

уровня содержания элемента в почве. С другой стороны, возможно, коэффициенты накопления, рассчитанные на валовое содержание элемента в почве, не всегда отражают реальную подвижность его в звене почва-растение.

Условия культуры не оказали влияния на концентрацию элемента в культивируемых лекарственных растениях (табл. 6). Во всех исследованных лекарственных растениях как культивируемых, так и дикорастущих содержание свинца не превышало допустимый уровень для БАДов (СанПин 23.2.1078-01). Наибольшие концентрации обнаружены в корнях *Echinacea purpurea*, наименьшие – в соцветиях *Inula helenium* и *Calendula officinalis*, облиственные побеги занимают промежуточное положение.

Таблица 6

Вариационно-статистические показатели содержания тяжелых металлов в лекарственных растениях Северного Алтая, мг/кг

Растения	n	lim	$X \pm m$	V, %
Дикорастущие	68	0,1-5,7	1,80±0,10	48
Культивируемые	25	0,4-3,1	1,60±0,16	50
ДУ для БАДов – не более 6,0				

Таким образом, уровень концентраций свинца в почвенном покрове Алтайской горной области немного выше кларка, но находится на уровне фоновых значений для незагрязненных территорий и равен таковому в почвообразующих породах. Содержание свинца в растениях Горного Алтая находится в пределах нормальных концентраций, при которых нет нарушений метаболических функций у растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
2. Борисова Е.Н. Изучение естественного содержания свинца в почве и пищевых продуктах: Автореф. дис. ... канд. мед. наук – Казань: Мед. ин-т, 1960. – 12 с.
3. Золотарева Б.Р., Скрипниченко И.И., Гелетюк Н.И. Содержание и распределение тяжелых металлов (свинца, кадмия, ртути) в почвах Европейской части СССР // Генезис, плодородие и мелиорация почв. – Пушкино, 1980. – С. 77-90.
4. Юшкан Е.Н., Чичева Т.Б., Лаврентьева Е.В. Фоновое содержание свинца, ртути, мышьяка и кадмия в природных средах (по мировым данным). Сообщ. 2 // Мониторинг фоновых загрязнений природных сред. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – Вып. 2. – С. 17-35.
5. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. Книга Редкие d-элементы. – М.: Экология, 1997. – 576 с.
6. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды – М.: Недра, 1976. – 248 с.
7. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
8. Ильин В.Б., Юданова Л.А. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. Часть II. Процессы биоаккумуляции и экотоксикология. – Новосибирск, 1989. – С. 6-47.
9. Кашин В.К., Иванов Г.М. // Агрехимия. – 1997. – № 8. – С. 61-67.
10. Сокаев К.Е., Бестаев В.В., Бясов К.Х. // Агрехимический вестник. – 2004. – № 2. – С. 16-18.
11. Курочкина Г.Н., Пинский Д.Л. // Агрехимия. – 2004. – № 3. – С. 55-62.
12. Ревушкин А.С. Высокогорная флора Алтая. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. – 320 с.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ И ТРАНСЛОКАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Робертус, А.В. Кивацкая, Р.В. Любимов, Е.Н. Куликова-Хлебникова

Рассмотрены слабо изученные вопросы поведения хлорорганических пестицидов ДДТ и ГХЦГ на территории Горного Алтая. Установлены уровни их присутствия в загрязненных природных средах и продуктах питания растительного и животного происхождения. Выяснен характер миграции и аккумуляции пестицидов в условиях региона, особенности их перехода из загрязненных почв в сопряженные природные среды и продукты питания. Предварительно установлено, что основной переход изученных ХОП происходит в системе почва-растение, в меньшей степени – в системах «почва-вода» и «почва – донные осадки».

Ключевые слова: Горный Алтай, хлорорганические пестициды, остаточное загрязнение, природные среды, почвы, миграция, аккумуляция, транслокация.

К стойким хлорорганическим пестицидам (ХОП), применявшимся в прошлом в форме дустов на территории Горного Алтая, отно-

сятся, в основном, СОЗ 1 класса – ДДТ и ГХЦГ. В результате их хранения и применения сформировался ряд различных по интен-

сивности и площади очагов загрязнения почв и сопряженных с ними природных сред, детально изученных в западной части оз. Телецкое (с. Артыбаш).

