УДК 631.95

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ ЯХРОМСКОЙ ПОЙМЫ

HEAVY METALS IN THE AQUATIC PLANTS GROWING IN DRAINAGE NETWORK OF THE YAHROMA FLOODPLAIN

©Позднякова А. Д.
канд. биол. наук
Всероссийский НИИ мелиорированных земель
г. Тверь, Россия
antdanpozd@list.ru
©Pozdnyakova A.
PhD
All–Russian Research Institute of Reclaimed Lands
Tver, Russia
antdanpozd@list.ru
©Бородкина Р. А.
канд. биол. наук
Всероссийский НИИ мелиорированных земель
г. Тверь, Россия
borra@list.ru
©Borodkina R.
PhD
All–Russian Research Institute of Reclaimed Lands
Tver, Russia
borra@list.ru

Аннотация В работе рассмотрено содержание тяжелых металлов в водных растениях мелиоративной системы Яхромской поймы Московской области. Измерения концентраций тяжелых металлов проводились методом атомно–абсорбционной спектрометрии на приборе «Квант–2». В процессе работы были получены сведения о динамике изменения содержания тяжелых металлов *(Zn, Pb, Cd, Cu, Ni)* в течение вегетационного периода.

Abstract. The content of heavy metals in water plants growing in drainage network of Yahroma floodplain (Moscow Oblast) was examined in current article. Concentration of heavy metals measurements were carried out by atomic absorption spectroscopy device “Quantum–2”. As a result of investigation the data of heavy metals *(Zn, Pb, Cd, Cu, Ni)* concentration changing dynamics through vegetation period have been achieved.

Ключевые слова: тяжелые металлы, торфяные почвы, экология, загрязнение.

Keywords: heavy metals, peat soils, ecology, pollution.

В настоящее время неотъемлемой частью комплекса проблем, связанных с охраной окружающей среды стало изучение и оценка загрязнения почв и компонентов мелиоративной сети (дренажных стоков, вод и донных отложений каналов и рек, водных растений) тяжелыми металлами, неоаккумуляции которых наносят вред как экологическому состоянию мелиорированных агроценозов, так и резко ухудшают качество получаемой сельскохозяйственной продукции.

Степень изменения экологической ситуации при формировании мелиоративных торфяных агроландшафтов, к которым относится Яхромская пойма Московской области, определяется качеством проведения мелиоративных работ, сроком их эксплуатации и спецификой использования в сельскохозяйственном производстве в интенсивных либо экстенсивных системах земледелия.

Чрезмерная интенсификация производства на осушенных торфяных землях приводит к деградации физических и химических свойств торфяных почв, снижению биологической активности почв, возникновению токсичности почв и «почвоутомления», повышению уровня загрязнения торфяных почв самыми разнообразными токсикантами, в число которых входят и тяжелые металлы, что в конечном итоге приводит к падению плодородия этих почв.

Геохимические циклы тяжелых металлов в окружающей среде определяются не столько естественным перераспределением, сколько антропогенной деятельностью.

При этом для ряда тяжелых металлов техногенное поступление значительно превышает естественный приход, результатом чего является изменение природных циклов металлов, направления и темпов их миграции и аккумуляции.

В целом последствия антропогенного загрязнения природной среды тяжелыми металлами можно условно разделить на группы:

–изменение концентрации металлов в пределах отдельных компонентов биосферы;

–изменение формы нахождения и видов соединений металлов в пределах отдельных компонентов биосферы;

–появление в отдельных районах в больших количествах соединений металлов, не характерных для данных природных условий.

К факторам, загрязняющим окружающую среду, относят химизацию земледелия, в частности применение минеральных, известковых и органических удобрений, орошение водами с содержанием тяжелых металлов.

