

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

**Влияние природных факторов на содержание тяжелых металлов в почвах  
аглоландшафтов (на примере ГУОПП «Елизаветинское»)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента \_\_\_ 4 \_\_\_ курса \_\_\_ 421 \_\_\_ группы

направления \_\_\_ 05.03.02 География

\_\_\_\_\_ географического факультета

\_\_\_\_\_ Несветаева Михаила Юрьевича

Научный руководитель

ст. преподаватель

О.В. Суровцева

Зав. кафедрой

профессор, д.г.н.

В.З. Макаров

Саратов 2016 год

**Введение.** *Актуальность темы* определяется тем, что интерес к химическим элементам, представленным в природе малыми концентрациями, связан с участием их в важнейшем жизненном процессе- обмене веществ в составе ферментов, активаторов или ингибиторов энзим, наличие которых обеспечивает протекание сложных биопроцессов. Нормальная физиология растений, животных, человека невозможна без оптимального содержания в организме многих микроэлементов в следовых и ультраследовых количествах.

Одним из основных источников микроэлементов для наземных биоценозов служит почва. Минеральная полноценность продуктов питания человека, состав питьевых вод зависят от состава и свойств почв, природных условий и использования земель.

Многие эндемические заболевания связаны с аномальным составом почв, зональностью почвенного покрова или локальным повышением содержания некоторых элементов в ореолах рассеяния тяжелых металлов.

Тяжелые металлы в почву попадают различными путями. Основная масса их формируется в почве за счет содержания их в материнской породе. Это один из генетических показателей который характеризует почву.

Поэтому, несмотря на то, что в настоящее время около 50 % ландшафтной среды преобразовано в результате той или иной антропогенной деятельности человека (в том числе и сельскохозяйственной), и довольно значительная часть этих преобразований носит негативный характер, важно также учитывать именно природные факторы, влияющие на содержание микроэлементов в почвенном профиле. Именно после учета процессов накопления и перераспределения тяжелых металлов в незагрязненной почве, содержания микроэлементов в них, можно делать выводы о том или ином антропогенном воздействии на процессы загрязнения почвы.

Объектом данной работы является чернозем обыкновенный.

Предметом – содержание тяжелых металлов в почвах агроландшафтов ГУОПП «Елизаветинское» Аткарского района Саратовской области.

*Целью* данной работы является изучение природных факторов, влияющих на содержание тяжелых металлов в почвах агроландшафтов.

В рамках поставленной цели были сформированы следующие *задачи*:

1. Литературный поиск по теме исследования.
2. Рассмотрение природных факторов, влияющих на содержание тяжелых металлов в почве.
3. Изучение методов исследования.
4. Отбор почвенных образцов в рассматриваемом хозяйстве.
5. Анализ полученных результатов по содержанию малоподвижных и водорастворимых форм тяжелых металлов.

Для решения этих задач были применены следующие методы исследования: натурный, картографический, анализа, синтеза и обобщения.

Работа написана на основе анализа тематической литературы, электронных ресурсов, фондовых материалов ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», собственных полевых исследованиях, анализа почвенных проб, выполненных в научно-исследовательской лаборатории «Урбоэкологии и регионального геоанализа» географического факультета СНИГУ им. Н.Г.Чернышевского.

*Структура* работы включает введение, четыре раздела (1 Процесс накопления тяжелых металлов в почве; 2 Методика исследования; 3 Общая характеристика хозяйства; 4 Природные факторы, определяющие содержание тяжелых металлов в почве) заключение, список использованных источников (38 наименований тематической литературы и электронный ресурс) и четырех приложений. Проиллюстрирована тремя рисунками и 12 таблицами. Общий объем работы составляет 65 страниц машинописного текста.

*Апробация работы.* Основные положения, выносимые на защиту были изложены в статье: «Ландшафтные особенности распределения тяжелых металлов в системе почва-вода-растения». Медведев И.Ф., Деревягин С.С., Губарев Д.И., Несветаев М.Ю. //Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве: сб. докладов межд. научно-практ. конференции молодых ученых и специалистов. Саратов:ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока,2016. - С.280-282.

**Основное содержание работы.** *Во введении* раскрывается актуальность темы, определяются объект, предмет, цель, задачи и методы исследования.

*В первой главе* «Процесс накопления тяжелых металлов в почве» рассматриваются следующие вопросы: что такое тяжелые металлы, краткая характеристика некоторых из них, связь и важность микроэлементов для организмов, процесс накопления микроэлементов в почвах.

