

ПОВЕДЕНИЕ ДДТ В ПРОФИЛЕ ПОЧВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

Е.Н. Куликова-Хлебникова, Ю.В. Робертус, А.В. Кивацкая
Горно-Алтайский филиал ИВЭП СО РАН, г. Горно-Алтайск

Введение. Для стойких органических загрязнителей (СОЗ) – хлорорганических пестицидов (ДДТ, ГХЦГ, линдан и др.) почвы выступают в качестве реципиента, где они под влиянием ряда абиотических и биотических факторов частично разлагаются и переходят в другие природные среды, а также в качестве хранилища в течение многих лет после их внесения.

Хлорорганические пестициды (ХОП) характеризуются высокой степенью персистентности при относительно низкой подвижности в окружающей среде. Стабильность ХОП в природных условиях зависит от ряда факторов – климатических условий, типа почв и их рН, влажности, содержания гумуса, механического состава и пр. Тип и скорость преобразований ХОП зависит также от их химической структуры и устойчивости.

Деструкция ДДТ сопровождается образованием токсичных трансформантов ДДД и ДДЭ и нетоксичного ДДА. В аэробных условиях ДДТ в результате дегидрохлорирования и окислительно-восстановительных процессов превращается, в конечном итоге, в ДДЭ, который также как и ДДТ относится к СОЗ первого класса опасности (Справочник ..., 1977).

Известно, что ХОП мигрируют по почвенному профилю, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. При этом передвижение ХОП происходит с почвенным раствором или одновременно с перемещением коллоидных частиц, на которых они адсорбированы. Это зависит как от процессов диффузии, так и массового тока воды (разжижения), которые представляют собой обычный способ вымывания (Мельников и др., 1985).

Вымывание ХОП по почвенному профилю заключается в их передвижении вместе с циркулирующей в почве водой, что обусловлено, в основном, физико-химическими свойствами почв, направлением движения воды, а также процессами адсорбции и десорбции пестицидов коллоидными частицами почвы.

Глубина проникновения ХОП в почвы весьма значительна. Так, на территории Румынии через 25 лет после обработки ХОП (ДДТ и ГХЦГ) их остаточные количества в почвах на глубине 220-275 см составляли соответственно 0.035-0.067 мг/кг (Майер-Бодэ, 1966).

Объекты и методика исследований. Объектом изучения являлась прибрежная зона Телецкого озера на восточной окраине с. Артыбаш, обработанная ДДТ в 1966 г. от иксодового клеща. Основные исследования проведены в пределах очага остаточного загрязнения почв «Вертолетная площадка», ранее служившим местом временного хранения пестицида.

В 2006-2010 гг. здесь в 138 точках с использованием стандартного почвенного бура на глубине до 1-1.3 м было взято более 250 проб почвогрунтов. В эпицентрах выявленных очагов остаточного загрязнения дополнительно были пройдены и погоризонтно опробованы единичные шурфы глубиной до 2.5 м. Аналитические исследования проб были проведены в аккредитованной испытательной лаборатории по анализам пестицидов Алтайского филиала ФГУ «Всероссийский центр карантина растений» (г. Барнаул, аналитик Л.П. Кутикова и др.). В пробах были определены ДДТ и его основные метаболиты – ДДД и ДДЭ. Для проб из разрезов в лаборатории биогеохимии ИВЭП СО РАН были определены физико-химические свойства (ФХС): рН, гумус, емкость катионного обмена (ЕКО), гранулометрический состав.

Обсуждение результатов. Проведенным изучением установлено, что в прибрежной зоне Телецкого озера почвы представлены кислыми маломощными (0.1-0.2 м) слабо гумусированными (до 7.4 %) серыми и бурыми лесными почвами, развитыми на водно-ледниковых осадках верхнечетвертичного возраста – супесях, суглинках, реже глинах, песчано-гравийных и галечниковых отложениях. Среди них фрагментарно проявлены горно-луговые

1. Поведение и корреляция ФХС в профиле почв эпицентра очага «Вертолетная площадка»

