

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу Курганбекова Жангелди Нурумбетовича на тему «Исследование миграции и трансформации тяжелых металлов в системе «почва-растения» при выращивании овощных культур в Туркестанской области» представленный на получение ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060800-Экология

Актуальность темы. Качество и экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции являются одними из важнейших современных проблем. Загрязнение почвы тяжелыми металлами представляет серьезную угрозу продовольственной безопасности и экологической устойчивости. Туркестанская область — один из наиболее развитых в аграрном отношении регионов Казахстана, где широко распространено овощеводство. Однако в результате антропогенного воздействия и природных факторов тяжелые металлы накапливаются в почве и попадают в растения. Это не только снижает качество продуктов питания, но и представляет серьезную угрозу здоровью человека. Поэтому изучение закономерностей распределения тяжелых металлов в системе почва-растение и оценка их влияния на сельскохозяйственную продукцию в условиях Туркестанской области является актуальной научной проблемой.

Целью исследования является изучение процессов накопления и распределения тяжелых металлов в сельскохозяйственных растениях, выращиваемых вблизи автомагистралей Туркестанской области и важных объектов народного хозяйства, а также определение экологических показателей качества выращиваемой сельскохозяйственной продукции.

Задачи исследования:

-Изучение трансформации и миграции распространенных химических элементов в системе «Почва - Растение» на сельскохозяйственных полях Туркестанской области;

-Определить закономерности накопления и распределения тяжелых металлов вдоль автомагистралей области;

-Биотестирование концентрации тяжелых металлов в растительных культурах и семенах;

-Определение влияния фосфорных удобрений на поглощение тяжелых металлов растениями в лабораторных условиях;

-Определение динамики накопления сухой массы и урожайности картофеля в зависимости от количества тяжелых металлов в почве в условиях сельского хозяйства;

-Определение трансформации тяжелых металлов в почве и сельскохозяйственных культурах;

-Разработка математической модели для экспериментального исследования абсорбции ионов меди.

Объект и методы исследования.

Объектами исследования являются тяжелые металлы в системе «почва-растение» на сельскохозяйственных полях южного региона Казахстана.

Пробами исследования являются процесс миграции тяжелых металлов в системе «почва-растение», зависимость продуктивности растений от концентрации тяжелых металлов.

В качестве методической основы приняты методы изучения содержания тяжелых металлов, мигрирующих в системе «почва-растение», методом биотестирования.

Основные положения, выносимые на защиту::

-Особенности трансформации и миграции элементов тяжелых металлов в системе «почва-растение» сельскохозяйственных угодий южного региона Казахстана;

-уровни загрязнения тяжелыми металлами территорий вблизи основных автомагистралей региона, закономерности их накопления и распределения;

-показатели результатов биотестирования тяжелых металлов в сельскохозяйственных культурах и их семенах;

-особенности влияния фосфорных удобрений на поглощение тяжелых металлов различными растениями в лабораторных условиях;

-динамика изменения накопления сухой массы и урожайности в зависимости от количества тяжелых металлов в почве;

-индикаторы трансформации тяжелых металлов в почве и сельскохозяйственных культурах.

Основные результаты исследования:

Для изучения влияния тяжелых металлов CuSO_4 , CdCl_2 и ZnSO_4 на жизнеспособность растений в качестве объектов исследования были использованы семена огурцов, томатов и сладкого перца. Прорастание семян растений в лабораторных условиях, энергия роста солевых растворов с концентрацией 10^{-3} – 10^{-5} моль/л, длина стеблей и корней растений, накопление биомассы над и под землей показали обратную зависимость со снижением концентрации тяжелых металлов.

Определено, что на 7-е сутки выращивания овощных культур (томатов, огурцов, сладкого перца) жизнеспособность повышалась по мере снижения концентрации тяжелых металлов. Определено, что рост стеблей и корней перца ускоряется при концентрации ZnSO_4 и CdCl_2 10^{-5} , а стеблей томатов — при концентрации CdCl_2 10^{-5} .

Важным показателем, характеризующим рост растений и их органов, является накопление биомассы в корнях и стеблях. В томатах концентрация ZnSO_4 и CdCl_2 увеличивается от 10^{-3} в корнях до 10^{-5} в стеблях, а CuSO_4 накапливается в стеблях. Накопление биомассы перца составляет CuSO_4 10^{-3} – 10^{-4} , в стебле 10^{-5} , ZnSO_4 10^{-3} – 10^{-4} , в стебле 10^{-5} , CdCl_2 10^{-3} – 10^{-5} переходит из корня в стебель, а у огурца 10^{-3} – 10^{-5} переходит из корня в стебель.

Результаты исследования, проведенного на выборочных культурах 20 садовых участках, расположенных в Мактааральском районе, показали, что растения, относящиеся к разным семействам, различаются по способности накапливать тяжелые металлы.

