

УДК 543.27.76.

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В ВОДАХ РЕКИ ИЛИ

Канд. биол. наук Г.Д. Садыкова

Изучено содержание хлорорганических пестицидов в водах реки Или и донных отложениях. Показано, что донные отложения накапливают пестициды в больших количествах и могут являться источником вторичного загрязнения реки.

Пестициды являются одними из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Применение пестицидов позволило полностью предотвратить такие заболевания как тиф, малярия и способствовало увеличению производства пищевых продуктов. В настоящее время известно около 10000 пестицидов. Нестойкие пестициды остаются в окружающей среде от 1 до 12 недель, средней стойкости 1-18 месяцев, стойкие 2 года и более. Стойкие пестициды попадают в водную среду прямо и косвенно. Если пестициды достаточно сильно сорбированы на частицах почвы, то даже наиболее растворимые из них не выщелачиваются из почвы. Основное загрязнение поверхностных вод пестицидами происходит в процессе эрозии почв. Поскольку пестициды присутствуют в воздухе, то в результате атмосферных процессов они попадают в водную среду. Во время распыления пестициды могут быть унесены очень далеко от места применения. Такие частицы остаются в воздухе довольно долго. Пестициды попадают в воздух при испарении с обработанных поверхностей [1, 9].

В большинстве случаев пестициды это не разлагающиеся, долго живущие в природной среде яды с широким спектром действия. Они разрушают многие организмы, входящие в цикл питания, на стадии личинок, подавляют фотосинтез фитопланктона, вызывают уменьшение толщины яичной скорлупы у птиц. Из всех пестицидов наибольшую озабоченность вызывает 1,1,1-трихлор-2,2-бис (п-хлорфенил) этан (ДДТ), его период полураспада несколько лет, он устойчив к химическому разрушению и обнаружен на всех уровнях биосферы во всех частях света. В жировых тканях пингвинов в Антарктиде было обнаружено высокое содержание ДДТ. ДДТ концентрируется в цепочке питания – если содержание его в воде $5 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³, то в рыбе

2 мг/кг, а в тканях птиц питающихся рыбой 27 мг/кг. ДДТ может сохраняться и концентрироваться в жировых тканях организмов и поэтому представляет постоянную опасность. Результатом биологического усиления действия стойких пестицидов явилось снижение воспроизводства некоторых хищных птиц, таких как коричневый пеликан, бермудский буревестник, скопа, орел. Обнаружено, что для хищных водных птиц характерно самое высокое содержание пестицидов. Это привело к торможению деятельности жизненно важных ферментов, контролирующих обмен кальция в организме. В результате скорлупа яиц оказалась тонкой и слабой. Хотя влияние хлорорганических пестицидов на птиц является наиболее известным примером, обнаружено их действие и на другие организмы. Доказано, что многие виды рыб погибают в результате накопления пестицидов в организме [1, 9].

Хлорорганические соединения обычно сильно поглощаются частицами вещества и почвой, а в гидросфере - частицами органических и неорганических веществ и осадком. Продукты распада хлорорганических пестицидов, как в воде, так и в осадке похожи. Относительное содержание производных ДДТ - ДДД и ДДЭ зависит от свойств осадка. Содержание продуктов распада ДДТ изменяется в зависимости от глубины расположения осадка, причем, чем больше глубина, тем выше содержание ДДЭ. Нет большой разницы между ДДТ и его продуктами распада, так как все они достаточно устойчивы и имеют большое время «жизни» [1]. Гексахлорциклогексан - ГХЦГ применяются в основном в виде двух изомеров: гексахлорана - α -ГХЦГ и линдана - β -ГХЦГ [3]. ГХЦГ применяется в настоящее время в качестве протравителя семян и инсектицида фактически на всех сельскохозяйственных культурах, включая зерновые. ГХЦГ, также как и ДДТ, относится к очень устойчивым пестицидам, время его полураспада меньше чем у ДДТ, но также составляет несколько лет. ГХЦГ мало растворим в воде, но хорошо сорбируется почвами и взвешенными веществами воды. Поэтому осадки могут служить вместилищем этих соединений и местом концентрации большинства хлорорганических соединений [1]. ГХЦГ и ДДТ, по своим свойствам и экологической опасности, относятся к группе полихлорированных бифенилов, т.е. к группе приоритетных особо токсичных загрязнителей природной среды [9].

Река Или, будучи основным источником водных ресурсов уникального озера Балхаш, является одним из важнейших водотоков Казахстана. Дельта реки, расположенная в аридной зоне, имеет разнообразную флору и фауну.

Поэтому необходим мониторинг качества воды этой реки, особенно по таким опасным веществам, как хлорорганические пестициды. «Казгидромет» проводит многолетние наблюдения за содержанием пестицидов в водотоках и водоемах Казахстана. