

АТРОФ-МУҲИТ МОНИТОРИНГИ

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ENVIRONMENTAL MONITORING

УДК 504.4.054+543.61

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ РЕК УЗБЕКИСТАНА СТОЙКИМИ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

Б.Э. НИШОНОВ^{1*}, И.Р. РАЗИКОВА¹, Л.А. САИДМАХМУДОВА¹,
М.Ш. АБДИЕВА¹, С.Р. ИСАБЕКОВ¹

¹Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bnishonov@meteo.uz

Аннотация: В 1960-1980-х годах в сельском хозяйстве Узбекистана широко применялись различные хлорорганические пестициды. Остаточные количества этих пестицидов и их метаболитов в больших количествах обнаруживались в окружающей среде (в атмосферном воздухе, воде, почве). В статье изучено загрязнение воды рек Узбекистана стойкими хлорорганическими пестицидами за последние 30 лет (1990-2019 гг.). Выявлено, что за последние 20 лет ДДТ и его метаболиты в воде рек не обнаруживаются. Изомеры ГХЦГ (гексахлоран и линдан), часто обнаруживаемые в начале 1990-х годов в концентрациях, превышающих ПДК, в последние годы редко обнаруживаются в воде рек.

Ключевые слова: стойкие хлорорганические пестициды, ДДТ, гексахлорциклогексан, линдан, реки, вода, загрязнение.

Введение. Широкое применение пестицидов привело к тому, что они стали одним из самых распространенных и опасных веществ, загрязняющих окружающую среду. Под воздействием различных факторов пестициды трансформируются и мигрируют в контактирующие с почвой среды. Результаты исследований показывают, что 20-65% пестицидов, используемых на сельскохозяйственных полях, остается в местах их применения, 30-50% находятся в атмосфере, 4-20% поглощается растениями, 1-10% накапливается в верхнем слое почвы, 1-5 % поступает в поверхностные воды и 5% мигрирует в нижние горизонты почвы и подземные воды [Waddel, Bower, 1988]. Массовое использование стойких хлорорганических пестицидов в мире во второй половине 20-го века стало причиной загрязнения всех компонентов окружающей среды (атмосферный воздух, вода, почва, донных отложений, биота). Исследования, проведенные в 1960-1980-х годах показали, что содержание хлорорганических пестицидов в несколько раз, иногда и сотни раз превышает допустимые уровни в компонентах окружающей среды. Один из наиболее стойких хлорорганических пестицидов дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты – дихлордифенилдихлорэтан (ДДД) и дихлордифенилдихлорэтилен (ДДЕ) были обнаружены в льдах Антарктиды и Гренландии [Лунев, 1992].

Стойкость этих пестицидов и их растворимость в жирах способствовали их перемещению по пищевой цепи, в конечном счете попадая в организм человека. ДДТ и его метаболиты были обнаружены даже в материнской молоке [Лунев, 1992].

ДДТ и изомеры гексахлорциклогексана - α -гексахлорциклогексан (α -ГХЦГ, гексахлоран) и γ -гексахлорциклогексан (γ -ГХЦГ, линдан) в 1950-1970-е годы массово применялись в сельском хозяйстве Узбекистана в качестве инсектицидов. Эти пестициды применяли ручным способом, использованием сельскохозяйственной техники и авиации.

* Ответственный автор: bnishonov@meteo.uz, тел.: +998 78 150-86-02

Общее использование пестицидов в сельском хозяйстве Узбекистана в несколько раз превышало по сравнению с другими бывшими республиками бывшего союза [Доклад Госкомприроды, 1993]. Поэтому остаточные количества пестицидов часто обнаруживались в воде и почве в концентрациях, в несколько раз превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК).