По способности фруктов и овощей поглощать тяжелые металлы в относительно больших количествах накапливаются следующие элементы: Zn и Cu в дынях, персиках, арбузах и яблоках; в клубнике – Cu, Ni; для винограда – Pb, Cu. ПДК > Zn, Cd, ПДК < Cu в арбузе, Co в персике, Ni в клубнике, Pb в винограде, клубнике и яблоках. Овощи и фруктовые деревья (поверхность) поглощают высокие концентрации тяжелых металлов Zn и Cu. Порядок активности Zn следующий: огурец > томат > брокколи > капуста. Порядок активности Cu следующий: огурец > зеленый перец > помидор > брокколи > капуста. Концентрации других тяжелых металлов аналогичны ПДК. Овощи и фрукты хорошо усваивают Zn и Cu. Pb в больших количествах усваивается в свекле и картофеле, Co — в картофеле, а Ni — в лук, картофель и свекле.

Закономерности накопления и распределения тяжелых металлов вдоль автомагистралей были изучены, образцы растительности и почвы на расстоянии 2, 5, 10, 150, 200 и 300 метров в слое 0-25 см были исследованы. Четкой закономерности изменения коэффициента бионакопления (Кн) тяжелых металлов в почве и растениях в зависимости от уровня антропогенной нагрузки не выявлено, однако на основе расчета Кн прогнозировались уровни опасности сельскохозяйственных угодий и растений. Соединения, находящиеся в адсорбированной форме из атмосферы, могут играть важную роль в накоплении тяжелых металлов в надземных частях растений.

Четкой закономерности изменения коэффициента биологического накопления (Кс) тяжелых металлов в почве и растениях в зависимости от уровня антропогенной нагрузки не выявлено, однако на основе расчета Кс прогнозировались уровни опасности сельскохозяйственных угодий и растений. Соединения, находящиеся в адсорбированной форме из атмосферы, могут играть важную роль в накоплении тяжелых металлов в надземных частях растений.

В результате экспериментов по влиянию концентраций солей тяжелых металлов на почвенные микроорганизмы выявлена тенденция к снижению численности бактерий по мере их концентрации в почве. Высокие концентрации солей тяжелых металлов (10^{-3}) подавляют почвенную микрофлору, тогда как низкие концентрации не влияют на микрофлору и не оказывают стимулирующего эффекта;

По результатам лабораторных экспериментов внесение фосфорных удобрений в почву оказывает существенное влияние на рост и развитие растений петрушки. Несмотря на незначительное количество микроэлемента в подвижной форме, петрушка весьма чувствительна к повышенной концентрации фосфора в почве. Масса растений увеличивалась пропорционально дозе фосфорного удобрения.

Влияние количества навоза (мелкий рогатый скот, крупный рогатый скот, птица) на количество тяжелых металлов в клубнях и стеблях огурцов, мг/кг (2019-2020 гг.). При увеличении количества навоза (в три раза) в навозе мелкого рогатого скота Zn не обнаружен, Pb не обнаружен во всех видах навоза.

При определении динамики накопления сухой массы и урожайности картофеля в зависимости от количества тяжелых металлов в почве в условиях долины установлено, что загрязнение почвы свинцом не оказало влияния на клубеньки картофеля. Количество Zn увеличилось из-за влияния свинца. Содержание Pb в корнеплодах увеличилось под влиянием цинка. Даже в случаях загрязнения минимальным количеством Zn полученные корнеплоды соответствуют требованиям ПДК;

Известь повлияла на количество тяжелых металлов в клубнях и кожуре картофеля следующим образом: количество Zn в клубнях уменьшилось на 18%, а в кожуре его количество не изменилось; Содержание свинца в клубне увеличилось на 13%, а в стебле снизилось на 25%; Количество меди осталось таким же, как и в немаркированной версии. В ходе эксперимента тяжелые металлы не накапливались в той же степени, как тяжелые металлы без добавления индикатора.

Для расчета биоаккумуляции (коэффициента биоаккумуляции) как отношения среднего количества тяжелых металлов в растениях и томатах к среднему количеству в почве были взяты томатные поля из районов Акдала, Дермене и окрестности города Арыс Арысского района, а также из районов Жартытобе, Шолаккорган и Таукент Созакского района, вблизи автодорог на границе Созака. Уровень опасности был определен путем расчета биоаккумуляции тяжелых металлов в почве и растениях.

Обоснование новизны и важности полученных результатов:

Важное нововведение, полученное в результате научных исследований, направлено на разработку и адаптацию методологии оценки экологических рисков для здоровья населения к специфическим условиям Южно-Казахстанской области.

- Впервые комплексно изучен уровень накопления тяжелых металлов в овощных культурах различных районов Туркестанской области;

- Проанализированы основные факторы, влияющие на трансформацию и миграцию тяжелых металлов в системе почва-растение;

- Систематически изучены пути поступления тяжелых металлов в овощные культуры и их потенциальные риски для организма человека;

- изучены свойства миграции тяжелых металлов в почвенном составе в зависимости от сроков и климатических изменений в течение года, начиная с границы Созакского района с уникальным климатом и горячим сухим ветром и дорожного узла, населенных пунктов Жартытобе, Шолаккорган и Таукент, определены их количественные и качественные показатели.