Миграция тяжелых металлов (ТМ) в почвах — весьма сложный процесс, обусловленный рядом факторов, важнейшими из которых являются окислительно–восстановительные и кислотно-основные свойства почв, содержание в них органического вещества, гранулометрический состав, а также водно–тепловой режим и геохимический фон региона. Однако одной из наиболее важных форм является миграция в жидкой фазе, так как большинство металлов попадает в почву в форме растворимых соединений или в виде суспензий, и фактически все взаимодействия между металлами и компонентами почвы происходят на границе жидкой и твердой фаз.

Материал и методика

Территория Яхромской поймы относится к длительно используемой в сельскохозяйственном производстве и на ее примере можно наиболее ярко проследить последствия антропогенного воздействия на повышение уровня содержания тяжелых металлов.

Особое значение для миграции ТМ в компонентах мелиоративной сети имеют климатические особенности территории, то есть количество осадков и их распределение в течении вегетационного периода.

Во влажный период идет миграция тяжелых металлов из почвы в дренажные стоки, оседание части их в донных отложениях и поступление их в органы водных растений каналов и рек, принимающих дренажные стоки.

Соли тяжелых металлов вымываются водами из почвы через дренажную сеть и поступают в каналы осушительной сети, где могут накапливаться в водных растениях и откладываться в донных отложениях каналов, а также могут поступать в реку Яхрому с дренажными стоками.

Для сравнительного анализа уровня загрязнения тяжелыми металлами агроценозов Яхромской поймы были выбраны ключевые участки в притеррасной, центральной и

прирусловой части Яхромской поймы, различающиеся гидрологическим режимом, ботаническим составом торфов, интенсивностью использования в сельскохозяйственном производстве. На этих участках были отобраны образцы водных растений. Содержание тяжелых металлов в водных растениях было прослежено также и на постпирогенном участке.

Измерения концентраций тяжелых металлов проводились методом атомно–абсорбционной спектрометрии на приборе «Квант–2».

Метод атомно–абсорбционной спектрометрии основан на способности свободных невозбужденных атомов поглощать (абсорбировать) свет строго определенных и специфических для каждого типа атомов длин волн.

Результаты и их обсуждение

Концентрации тяжелых металлов в водных растениях на всех частях Яхромской поймы закономерно увеличивается к концу вегетационного периода (Таблица).

Таблица.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ КАНАЛОВ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ОТДЕЛЬНЫМ ЧАСТЯМ ЯХРОМСКОЙ ПОЙМЫ, мг/кг

	месяц	*Прирусловая часть*	*Центральная часть*	*Постпирогенная часть*	*Притеррасная часть*	*ОДК*
Zn	июнь	4,3	5,25	3,25	4,7	9
	июль	5,5	6,85	3,85	6	
	сентябрь	6,2	7,3	4,85	7,6	
Pb	июнь	1,1	1,5	1,05	1,8	2.9
	июль	1,3	1,6	1,15	1,8	
	сентябрь	1,75	1,67	1,85	1,85	
Cd	июнь	0,1	0,2	0,1	0,2	1.0
	июль	0,5	0,4	0,3	0,5	
	сентябрь	0,6	0,5	0,47	0,63	
Cu	июнь	0,95	2,75	0,3	1,6	37,3
	июль	1,85	1,25	4,25	2,25	
	сентябрь	9,12	11,8	9,3	8,57	
Ni	июнь	0,26	0,27	0,12	0,1	2,0
	июль	0,35	0,45	0,2	0,2	
	сентябрь	0,45	0,55	0,35	0,37	

Накопление цинка происходит за счет стока с загрязненных территорий. Наиболее высокие концентрации наблюдаются в центральной части поймы.

На протяжении вегетационного периода происходит накопление цинка от июня к июлю на всех частях Яхромской поймы (Рисунок 1).

Наибольшее содержание цинка в водных растениях каналов наблюдается в центральной части, это также связано с интенсивной эксплуатацией этой части под сельскохозяйственную продукцию. Возможно, это происходит за счет сбора загрязняющих веществ и их переноса посредством дренажной системы, а также за счет стока с загрязненных территорий. В воде существует главным образом в ионной форме или в форме его минеральных и органических комплексов. Иногда встречается в нерастворимых формах: в виде гидроксида, карбоната, сульфида и др. Цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие организмов. В то же время многие соединения цинка токсичны, прежде всего, его сульфат и хлорид.

