содержащей пестицид и перекись водорода (H_2O_2). Образующиеся радикалы OH^* вызывают деградацию пестицида. Как окислители могут использоваться также перманганат (MnO_4^-), персульфат ($S_2O_8^{2-}$) и озон (O_3), но каждый окислитель демонстрирует некоторые ограничения. Изучены и показали многообещающие результаты другие катализаторы, такие как FeO , Fe_2O_3 и Fe_3O_4 . Основным недостатком является требование кислотного pH ($pH < 4$), что делает метод агрессивным по отношению к микроорганизмам в почве и может изменять характеристики

последней, препятствуя выращиванию большинства сельскохозяйственных культур.

Реакция Фентона используется в основном для ремедиации водных сред, таких как промышленные стоки, грунтовые и сточные воды. Для восстановления почвы от ДДТ и его метаболитов был применен процесс Фентона совместно с железом с нулевой валентностью (точнее, с нулевой степенью окисления) и ЭДТА. Наиболее полное удаление пестицидов происходило в условиях 0,02 мМ ЭДТА, 5 г/л Fe^0 и подаче воздуха 1 л/мин при температуре окружающей среды. Результаты показали, что новая Fenton-подобная система Fe^0 /EDTA/воздух эффективна для восстановления почвы.

Наночастицы железа с нулевой валентностью.

Новые магнитные наноматериалы испытывались в качестве ремедиаторов сельскохозяйственных ресурсов. Описан синтез наночастиц железа с нулевой степенью окисления (ЖНСО) в водном растворе путем восстановления ионов трехвалентного железа боргидридом натрия с последующим укупоркой пектинами, полученными из кожуры цитрусовых. Размер наночастиц ЖНВ составлял 25-60 нм. Китайцы предлагают наночастицы ЖНСО на продажу.

Наноразмерное железо подробно изучено для восстановления *in situ* загрязненной почвы и грунтовых вод. Почва обрабатывалась суспензией наночастиц Fe^0 в соотношении 1..10 г железа/кг почвы; после месяца инкубации деградация ДДТ составила минимум 24%. Значительно более эффективным оказалась очистка воды: смешивание водного раствора 3 мг/л ДДТ с 30 мг Fe^0 /л привело к потере ДДТ на 99,2% в течение 4 часов. На основе данных газожидкостной хроматографии нашли, что удаление ДДТ происходило не через адсорбцию, а реальным дехлорированием, т.к. конечным продуктом оказался 1,1-дифенилэтан (удаление всех пяти атомов хлора из ДДТ).

Однако высокие дозы активного железа оказали острое токсическое действие на тестируемые организмы после 7-дневной инкубации. Правда, длительная инкубация приводила к окислению железа и потере активности, что уменьшало его токсическое воздействие на тестируемые организмы (хотя некоторые рекламные сайты заявляют, что ЖНСО в почве сохраняется долго).

ЖНСО снижает концентрацию не только ДДТ и его метаболитов, но и токсичных тяжелых металлов, например, кадмия и меди. Механизм ингибирования их накопления в сельскохозяйственной продукции, очевидно, адсорбционный. И.Б. Бычко с соавт. (Киев, 2009) описал значительно более доступный метод наночастиц Fe^0 из олеата железа, однако не изучал возможность деструкции ДДТ с их помощью.

Подобный ЖНСО восстановитель (но, очевидно, более активный) – палладированный магний (Guatam and Suresh, 2006). Сообщается, что система Mg/Pd^{4+} способна дехлорировать более 90% экстрагируемого ДДТ и его метаболитов в 1,1-дифенилэтан.

Выводы. Нерациональное, часто бездумное применение ДДТ привело к широко распространенному и массовому загрязнению окружающей среды, биоты и людей. Поэтому технологии очистки почвы и воды от устойчивых пестицидов в последнее десятилетие крайне актуальны и активно развиваются.

Наиболее известны методы ремедиации природных ресурсов, основанные на процессах окисления (реакция Фентона, озонирование, плазменная обработка) и процессах восстановления (деструкция ДДТ нульвалентным железом и палладированным магнием). Описаны также методики промывки почвы жидкими или псевдожидкими реагентами, переводящими пестициды в растворимое/коллоидное состояние; извлечение ДДТ растениями и бактериальное уничтожение. Согласно результатам нескольких исследований, положительного эффекта можно достичь комбинацией этих и иных методов очистки от пестицидов.

Однако, бросается в глаза, что все указанные методы изучались исключительно в лабораторном масштабе, а масштабирование процесса невозможно в связи с очень большими материальными затратами, вторичным загрязнением, отсутствием производственных мощностей или коренным изменением структуры очищенной почвы.