Установлено [1], что уровни присутствия ДДТ в очагах загрязнения в прибрежной зоне озера на 1-4 порядка превышают ПДК (кроме воды) и убывают в ряду: почвы – растения – донные осадки – природные воды (табл. 1).

Таблица 1

Уровни присутствия ДДТ в природных средах прибрежной зоны озера Телецкое, мг/кг

Параметры	Почвы	Растения	Донные осадки	Вода, мг/дм ³
n	100	16	12	11
min	0,03	0,157	0,018	< 0,001
max	1075	60,63	1,478	0,0097
ПДК	0,1	0,05	–	0,1

Известно, что большинству ХОП присуща высокая степень персистентности при относительно низкой подвижности в окружающей среде [2]. В частности, ДДТ и ГХЦГ характеризуются высокой степенью иммобильности в почве, что проявляется даже в условиях расчлененного рельефа. На большинстве изученных в регионе очагов загрязнения не наблюдается их "сползания" по уклону местности, что указывает на низкие миграционные свойства закрепленных в почвах остатков пестицидов [3].

К числу важнейших экологических свойств изученных ХОП, характеризующих степень их сродства к различным природным средам, относится очень низкая летучесть, слабая растворимость в воде, высокая липофильность [2]. Сочетанный эффект этих физико-химических свойств определяет характер поступления, миграции и аккумуляции ДДТ и ГХЦГ в природных средах и организмах, в частности, особенности их ветрового и водного переноса.

Так низкая летучесть паров ХОП способствует формированию их слабо концентрированных локальных ореолов рассеяния вокруг практически всех объектов стационарного хранения в регионе [3].

В то же время высокая гидрофобность ХОП приводит в условиях горной местности к интенсивно проявленному плоскостному смыву их частиц, сорбированных на почвенных коллоидах, и их дальнейшей аккумуляции в пролювиальных склоновых отложениях и донных осадках водотоков. Содержание переотложенных ХОП в почвах увеличивается вниз по склону и в местах аккумуляции возрастает на 1-2 порядка.

Близкое к вышеотмеченному распределение ХОП, переотложенных с обработанных участков, проявлено для донных осадков поверхностных водотоков, в которых накопление пестицидов в потоках их рассеяния протекает еще более интенсивно.

Установлено [3], что дальность переноса частиц ХОП достигает сотен метров и реке первых километров, а их аккумуляция происходит, в основном, в глинисто-илистых донных отложениях, что видно на примере оз. Телецкое и его притока руч. Куйдан (табл.2).

Таблица 2

Содержание ДДТ и его метаболитов (мг/кг) в разных фракциях донных осадков

Водный объект	Материал	Содержание, мг/кг			
		Σ	ДДТ	ДДД	ДДЭ
Оз. Телецкое	Ил	0,103	0,082	0,021	<0,001
	Песок	0,038	0,038	<0,001	<0,001
Руч. Куйдан	Глина	0,069	0,064	0,004	0,001
	Песок	0,054	0,054	<0,001	<0,001

Интенсивность водной миграции ХОП определяется, в основном, масштабами их поступления в поверхностные водные объекты, степенью растворимости пестицида в воде и аккумуляции в донных отложениях,

Имеющиеся данные по уровням присутствия ДДТ в сопряженных пробах поверхностных вод и донных осадков свидетельствуют об обратной зависимости между ними. Это указывает на поступление пестицида в воду, в основном, из загрязненных им донных отложений и, в меньшей степени, из поверхностного и грунтового стока (рисунок 1).

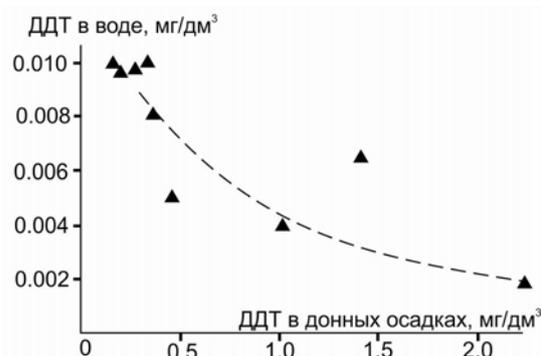


Рисунок 1. Связь ДДТ в сопряженных пробах поверхностных вод и донных осадков.