Глубина, см	рН, ед.	Гумус %	ЕП, мг-экв.	Физ. песок	Физ. глина	Ил, %	Коэффициенты парной корреляции ФХС почв						
							рН	Гумус	ЕКО	Песок	Глина	Ил	
0-20	4.4	3.3	22	76.1	23.9	4.6	-0.72	0.94	0.77	-0.74	0.64	-0.74	ДДТ
20-50	4.5	1.5	17	82.0	18.0	6.8		-0.75	-0.60	-0.07	0.07	0.88	рН
50-100	4.6	1.2	14	83.8	16.2	6.8			0.80	-0.56	0.56	-0.71	Гумус
100-150	4.8	0.9	12	82.1	17.9	6.2	Жирным выделены коэффициенты корреляции при r=0.95			-0.29	0.29	-0.81	ЕКО
150-200	4.9	0.9	10	79.9	20.1	9.5							-1.00
200-250	5.0	0.7	10	78.0	22.0	12.0						0.15	Глина

черноземовидные почвы с более развитым профилем мощностью до 0.3-0.5 м. Почвообразующие грунты нередко находятся в состоянии, близком к полному водонасыщению.

В распределении физико-химических свойств вниз по профилю почв проявлено увеличение рН и иловатых частиц с глубиной и одновременное уменьшение содержание гумуса и величины ЕКО (Робертус и др., 2006). Для ФХС проявлены значимые корреляционные связи: прямые – между рН и содержанием ила в почвах, гумусом и ЕКО; обратные – между содержанием физического песка и глины, рН и гумусом, ЕКО и долей иловатых частиц (табл. 1).

В то же время остаточные концентрации ДДТ и его метаболитов прямо связаны с содержанием гумуса и величиной ЕКО, и обратно с величиной рН и содержанием песчаных и илистых частиц в почве. Учитывая наложенный характер пестицидного загрязнения почв, можно предполагать, что отмеченные связи ДДТ и ФХС не являются «генетическими», а отражают сопряженные или «обусловленные» тенденции их распределения в профиле почв.

В пределах очага загрязнения «Вертолетная площадка» установлено резкое уменьшение уровня присутствия ДДТ и его метаболитов вниз по профилю почв. В частности, на глубине 0.2-0.5 м их содержание в среднем в 4 раза меньше, чем в интервале 0-0.2 м, а на глубине 0.5-1 м его меньше уже в 12-16 раз. В изученных очагах загрязнения выявлено, что проникновение ДДТ превышает 2-2.5 м при его содержании на этой глубине до 0.46-0.59 мг/кг (4.6-5.9 ПДК) в эпицентрах и 0.01-0.004 мг/кг на их периферии (Робертус и др., 2010).

Приуроченность максимального содержания пестицида на глубине к эпицентральной зоне очагов загрязнения однозначно указывает на наличие внутрипрофильной миграции ДДТ и на сопряженность его повышенных «поверхностных и глубинных» концентраций. Иными словами, при прочих равных условиях максимум вертикальной миграции происходит в ме-

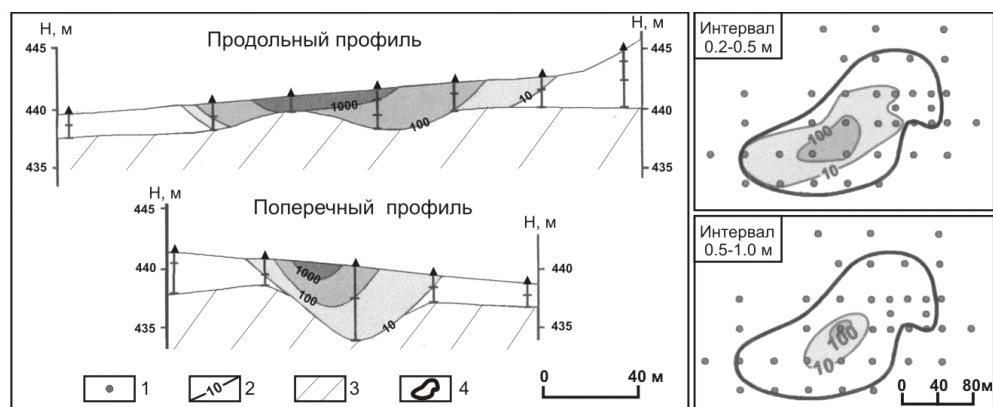


Рис. 1. Распределение ДДТ (ед. ПДК) в профиле почв очага загрязнения «Вертолетная площадка» (слева) и изменение его размеров на разных глубинах (справа).