К тяжелым металлам (ТМ) относится свыше 40 химических элементов с атомным весом, превышающим 50 атомных единиц. По известной биологической классификации химических элементов тяжелые металлы принадлежат к группам микро- и ультрамикроэлементов. Cu, Zn, Mo, Co, Mn, Ni и другие имеют важное физиологическое значение для теплокровных, растений и микроорганизмов. Поэтому микроэлементы и тяжелые металлы – понятия, которые относятся к одним и тем же элементам, основанные на их содержании в объектах природы (Алексеев В.А., 1992).

Среди тяжелых металлов приоритетными загрязнителями являются Hg, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni. Они поступают в организм человека и животных в основном с растительной пищей, воздухом и водой. Постоянное употребление загрязненной растительной продукции может привести к накопительному эффекту, что скажется на здоровье организма.

В.И.Вернадский показал тесную связь состава организмов и среды обитания. Стала несомненной роль живого вещества в миграции, рассеянии и концентрации не только типичных биофилов, но и редких и рассеянных элементов.

В составе организмов обнаружено в микроскопических дозах более 60 элементов периодической системы. Обязательными признаются 7 элементов: В, Mn, Co, Cu, Zn, Mo, I. Известно отрицательное действие на животных и человека повышенных концентраций Sr и Pb, высокого или слишком низкого содержания F и Se. Распределение в природе 7 первых из названных элементов, роль их в жизни растений и животных изучены более подробно. (Ковда В.А.; Зырин Н.Г., 1973).

Накопление микроэлементов в почве нарушает физико-химическое равновесие природной системы и дает толчок ряду процессов, действующих на

почвенные свойства. Изменяется величина рН, разрушается почвенный поглощающий комплекс, нарушаются микробиологические процессы, в результате разрушения структуры ухудшается водно-воздушный режим, деградирует почвенный гумус, и в конечном счете почва теряет плодородие. (Добровольский В.В.,1997).

Тяжелые по гранулометрическому составу почвы, содержащие много органического вещества и обладающие вследствие этого высокой сорбционной способностью, поглощают значительную часть ксенобиотиков, которые становятся недоступными для растений. В песчаных и супесчаных малогумусных почвах отрицательное влияние тяжелых металлов проявляется сильнее. Почвы с высокой адсорбционной способностью соответственно и высоким содержанием глин (например, монтморрилонитов, гидрослюд), а также органического вещества, могут удерживать эти элементы, особенно в верхних горизонтах (Ковальский В. В., 1974). Это характерно также для карбонатных почв, почв с нейтральной реакцией почвенного раствора. В таких почвах количество токсичных соединений, которые могут быть вымыты в грунтовые воды и поглощены растениями, значительно меньше, чем в песчаных кислых почвах. Однако при этом возникает большой риск увеличения концентрации элементов до токсичного, что вызывает нарушение равновесия физических, химических и биологических процессов в почве. Повышение кислотности усиливает подвижность тяжелых металлов (кроме мышьяка) и их поглощение флорой. Токсическое действие микроэлементов стимулируется присутствием в атмосфере оксидов серы и азота, резко понижающих величину рН выпадающих осадков (Ермоленко Н.Ф., 1966).

Миграция и перераспределение микроэлементов в профиле почв зависит от характера водного режима, реакции среды почвенного раствора, содержания в нем органических подвижных веществ, от аэрации и окислительно-восстановительного потенциала, механического состава и текстуры отдельных горизонтов, характера смены гранулометрического состава. На процессы закрепления в почве микроэлементов положительное влияние оказывает повышение содержания

стабильного органического вещества, увеличение концентрации почвенного раствора, содержание илистой фракции, глинистых минералов.

Выводы по первой главе данной работы таковы: негативное влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на почвенные процессы, жизнедеятельность живых организмов и качество сельскохозяйственной продукции.

*Во второй главе* были рассмотрены методы исследования, применяемые в ходе выполнения работы. Методологической основой исследований в ландшафтном земледелии является комплекс методов, позволяющих провести правильный сбор информации о протекающих на почве процессах. (Каштанов А.Н., 1997).

Вопрос о загрязнении почв является комплексным. Почва одновременно служит акцептором загрязняющих веществ и их донором для других природных сред, испытывает наибольший техногенный пресс химических элементов, поступающих с атмосферными осадками, осаждающихся в виде сухих аэрозолей, привносимых с удобрениями, ядохимикатами, а также при аварийных разливах сточных вод и т.д. Кроме того, почва отражает длительность и интенсивность поступления и накопления загрязняющих веществ. (Алексеев, Ю.В., 1992). Были использованы методы полевые, лабораторно-полевые, лабораторные, статистические и экспедиционный методы.

Таким образом, применяемая система агроэкологических, ландшафтных, почвенных и статистических методов исследования позволяет составить комплексное представление о механизмах перераспределения, трансформации и накопления соединений ТМ в элементах агроландшафта, растительной продукции.

*В третьей главе* была рассмотрена краткая характеристика хозяйства, а именно: местоположение ГУОПП «Елизаветинское», его площадь, общая структура землепользования; геоморфология и рельеф; почвообразующие породы; климат; почвы; растительность.

Хозяйство расположено в Центральной правобережной сельскохозяйственной зоне Саратовской области в 110 км от областного центра г. Саратова и в 15 км от районного центра г.Аткарска. В хозяйстве имеется 1 населенный пункт. (Фондовые материалы ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока).

Территория хозяйства расположена в области Высокой Донской равнины, в бассейне реки Медведицы с ледниковыми пылевато-глинистыми отложениями. Общий характер рельефа местности полого-волнистый, с севера на юг территория хозяйства разделена овражно-балочной системой – Иткара. Овраги верховья Иткары расчленяют северную и северо-западную части территории на ряд межовражных водоразделов. К северу вершины межовражных водоразделов сливаются с возвышенным водораздельным плато.

К западу от р. Медведицы как Высокую, так и Низкую равнины покрывают однообразные пылевато-глинистые «покровные глины», а к востоку от р. Медведицы - район Верхней поверхности денудации сложен коренными породами (верхнемеловыми и третичными) различного патологического состава; кроме того, на значительной части территории коренные породы перекрыты темно-желтым (нередко коричнево-желтым) делювием лёссовидного характера. Нижняя поверхность денудация сложена юрскими (серые глины), нижнемеловыми породами (апт, неоком), верхнемеловыми и третичными (акчагыл). Район останцев верхней поверхности денудации сложен верхнемеловыми и третичными породами (сызранского яруса), синевато-серыми и желтоватыми опоками и опокovidными глинами. (Усов Н.И.,1948).

Как и вся Саратовская область, хозяйство находится в умеренном климатическом поясе.

Одним из основных факторов климатообразования является так называемый „радиационный" фактор: приход-расход лучистой энергии.

Степень континентальности климата по формуле Горчинского  $1,7 * A / \sin L - 20,4$ , где А- годовая амплитуда температуры, а L- географическая широта Аткарска- от 49-50.

Территория месторасположения хозяйства характеризуется следующими климатическими показателями: осадки за год(с поправкой на снегосъемку) составляют 400-450 мм, в том числе за вегетационный период 300 мм,средняя сумма летних осадков в мм с апреля по ноябрь-300-275.Средняя высота снежного покрова в см в момент максимального содержания водных запасов-30-25 см; сумма

температур воздуха выше  $10^{\circ}$  -  $2600^{\circ}$ ; средняя температура наиболее холодного месяца  $-11,5^{\circ}$ , а наиболее тёплого  $20^{\circ}$ , средний из абсолютных минимумов составляет  $-34^{\circ}$ . Средняя температура воздуха за тёплый период времени с апреля по ноябрь -  $11-11,5^{\circ}$ . Продолжительность вегетационного периода составляет 140-150 дней. Число дней с суховеями различной интенсивности в среднем меньше 20, при этом преобладают суховеи слабые. (Агроклиматические ресурсы Саратовской области, 1970).

Территория хозяйства расположена в юго-западном районе почв Саратовской области. Господствующей почвой в хозяйстве является чернозем обыкновенный разной мощности. Пятна солонцов встречаются по всему хозяйству. Черноземов тучных здесь нет, а небольшие участки черноземов выщелоченных встречаются лишь по речным террасам реки Медведицы с легким механическим составом. Такие участки чаще заняты лесом, а под лесными „дубравами“ на водоразделах (очень редкие) с тяжелым механическим составом развит чернозем деградированный, по своему характеру очень близкий к подобному чернозему северного района.