В свою очередь, поверхностный сток атмосферных осадков на участках наложенного пестицидного загрязнения частично выносит закрепленные в почве остаточные концентрации ХОП.

На примере очагов прошлого загрязнения ДДТ почв прибрежной зоны оз. Телецкое

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ И ТРАНСЛОКАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

установлена прямая зависимость между уровнями присутствия пестицида в почве и контактирующих с ней атмосферных осадках (рис. 2). При этом поступление ДДТ в атмосферные осадки происходит из загрязненных им поровых вод почв.

Характерно, что содержание ДДТ в дождевой воде заметно выше, чем в талой воде, что указывает на увеличение его растворимости при повышении температуры.

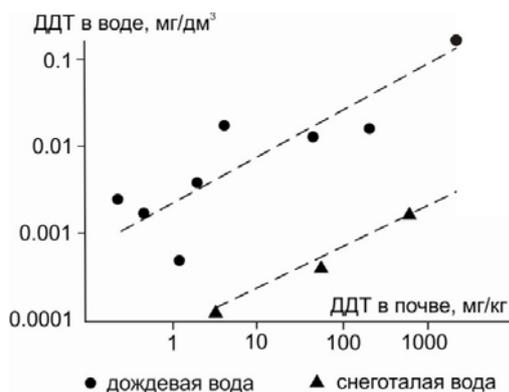


Рисунок 2. Зависимость содержания ДДТ в осадках от уровня его присутствия в почвах.

Особенности транслокации ХОП в условиях региона изучены в первом приближении. Достоверно установлена тесная прямая связь между содержанием пестицидов в почвах и в произрастающих на них растениях, что указывает на их высокие транслокационные свойства.

На примере очагов загрязнения ДДТ в с. Артыбаш это подтверждается практически полным совпадением ореолов загрязнения почв и растений (рис. 3).

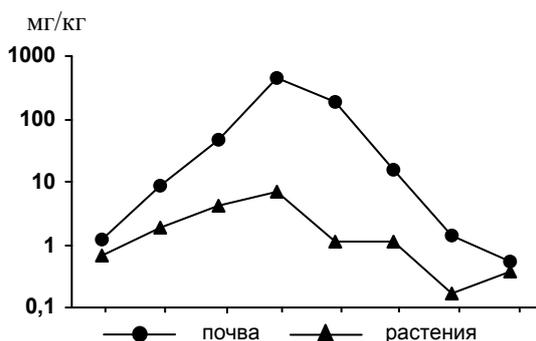


Рисунок 3. Поведение ДДТ в сопряженных пробах почв и растений (очаг в с. Артыбаш).

Установлено, что доля пестицида, переходящего из почв в растения, составляет 0,6-2,5 %, а из почв в поверхностные воды всего 0,02-0,08 % [4].

Характерно, что соотношение метаболитов ДДТ и изомеров ГХЦГ в растениях в це-

лом наследуют эти показатели в материнских почвах, в то время как в природных водах процессы деструкции ХОП протекают более медленно.

На примере травянистых растений предварительно выяснено отсутствие какой-либо закономерности в распределении ХОП в их корнях и листьях. Отношение их содержания (0,4-2,3 при среднем около 1) не зависит от уровня присутствия ХОП в почвах.

Полученные данные однозначно указывают на существование обратной связи между коэффициентом биологического поглощения и содержанием ХОП в почвах (рис. 4), что вероятно, связано с увеличением защитных свойств почв или их буферности – экологически важного интегрального показателя их состояния, зависящего от физико-химических свойств почв [5].

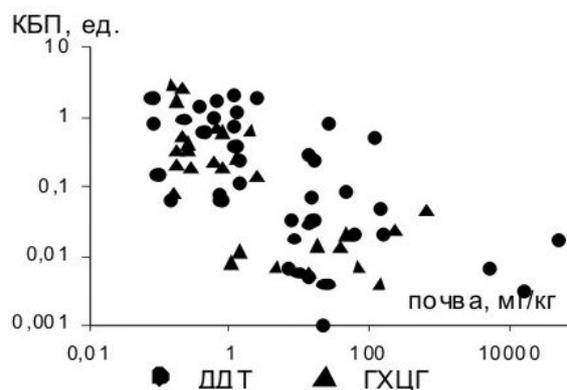


Рисунок 4. Зависимость КБП пестицидов растениями от их содержания в почве.