- наши исследования, проведенные с отобранными культурами на 20 садовых участках, расположенных в Мактааральском районе, на родине овощей и фруктов, получающей обильное количество солнечной энергии,

выявили особенности способности растений, относящихся к разным семействам, накапливать тяжелые металлы.

- Возможности накопления и распределения тяжелых металлов в системе «почва-растение» на сельскохозяйственных угодьях (пашня, сады, овощные теплицы, полевые хозяйства, постепенно удаляющиеся от трассы) вдоль автодороги Шымкент-Сарыагаш-Махтарал в Туркестанской области Южно-Казахстанской области были изучены, а также определена трансформация тяжелых металлов в почве и сельскохозяйственной продукции. Это может быть широко использовано специалистами сельского хозяйства и охраны окружающей среды в их работе по улучшению качества окружающей среды и предотвращению негативного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения..

- В качестве одного из приоритетных принципов стратегии развития страны до 2050 года рекомендации по снижению экологических рисков для здоровья и социального благополучия населения, обусловленных факторами окружающей среды, могут быть использованы для достижения конкретных целей по улучшению условий жизни населения Южно-Казахстанской области.

- На основе изучения миграции и трансформации распространенных химических элементов в системе «почва-растение» на сельскохозяйственных полях Туркестанского региона выявлены причины деградации почв, рассмотрены возможности предотвращения деградации почв и даны рекомендации фермерским хозяйствам.

- Проведено биотестирование тяжелых металлов в растительных культурах и семенах с целью определения их влияния на растение, т.е. на качество продукции и ее количественные показатели.

- В лабораторных условиях определено влияние различных удобрений на поглощение тяжелых металлов растениями.

- Определена динамика накопления сухой массы и урожайности сельскохозяйственной продукции в зависимости от количества тяжелых металлов в почве в условиях земледелия.

- Определена трансформация тяжелых металлов в почве и сельскохозяйственных культурах;

- Уровень риска сельскохозяйственных угодий оценивался путем расчета коэффициента бионакопления тяжелых металлов в почве и растениях Кс.

- Математическое моделирование экспериментальных исследований абсорбции ионов меди.

- Основная структура диссертационной работы - изучение свойств устойчивости растений к тяжелым металлам и климатическим условиям в целом, путем постоянного мониторинга изменений почвенного покрова экологически неблагоприятных территорий, изменения почв во времени и климатических условий.

- Результаты исследования были математически обработаны и рассчитана экономическая эффективность. Состав почвы агроландшафтов

южного региона Казахстана, распределение элементов в пахотных землях и значение ее миграционных свойств научно глубоко изучены, а практическое значение уровня ее загрязнения и показателей качества урожая обосновано в диссертационной работе.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Отсутствуют значимые сведения о качестве экологически чистой продукции, научно изученной по количественным и качественным показателям химических элементов в растениях и составе почв сельскохозяйственных угодий Туркестанской области. При написании диссертации глубоко научно изучены состав почвы сельскохозяйственных полей южного региона Казахстана, значение ее накопления и миграционные свойства элементов на рассматриваемых территориях, а уровень загрязнения почв тяжелыми металлами и качество получаемой продукции имеют большое практическое значение.

Соответствие диссертации направлениям развития науки или государственным программам.

Диссертационная работа связана с темами плана научно-исследовательских работ НАО Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова НИР Б-11-04-07 «Новые экологически безопасные технологии и мониторинг на транспорте и производстве» и научно-исследовательской работы МБ-16-04-08: Устойчивое развитие и зеленые технологии южного региона Казахстана на период до 2025 года.

Личный вклад докторанта в подготовку каждой публикации.

Основные положения, результаты, выводы и заключения диссертации изложены в 17 опубликованных работах, 2 статьи опубликованы в журналах, входящих в международную базу данных Scopus, 2 статьи опубликованы в изданиях, входящих в перечень Комитета по контролю в сфере образования и науки Республики Казахстан, 13 статей опубликованы в изданиях международных конференций.

1. Journal of Environmental Accounting and Management. Подготовлен обзор и проанализированы данные, получены и обработаны результаты в статье «Accumulation of Heavy Metals in Soil and Cultivated Crops».

2. Polish Journal of Environmental Studies. Подготовлен обзор и проанализированы данные, получены и обработаны результаты в статье «Assessment of Soil Contamination by Heavy Metals: A Case of Turkistan Region».

3 Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. Подготовлен обзор и проанализированы данные, получены и обработаны результаты в статье «Биотестирование тяжелых металлов в овощных культурах» в журнале «Серия «Химия и технология».

4. Вестник НАН РК. Серия химии и технологии. Подготовлен обзор и проанализированы данные, получены и обработаны результаты в статье «Накопление и распределение тяжелых металлов в системе «почва–растение».

Вклад автора в подготовку каждой публикации указан в диссертации.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа представлена на 189 страницах, а также содержит 16 страниц приложений, 51 таблицу и 54 рисунка. Список использованной литературы включает 212 ссылок.