ГУОПП Елизаветинское относится к степной зоне Саратовского Правобережья. Леса естественного происхождения в виде мелких сосредоточений на сухих субгумидных территориях и в поймах, а также в виде байрачных зарослей занимают небольшую площадь.

В растительном покрове разнотравно-типчаково-ковыльной степи (куда входит рассматриваемое хозяйство) преобладают узколистные дерновинные злаки и некоторые растения луговой степи. Количество однолетников здесь больше, чем в луговой степи. При участии разнотравно-типчаково-ковыльной растительной ассоциации в этой части степи сформировались обыкновенные черноземы.

Особенности естественных и антропогенно измененных фитоценозов влияют на процессы гумусообразования, интенсивность эрозионных процессов, микроклимат и т.д. Синергетическое действие вышеозначенных факторов оказывает влияние на процессы закрепления и перераспределения химических элементов (в том числе соединений ТМ) в агроландшафтах. (Деревягин С.С., 2009).

*В четвертой главе «Природные факторы, определяющие содержание тяжелых металлов в почве»* представлены результаты исследований и анализ полученных данных.

Во-первых, было рассмотрено влияние материнской породы на содержание тяжелых металлов в гумусовом горизонте. Выводы были сделаны следующие: содержание малорастворимых элементов с глубиной увеличивается, а растворимых – уменьшается. Данная закономерность является общей для всех микроэлементов. А перераспределение происходит в основном за счет увеличения растворимых форм к гумусовому горизонту.

Во всех формах растворимости и со всеми тяжелыми металлами наблюдается обратная связь между горизонтами ВС и С (материнской породой). Это может быть связано с испарением солей металлов в выше лежащие горизонты.

Во-вторых, было показано распределение тяжелых металлов по элементам агроландшафта и связь их содержания в почве с гумусом. На основе полученных данных, были сделаны следующие выводы: содержание подвижных соединений ТМ по элементам агроландшафта увеличивается по схеме: лесная полоса – залежь – пашня – целина. Такое распределение связано с тем, что лесная полоса и опушка, являясь геохимическим барьером, накапливает значительную долю малорастворимых микроэлементов, вследствие направленности туда водных потоков с мелкоземом и микроэлементами, кроме того, лесная опушка находится под большим влиянием лесной полосы, получая существенное количество листового опада с деревьев в отличие от пашни, находящейся в 50 метрах от лесной полосы. Также пашня получает дополнительное количество микроэлементов вследствие внесения удобрений.

Водоемы играют роль природного геохимического барьера, адсорбируя в донных отложениях многие химические соединения, в том числе соединения тяжелых металлов. Поэтому наиболее реальным подтверждением уровня содержания ТМ в почвах являются донные отложения в прудах и реках. Концентрация тяжелых металлов уменьшается по следующей схеме: донные отложения прудов – почва – речные донные отложения.

В-третьих, был рассмотрен вопрос о влиянии рельефа местности на распределение тяжелых металлов в агроландшафте. Верхний слой почвы водораздельных участков, по сравнению с ложбиной и склоном ложбины, оказался в большей мере обогащен подвижными формами меди, цинка, кадмия и фтора и в меньшей степени – свинцом и ртутью.

Лесная полоса является геохимическим барьером на пути миграции ТМ в пределах ландшафта, что доказывается повышенным содержанием в верхнем гумусовом горизонте меди, цинка, свинца, кадмия и относительно высоким содержанием ртути. В ложбинах наблюдалось наименьшее количество подвижных соединений ТМ, что свидетельствует о высокой активности процессов вымывания последних из верхнего горизонта.

Таким образом, процессы аккумуляции и транслокации тяжелых металлов с учетом рельефа местности зависят от интенсивности эрозионных процессов. Направленность вектора эрозии от водораздела по склону, через ложбину до лесной полосы определяет направление миграции ТМ. Определяемые нами элементы обладают способностью аккумулироваться в определенных ландшафтных единицах. Так на водораздельных участках остаются в относительно высоких концентрациях: медь, цинк, кадмий, а ртуть и свинец вымываются. На склонах аккумулируются в основном ртуть, в меньшей степени – свинец. (Медведев И.Ф., Деревягин С.С., Губарев Д.И., Несветаев М.Ю., 2016).

В ложбине скорость водных потоков наиболее высока, поэтому содержание подвижных соединений всех определяемых нами элементов здесь наименьшее.