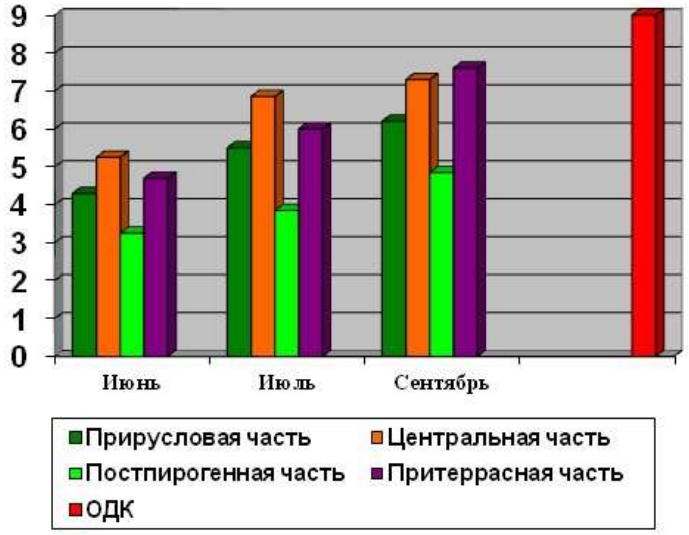

Рисунок 1. Содержание Zn (мг/кг) в водных растениях участков Яхромской поймы. Московская область.

Наиболее высокие концентрации свинца характерны для притеррасной части поймы. Увеличение концентрации свинца можно объяснить с вымыванием его в дренажные воды и накоплении в водных растениях.

На протяжении вегетационного периода для всех частей Яхромской поймы характерно накопление свинца к сентябрю (Рисунок 2).

Наиболее высокие концентрации свинца в водных растениях характерны для центральной и притеррасной части. Водные растения хорошо аккумулируют свинец, но по-разному.

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных и экзогенных минералов. Значительное повышение содержания свинца в водных растениях связано со стоком в дренажные воды. В числе тяжелых металлов свинец извлекается и накапливается гидробионтами.

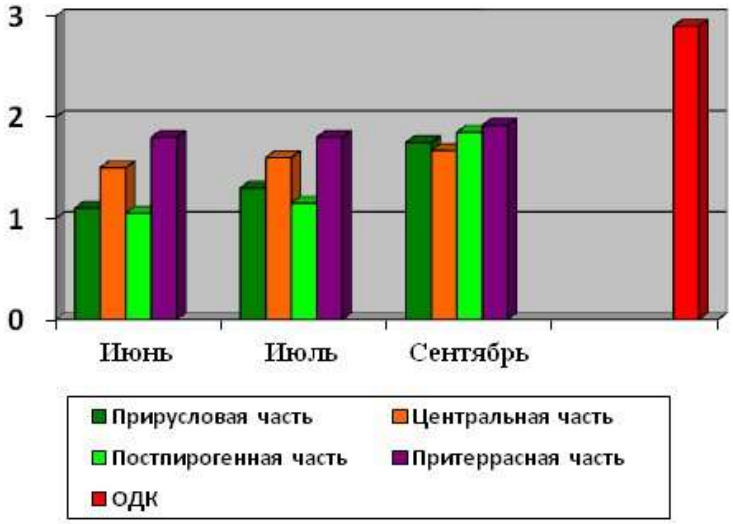

Рисунок 2. Содержание Pb (мг/кг) в водных растениях участков Яхромской поймы. Московская область.

Свинец находится в природных водах в растворенном и взвешенном (сорбированном) состоянии. В растворенной форме встречается в виде минеральных и органоминеральных комплексов, а также простых ионов, в нерастворимой — главным образом в виде сульфидов, сульфатов и карбонатов. Существенными факторами понижения концентрации свинца в воде является адсорбция его взвешенными веществами и осаждение с ними в донные отложения.