2. Распределение ДДТ, ДДД, ДДЭ и ФХС в почвенном профиле разреза Р-6-10

Интервал глубин, см	Горизонт	Материал проб	ДДТ, мг/кг	ДДД, мг/кг	ДДЭ, мг/кг	Гумус, %	pH водн. ед.	ЕКО, мг-экв/100г.
0-8	A	Супесчаная почва	94.323	14.274	6.879	2.9	5.63	15.2
8-21	S ₁	Супесь мелкоземная	2.323	0.378	0.280	1.6	5.93	14.4
21-74	S ₂	Суглинок-супесь с галькой, гравием	0.417	0.073	0.028	1.1	5.96	14.4
74-104	S ₃		0.163	0.041	0.014	1.0	5.97	11.4
104-215	BC	Песчано-гравийный	0.013	0.006	0.002	0.4	6.12	8.4
215-225	C	Песчано-глинистый	0.003	0.002	0.001	0.3	6.37	2.9

стах его наибольшего присутствия на поверхности, поэтому объемная модель очага загрязнения представляет уплощенный конус с обращенной вниз вершиной (рис. 1).

Отмеченные тенденции поведения ДДТ, его метаболитов и ФХС загрязненных ими почв наглядно видны на примере разреза Р-6-10, пройденного в 2010 г. вблизи эпицентра очага «Вертолетная площадка» (табл. 2). Следует отметить, что значимые корреляционные связи с ФХС отчетливо увеличиваются в ряду ДДТ – ДДД – ДДЭ, что предположительно указывает на более стабильные «отношения» конечного метаболита с вмещающими почвами. Напротив, незначимые связи основных катионов и тяжелых металлов водной вытяжки почв заметно выше для исходного ДДТ, что в свете имеющихся данных не находит объяснения.

Между ДДТ и его промежуточным (ДДД) и конечным (ДДЭ) метаболитами существует тесная прямая зависимость, т.е. чем выше остаточные концентрации ДДТ, тем больше содержание его метаболитов. Для их долевого присутствия проявлена обратная зависимость, выражающаяся в увеличении доли метаболитов при уменьшении роли ДДТ. В изученных очагах загрязнения доля остаточных концентраций ДДТ варьируется в пределах 54.2-62.9 % от суммы изомеров и увеличивается с глубиной, что говорит о более интенсивном его разложении в приповерхностных аэробных условиях. На увеличение стабильности ДДТ с глубиной указывает и уменьшение до 8.5-14.5 % доли его конечного метаболита ДДЭ (табл. 3).

3. Изменение доли ДДТ и его метаболитов (%) в почвенном профиле очагов загрязнения

Интервал глубин	Очаг "Усадьба Блинова"			Очаг "Вертолетная площадка"			Фоновая площадь		
	ДДТ	ДДД	ДДЭ	ДДТ	ДДД	ДДЭ	ДДТ	ДДД	ДДЭ
0-0.2 м	58.5	26.3	15.2	54.2	26.3	19.5	51.5	24.0	24.5
0.2-0.5 м	62.4	28.0	9.5	59.4	22.7	17.9	54.7	24.8	20.5
0.5-1 м	62.9	28.7	8.5	64.6	20.9	14.5	58.5	25.9	15.6

Предварительно установлено, что более высокая степень трансформации ДДТ в почвах проявлена в случае его пониженных исходных концентраций, т.е. при его рассредоточенном распределении разложение протекает интенсивнее и, наоборот, замедленная деструкция ДДТ характерна в природных условиях для участков его повышенных концентраций.

Предварительные выводы: 1) Распределение остаточных концентраций ДДТ в почвенном профиле очагов наложенного загрязнения в прибрежной зоне Телецкого озера обусловлено, главным образом, свойствами вмещающих почв и пестицида, а также его вертикальной «промывной» нисходящей и, в меньшей степени, восходящей миграцией.

2) Глубина проникновения ДДТ при его «поверхностном» поступлении в почву составляет более 2-2.5 м. Максимальные концентрации пестицида на глубине приурочены к эпицентрам очагов загрязнения. Содержание ДДТ на глубине уменьшается по экспоненте.