Лесные полосы являются фитогеохимическими барьерами на пути миграции токсикантов. В лесной полосе, расположенной поперек склона, скорость эрозионных потоков минимальна, что приводит к накоплению подвижных форм ТМ. Особенно заметна эта тенденция на примере свинца, цинка, меди и кадмия.

Итак, можно сделать вывод, что по элементам рельефа содержание микроэлементов уменьшается по схеме: водораздел – склон ложбины – ложбина.

И, наконец, был рассмотрен вопрос о влиянии процессов водной эрозии на содержание малорастворимых и подвижных форм тяжелых металлов в почвенном профиле.

Содержание малорастворимых форм тяжелых металлов в несмытой почве обусловлено фоновым уровнем, а также процессами гумусообразования. Средний показатель по микроэлементам показывает, что наличие их тесно связано со степенью смытости почвенного горизонта. Потери илистой фракции почв способствуют снижению показателей малорастворимых микроэлементов в пахотном слое. Таким образом, степень смытости почвы влияет на содержание тяжелых металлов в почве: чем она выше, тем ниже содержание микроэлементов.

Приближение подстилающей породы к дневной поверхности способствовало росту тяжелых металлов в горизонтах по сравнению со слабосмытой почвой.

В слабосмытом варианте средняя концентрация ТМ в горизонтах была ниже фоновой в среднем на 12%, в пахотном слое – на 4,5%, в А+В<sub>1</sub> – на 13%, в ВС – на 18%. Действие процессов эрозии на начальных этапах приводит к сокращению в пахотном слое количества микроэлементов.

Увеличение интенсивности проявления эрозионных процессов оказало влияние на содержание и распределение по профилю почвы малорастворимых микроэлементов.

В среднесмытой почве содержание микроэлементов по разным горизонтам оказалось ниже, чем в «зональной».

В сильносмытом черноземе процессы эрозии оказали самое большое влияние на содержание металлов. Потеря гумуса, сокращение мощности гумусового горизонта, приближение подстилающей породы к дневной поверхности, привели к увеличению интенсивности процессов вертикальной миграции соединений микроэлементов. Следствием этого стало некоторое возрастание суммарного загрязнения горизонта ВС за счет снижения концентрации многих металлов в пахотном горизонте и подстилающей породе. В целом по профилю загрязнение сократилось относительно контрольного варианта на 27,9%, пахотного горизонта – на 48%.

Общую загрязненность почвы характеризует валовое количество тяжелого металла. Доступность же элементов для растений определяется их подвижными формами. Поэтому содержание в почве подвижных форм тяжелых металлов - важнейший показатель, характеризующий санитарно-гигиеническую обстановку и определяющий необходимость проведения мелиоративных детоксикационных мероприятий.

Растворимые формы тяжелых металлов легко подвергаются воздействиям на них водных потоков.

Максимальное суммарное содержание легкорастворимых тяжелых металлов отмечалось в верхнем горизонте несмытой почвы. Пахотный слой слабосмытой почвы содержал на 50,1% меньше, а сильносмытой почвы – в 2,5 раза меньше, чем соответствующий слой несмытой почвы. Подобная закономерность потерь растворимых форм тяжелых металлов отмечается для профилей всех анализируемых разностей почв. В среднем содержание микроэлементов по мере усиления степени смытости почв снижалось на 22,9%. Максимальная промывка профиля от тяжелых металлов отмечалось на сильносмытых почвах. Здесь потери тяжелых металлов по сравнению с несмытыми почвами в среднем составили 39,0%.

**В заключении** отмечается, что загрязнение почвы тяжелыми металлами - это вопрос комплексный, который нельзя изучать только по одному фактору. Прежде чем учитывать антропогенный фактор, нужно выяснить все природные процессы, ведущие к миграции и накоплению тяжелых металлов.

Можно сделать вывод о негативном влиянии на почвы агроландшафтов загрязнения тяжелыми металлами. Так как это нарушает физико-химическое равновесие природной системы и дает толчок ряду процессов, действующих на почвенные свойства. Изменяется величина pH, разрушается почвенный поглощающий комплекс, нарушаются микробиологические процессы, в результате разрушения структуры ухудшается водно-воздушный режим, деградирует почвенный гумус, и, в конечном счете, почва теряет плодородие. Все это ведет к изъятию почвы из оборота, что ведет к экономическим трудностям для сельского хозяйства.