Наиболее высокие концентрации кадмия наблюдаются также для притеррасной части поймы. В динамике содержания кадмия наблюдается равномерное накопление его в водных растениях от июня к сентябрю (Рисунок 3).

Понижение концентрации растворенных соединений кадмия в июне происходит за счет процессов сорбции, выпадения в осадок гидроксида и карбоната кадмия и потребления их водными организмами.

Водные растения включают кадмий в свои ткани, и он переносится в глубокие слои воды при опускании на дно их остатков.

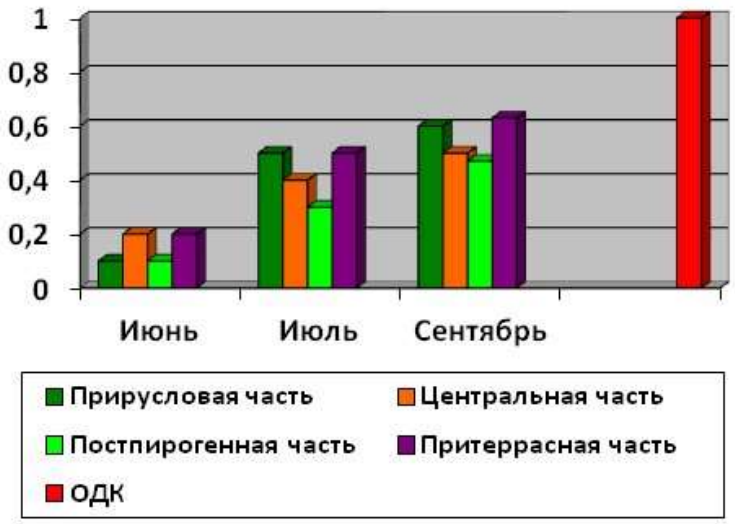

Рисунок 3. Содержание Cd (мг/кг) в водных растениях участков Яхромской поймы. Московская область.

В июле наблюдается массовая гибель водной растительности, отмеченная вспышкой концентрации Cd в воде.

Фосфатные и калийные удобрения являются источником поступления соединений кадмия в абиотические, а затем и биотические компоненты водных экосистем агроценозов. Значительная часть кадмия может мигрировать в составе гидробионтов.

Кадмий обычно проявляет меньшую токсичность по отношению к водным растениям, и сопоставим по токсичности со свинцом.

Постепенное увеличение концентрации меди от июня к сентябрю почти на всех участках можно объяснить ее малой способностью к растворению. Из ее соединений наиболее распространенные трудно растворимы в воде. Довольно высокие концентрации меди наблюдаются в центральной части поймы.

В сентябре наблюдается активное накопление меди, наибольшая концентрация отмечается в центральной части (Рисунок 4).

Увеличение концентрации меди объясняется избыточным внесением этого элемента с минеральными удобрениями и ядохимикатами (медный купорос при выращивании овощных культур).

Постепенное увеличение концентрации меди от июня к сентябрю почти на всех участках можно объяснить ее малой способностью к растворению.

Избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы. Из соединений Cu наиболее распространены труднорастворимые в воде Cu_2O, Cu_2S, CuCl. При наличии в водной среде лигандов наряду с равновесием диссоциации гидроксида необходимо учитывать образование различных комплексных форм, находящихся в равновесии с акваионами металла.