В 2001 году была принята Стокгольмская Конвенция по стойким органическим загрязнителям (СОЗ) [ЮНЕП, 2001]. Цель этой конвенции – запрещение производства и применения стойких органических веществ, применяемых в промышленности, в сельском хозяйстве и в других отраслях. Первоначально в список конвенции были включены 12 соединений (так называемая «грязная дюжина»), включая ДДТ, в дальнейшем этот список расширился добавлением новых химических соединений, в том числе изомеров гексахлорциклогексана в 2009 году. Узбекистан в 2020 году присоединился к Стокгольмской конвенции, поэтому оценка загрязнения поверхностных вод республики стойкими хлорорганическими пестицидами, включенными в список конвенции, является актуальной задачей.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является оценка загрязнения поверхностных вод Узбекистана стойкими хлорорганическими пестицидами (ДДТ и его метаболиты, изомеры ГХЦГ). **Задача исследования** - выявление пространственно-временных особенностей загрязнения поверхностных вод (рек) Узбекистана стойкими хлорорганическими пестицидами.

Объект и предмет исследования. Объектом данного исследования является реки Узбекистана, а предметом – стойкие хлорорганические пестициды (ДДТ и ГХЦГ).

Материалы и методы исследования. В данной работе использованы данные мониторинга поверхностных вод, осуществляемый Службой мониторинга загрязнения Узгидромета за 1990-2019 гг. и публикуемый в Ежегодниках качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета [Ежегодники, 1990-2019]. Наблюдательные пункты за качеством воды Узгидромета расположены на реках, имеющих существенное водохозяйственное значение, на малых реках (саях), ирригационных каналах и коллекторах, на водохранилищах. Данное исследование охватило пункты наблюдения, расположенные в реках и малых реках (саях). За выбранный период наблюдений частота отбора проб для анализа хлорорганических пестицидов в реках варьируется от 12 раз (в основных реках) до 3-6 (в малых реках) в год.

Анализ хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболиты, изомеры ГХЦГ) проводится методом газожидкостной хроматографии с детектором электронного захвата [Методические указания, 1988].

При оценке степени загрязненности воды используются ПДК вредных веществ в воде водоемов санитарно-бытового водопользования, которые для суммы изомеров ГХЦГ составляет $0,02 \text{ мг/дм}^3$, для ДДТ и его метаболитов - $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов для изомеров ГХЦГ, ДДТ и его метаболитов предусматривают полное их отсутствие в воде [Беспамятнов, Кротов, 1985].

Основные результаты и их обсуждение. Применение ДДТ в Узбекистане было запрещено в 1983 году, а ГХЦГ в 1991 году. Несмотря на запрет применения, их остаточные количества обнаруживались в компонентах окружающей среды Узбекистана.

В настоящей статье обобщены данные мониторинга качества поверхностных вод Узгидромета по загрязнению остаточными количествами хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболиты, изомеры ГХЦГ). Наблюдение за этими загрязняющими веществами проводится в следующих реках: Абджайсай, Акдарья, Акташсай, Аманкутансай, Амударья, Ахангаран, Геджиген, Дукантсай, Заминсу, Зарафшан, Исфайрамсай, Карадарья, Каратаг, Кашкадарья, Кокандсай, Кызылча, Маргилансай, Нарын, Обизаранг, Пскем, Сангардак, Сурхандарья, Сырдарья, Танхыздарья, Угам, Халкаджар, Чимгансай, Чирчик, Шерабад.

Таблица 1

Table 1

Хлорорганические пестициды в воде рек Узбекистана в период 1990-2019 годы
Organochlorine pesticides in river water of Uzbekistan during 1990-2019 years

Река	1990-1994 гг.						2000-2004 гг.						2015-2019 гг.					
	Кол-во проб	Частота обнаружения, %			Кол-во проб	Частота обнаружения, %			Кол-во проб	Частота обнаружения, %			Кол-во проб	Частота обнаружения, %				
		α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДЕ		ДДД	ДДТ	α-ГХЦГ		γ-ГХЦГ	ДДЕ	ДДД		ДДТ	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДЕ	ДДД
Абджайсай	18	66,7	66,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Акларья	12	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Акташсай	24	20,8	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Аманкутансай	22	40,9	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Амударья	176	57,4	40,3	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ахангаран	158	38,6	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Геджиген	36	44,4	36,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дукангсай	36	33,3	22,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заминсу	28	14,3	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зарафшан	425	39,3	32,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Исфайрамсай	96	4,2	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Қарадарья	126	15,9	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Қаратағ	14	57,1	28,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Қашқадарья	40	75,0	42,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Қоқандсай	96	6,25	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Қызылча	24	8,3	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Маргилансай	144	2,8	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нарын	48	25,0	18,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Обизаранг	20	35,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Покем	4	25,0	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сангардақ	40	15,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сурхандарья	71	53,5	28,2	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сырдарья	235	62,1	36,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Танхыздарья	9	33,3	22,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Угам	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Халқалжар	6	50,0	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чимгансай	2	33,3	33,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чирчик	251	47,0	37,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шерабад	18	16,7	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: - означает, что изомеры ГХЦГ, ДДЕ и его метаболиты в пробах воды не обнаружены