Кроме особенностей перехода ХОП из загрязненной почвы в растения, на ограниченном объеме образцов овощей и фруктов предварительно оценен переход пестицидов из почв в растительные продукты питания местного населения.

Выяснено, что отношение содержания ДДТ в овощах и в исходных почвах варьирует в пределах 0,1-9,4 %, в то время как в яблоках с побережья Телецкого озера это отношение составляет 11,5-56,9 % (табл. 3), что вероятно объясняется более "долговременным" характером фруктовых деревьев и их развитой корневой системой.

Таблица 3

Отношение ДДТ в почвах и в выращенной на них растительной продукции

Продукты	ДДТ, растения / ДДТ, почва				
	Артыбаш	Беле	Камлак	К-Озек	Майма
Овощи	0,002	0,001	0,108	0,020	0,094
Яблоки	0,115	0,569	—	—	—

Для выяснения возможности трансляции ХОП по пищевым цепочкам в организм домашних животных и человека оценены в первом приближении уровни присутствия ДДТ и его метаболитов в продуктах питания растительного и животного происхождения, произведенных на участках, загрязненных пестицидами (таблица 4). Предварительно установлено, что содержание ДДТ в злаках (овес), овощах (морковь, свекла и пр.) и фруктах (яблоках), выращенных на участках хранения и применения пестицида, превышает существующие гигиенические нормативы в 2-16 раз.

Таблица 4

Уровни присутствия ДДТ в продуктах питания растительного и животного происхождения

Параметры	Злаки	Овощи	Яблоки	Молоко
n	5	20	8	9
max, мг/кг	0,083	0,374	1,686	0,003
X, мг/кг	0,053	0,052	0,244	0,002
ПДК, ОДК, МДУ	0,02	0,1	0,1	0,05

ДДТ в концентрациях менее ПДК присутствует также в отдельных пробах коровьего молока с загрязненных им территорий (села Камлак, Беле). Имеющиеся данные позволяют предположить, что в организме животных процессы трансформации ДДТ происходят

весьма активно, поскольку в молоке преобладает его конечный метаболит – ДДЭ.

Полученные результаты исследования позволяют сделать следующие предварительные выводы:

- основная миграция ХОП происходит путем воздушного (в местах хранения) и водного (на участках применения) переноса;
- для остаточных количеств изученных ХОП характерны низкие миграционные свойства в закрепленном в почвах состоянии;
- основные переходы изученных ХОП происходят в системе почва-растение, в меньшей степени, в системе «почва-вода».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Робертус Ю.В., Ушакова В.Г., Куликова-Хлебникова Е.Н. // Вест. Моск. госуд. обл. ун-та. – Вып. Химия и химическая экология. – 2006. – № 3. – С. 147-152.
2. Лунев М.И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. – М.: Колос, 1992. – 269 с.
3. Куликова-Хлебникова Е.Н., Робертус Ю.В. // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 5. – С. 79-82.
4. Робертус Ю.В., Пузанов А.В., Кивацкая А.В., Куликова-Хлебникова Е.Н. // Современные проблемы загрязнения почв. Мат. Межд. науч. конф. – М., 2010. – С. 421-425.
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

И.В. Андреева

Фрагменты четырех особо охраняемых природных территорий, расположенных в Алтайском крае и Республике Алтай, совпадают с зоной осуществления ракетно-космической деятельности и включают местообитания более 60 видов растений, внесенных в Красные книги различных уровней. Воздействия, оказываемые при падении отделяющихся частей ракет-носителей (РН), могут представлять собой одновременно угрозу физической утраты отдельных популяций редких и исчезающих растений, а так же разномасштабного нарушения целостности растительного покрова. В этой связи проведен анализ популяций краснокнижных растений с целью оценки возможного ущерба в случае их гипотетической утраты.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, ракетно-космическая деятельность, воздействия на растительность, краснокнижные растения.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) представляют собой участки с неизменными и малоизмененными природными комплексами и объектами, обремененными в соответствии с законодательством Российской Федерации охраняемым режимом

той или иной степени жесткости. Специальный режим вводится, в первую очередь, с целью сохранения ландшафтного и биологического разнообразия, поддержания условий и качества их близкими к естественному. Однако ООПТ, даже относящиеся к категории