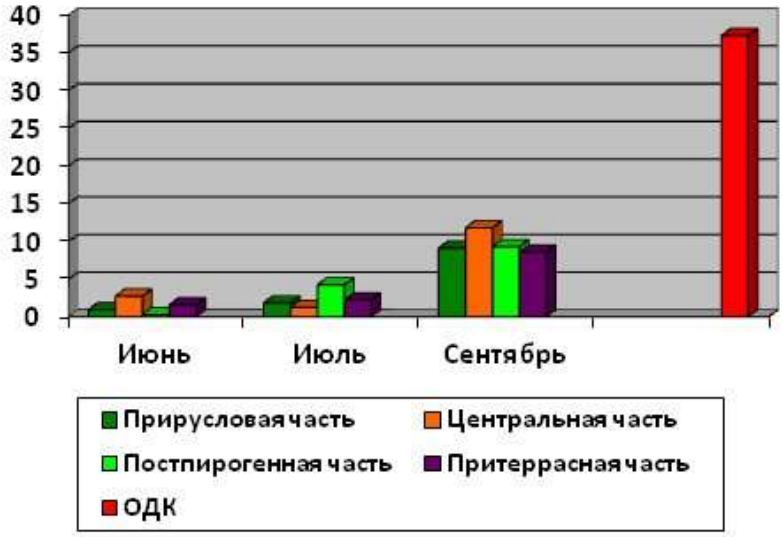

Рисунок 4. Содержание Cu (мг/кг) в водных растениях участков Яхромской поймы. Московская область.

Содержание никеля в водных растениях увеличивается от июня к сентябрю на всех участках Яхромской поймы (Рисунок 5). В воду попадает из почв и из растительных и животных организмов при их распаде. Соединения никеля в водные объекты поступают со стоком в дренажные воды. Концентрация его может понижаться в водных растениях в результате выпадения в осадок таких соединений, как цианиды, сульфиды, карбонаты или гидроксиды (при повышении значений pH), за счет потребления его водными организмами и процессов адсорбции.

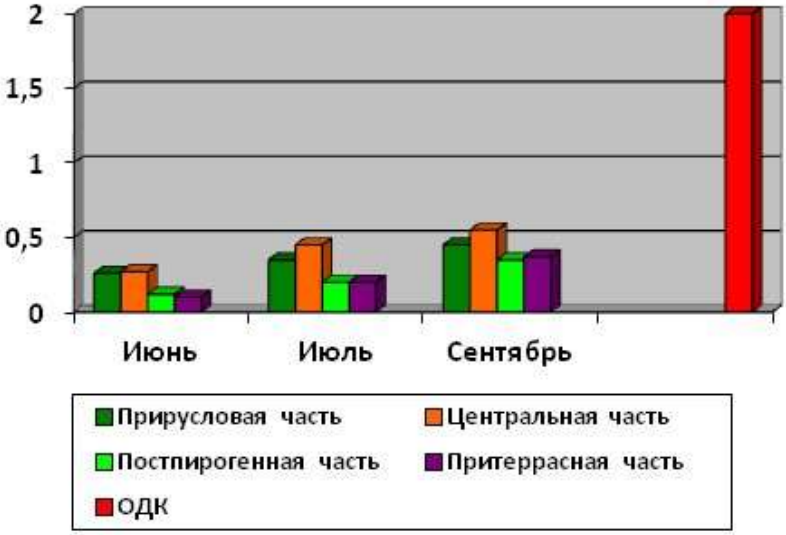

Рисунок 5. Содержание Ni (мг/кг) в водных растениях участков Яхромской поймы. Московская область.

В поверхностных водах соединения никеля находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состоянии, количественное соотношение между которыми зависит от состава воды, температуры и значений pH. Сорбентами соединений никеля могут быть гидроксид железа, органические вещества, высокодисперсный карбонат кальция.

Выводы

Таким образом, почти для всех тяжелых металлов в водной растительности на всех исследуемых участках Яхромской поймы довольно четко прослеживается закономерное накопление их со временем, увеличение концентрации в период с июня по сентябрь и максимальное накопление в сентябре. Это может быть связано с миграцией тяжелых металлов из почвы в дренажные стоки с выпадающими осенними осадками.

Однако, по фоновому содержанию превышения тяжелых металлов в водных растениях каналов, прилегающих к отдельным частям Яхромской поймы, обнаружено не было.

Работа поступила в редакцию
11.04.2016 г.

Принята к публикации
14.04.2016 г.