Для исследования динамики загрязнения данные наблюдения были разделены на следующие три 5-летние периоды: 1990-1994 гг., 2000-2004гг. и 2015-2019гг. (Табл.1).

Анализ данных мониторинга показывает, что за выбранный период наблюдения изомеры ГХЦГ в 1990-1994гг. и 2000-2004гг. обнаруживались часто, но за последние 5 лет (2015-2019гг.) их остаточные количества обнаруживаются очень редко. В низовьях крупных рек, таких как Амударья, Сырдарья, Зарафшан, Кашкадарья, Сурхандарья, Ахангаран, Чирчик эти пестициды обнаруживались очень часто (табл.1).

ДДТ и его метаболиты в воде рек за рассматриваемый период наблюдений обнаруживались в единичных случаях в 1990-1994 гг., а в 2000-2004гг. и 2015-2019гг. не обнаруживались.

Концентрация изомеров ГХЦГ в воде за наблюдаемый период снижались существенно: для гексахлорана с 0,0-0,330 мкг/дм³ (1990-1994гг.) до 0,0-0,005 мкг/дм³ (2015-2019гг.), для линдана с 0,0-0,790 мкг/дм³ (1990-1994гг.) до 0,0-0,004 мкг/дм³ (2015-2019гг.) (Табл.2).

Таблица 2

Изомеры ГХЦГ в воде рек Узбекистана в период 1990-2019 годы

Table 2

HCH isomers in river water of Uzbekistan during 1990-2019 years

Показатель	Гексахлоран (α -ГХЦГ)			Линдан (γ -ГХЦГ)		
	1990-1994гг.	2000-2004гг.	2015-2019гг.	1990-1994гг.	2000-2004гг.	2015-2019гг.
Кол-во проб	2190	2897	3126	2190	2897	3126
Кол-во обнаружений	801	480	29	585	240	12
Средний % обнаружения	36,6	16,6	0,9	26,7	8,3	0,4
Пределы обнаружения, мкг/дм ³	0,0-0,330	0,0-0,190	0,0-0,005	0,0-0,790	0,0-0,084	0,0-0,004

Заключение. Данные мониторинга качества поверхностных вод Узбекистана в 1990-2019гг. показывают об уменьшении загрязнения воды рек стойкими хлорорганическими пестицидами (α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты). В пробах воды обнаруживаются незначительные концентрации изомеров ГХЦГ, а ДДТ и его метаболиты не обнаруживаются. Это связано с полным прекращением применения препаратов ГХЦГ и ДДТ в сельском хозяйстве Узбекистана.

Вклад авторов. **Б.Э. Нишонов:** Методология, анализ, проверка, написание текста, руководство. **И.Р. Разикова:** Сбор данных, обработка, анализ, написание текста, оформление. **Л.А. Саидмахмудова, М.Ш. Абдиева, С.Р. Исабеков:** Сбор данных, обработка, анализ. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Беспамятнов Г.П., Кротов Ю. А. ПДК химических веществ в окружающей среде. - М.: Химия, 1985. – 550 с.

Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 1990-2019 гг. Ташкент: Узгидромет.

Лунев М.И. Пестициды и охрана агрофитоценозов.- М.: Колос, 1992. – 269 с.

Охрана окружающей природной среды и использование природных ресурсов Республики Узбекистан. Доклад. – Ташкент: Укитувчи, 1993. - 90 с.

РД 52.24.66-88. Методические указания по определению содержания галогенорганических пестицидов и их метаболитов в поверхностных водах. Ростов-на-Дону, 1988. - 40 с.

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Женева: ЮНЕП, 2001. – 53 с.

Waddel T.E., Bower B.T. // J. Soil Water Conserv. 1988. V. 43. No.3. - P. 241.