3) Значимые корреляционные связи пестицида и его производных с ФХС увеличиваются в ряду ДДТ-ДДД-ДДЭ. Между концентрациями ДДТ и его метаболитов существует тесная прямая зависимость. На глубине ДДТ разлагается более интенсивно, чем на поверхности.

Литература

Майер-Боден Г. Остатки пестицидов. Инсектициды / Под ред. Н.Н. Мельникова. – М.: Мир, 1966. – 400 с.

Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р., Пылова Т.Н. Справочник по пестицидам. – М.: Химия, 1985. – 352 с.

Робертус Ю.В., Ушакова В.Г., Куликова-Хлебникова Е.Н. Особенности поведения хлорорганических пестицидов в объектах окружающей среды Горного Алтая // Вест. Моск. госуд. обл. ун-та. – Вып. Химия и химическая экология. – № 3. – 2006. – С. 147-152.

Робертус Ю.В., Пузанов А.В., Кивацкая А.В., Куликова-Хлебникова Е.Н. Особенности поведения ДДТ и его метаболитов в прибрежных почвах Телецкого озера (Горный Алтай) // Современные проблемы загрязнения почв. Мат. Межд. науч. конф. – М.: 2010. – С. 421-425.

Справочник по пестицидам (гигиена применения и токсикология) / Под ред. акад. Л.И. Медведя. – Киев: Урожай, 1977. – 376 с.

ДЕНЬ ВОДЫ

А.П. Афанасьев

Верхне-Обское бассейновое водное управление, Горно-Алтайский отдел,
г. Горно-Алтайск

22 марта ежегодно отмечается Международный день воды. Этот Всемирный день объявлен Генеральной Ассамблеей ООН в 1993 году. В 2003 году Генеральная Ассамблея в своей резолюции №A/RES/58/217 объявила период 2005-2015 гг, начиная с Международного дня воды 22 марта 2005 года, **Международным десятилетием действий «Вода для жизни»**.

Тема всемирного дня воды в 2011 году «Вода в городах: пути для решения проблемы». 70 % земной поверхности покрыто водой, 97,5 %-это солёная вода. Из оставшихся 2,5 % пресной воды, почти 68,7 % - замёрзшая вода. Только 1 % от общего объёма водных ресурсов планеты доступны для использования. Уже сейчас в условиях хронического дефицита воды живут 1,1 млрд. землян. Нам пока это не грозит. Республика Алтай богата поверхностными водными ресурсами, представленными реками, озёрами, болотами, ледниками и снежниками. Поверхностные водные ресурсы, в границах республики, составляют 33,4 кв.км. На территории Республики Алтай речная сеть включает 20188 больших и малых рек, протяжённостью 62550 км, около 7 тыс. озёр общей площадью более 600 кв.км. и 1035 ледников объёмом 38.272 куб.км. Нужно отметить, что до 70 % среднемноголетнего поверхностного стока, поступающего в Новосибирское водохранилище, формируется на территории Республики Алтай. Обладая столь значительными запасами воды, республика из этого количества использует менее 1 % и передаёт остальную воду за пределы территории.

Государственную политику в области водных отношений на территории Республики Алтай осуществляет отдел водных ресурсов Верхне-Обского бассейнового водного управления по Республике Алтай Федерального агентства водных ресурсов. Основными функциями отдела являются: осуществление мер по предотвращению негативного воздействия вод, ликвидации его последствий в отношении водных объектов, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территории двух субъектов РФ; ведение государственного водного реестра, осуществление государственного мониторинга водных объектов; предоставление заинтересованным лицам сведений из государственного водного реестра.

Для реализации переданных полномочий РФ в области водных отношений Республике Алтай, в 2007 г. в составе Министерства лесного хозяйства создан отдел по недропользованию, предоставлению прав пользования водными объектами и водного хозяйства. Специалисты данного отдела Адарова Л.К, Чернякова А.А, Елеков А.И. под руководством заместителя министра Манышева В.К. проводят большую работу по вопросам владения, пользования, распоряжения водными объектами; осуществлению мер по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий; осуществлению мер по охране водных объектов.

В этот день поздравляю всех жителей Республики Алтай со знаменательной датой и призываю бережно относиться к воде, так как ресурсы воды не безграничны, и наше здоровье и жизнь прямо зависят от её количества и качества. Будьте здоровы!