ЎЗБЕКИСТОН ДАРЁЛАРИ СУВИНИНГ ТУРГУН ХЛОРОРГАНИК ПЕСТИЦИДЛАР БИЛАН ИФЛОСЛАНИШИ

Б.Э. НИШОНОВ¹, И.Р. РАЗИКОВА¹, Л.А. САИДМАХМУДОВА¹,
М.Ш. АБДИЕВА¹, С.Р. ИСАБЕКОВ¹

¹ Гидрометеорология илимий-тадқиқот институти, bnishonov@meteo.uz

Аннотация: Ўзбекистон қишлоқ хўжалигида 1960-1980-йилларда хлорорганик пестицидлар кенг миқёсда қўлланилган. Бу пестицидлар ва улар метаболитларининг қолдиқлари атроф муҳитда (атмосфера ҳавосида, сувда, тупроқда) юқори миқдорларда аниқланган. Мақолада Ўзбекистон дарёлари сувининг сўнги 30 йилда (1990-2019 йй.) турғун хлорорганик пестицидлар билан ифлосланганлиги ўрганилган. Дарёлар сувида сўнги 20 йилда ДДТ ва унинг метаболитлари учрамаётганлиги аниқланган. Дарёлар сувида 1990-йиллар бошларида рухсат этилган концентрацияга нисбатан юқори миқдорда кузатишган ГХЦГ изомерлари (гексахлоран ва линдан) сўнги йилларда кам аниқланмоқда.

Калит сўзлар: турғун хлорорганик пестицидлар, ДДТ, гексахлорциклогексан, линдан, дарёлар, сув, ифлосланиши.

RIVER WATER CONTAMINATION BY PERSISTENT ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN UZBEKISTAN

B.E. NISHONOV¹, I.R. RAZIKOVA¹, L.A. SAIDMAKHMUDOVA¹,
M.SH. ABDIYEVA¹, S.R. ISABEKOV¹

¹ Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@meteo.uz

Abstract: In 1960s-1980s, various organochlorine pesticides were widely used in agriculture in Uzbekistan. Residual amounts of these pesticides and their metabolites were found in large quantities in the environment (in atmospheric air, water, soil). In the article water pollution of Uzbekistan's rivers with persistent organochlorine pesticides over the past 30 years (1990-2019) has been studied. It was revealed that over the past 20 years, DDT and its metabolites are not found in river water. HCH isomers (hexachlorane and lindane), often found in the early 1990s at concentrations higher than MAC, have rarely been found in river water in recent years.

Key words: persistent organochlorine pesticides, DDT, hexachlorocyclohexane, lindane, rivers, water, contamination.

REFERENCES

Bespamyatnov G.P., Krotov Yu. A. PDK ximicheskix veshstv v okrujayushey srede [MAC of chemicals in the environment]. - M.: Ximiya, 1985. – 550 p. (in Russian)

Lunev M.I. Pestisidi i oxrana agrofitotsenozov [Pesticides and protection of agrophytocenoses]. - M.: Kolos, 1992. – 269 s. (in Russian)

Oxrana okrujayushey prirodnoy sredi i ispolzovaniye prirodnix resursov Respubliki Uzbekistan. Doklad. [Protection of the natural environment and use of the natural resources of the Republic of Uzbekistan. Report]. - Tashkent: Ukituvchi, 1993. - 90 s. (in Russian)

RD 52.24.66-88. Metodicheskiyi ukazaniya po opredeleniyu soderjaniya galogenorganicheskix pestisidov I ix metabolitov v poverxnostnix vodax [RD 52.24.66-88. Methodological guidelines for determining the content of organohalogen pesticides and their metabolites in surface waters]. Rostov-na-Donu, 1988. - 40 s. (in Russian)

Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Geneva: UNEP, 2001. – 53 p.

Waddel T.E., Bower B.T. // J. Soil Water Conserv. 1988. V. 43. No.3. - P.241.

Yejegodniki kachestva poverxnostnix vod na territorii deyatelnosti Uzgidrometa za 1990-2019 gg.
[Yearbooks of surface water quality in the territory of Uzgidromet activity for 1990-2019]. Tashkent:
Uzgidromet. (in Russian)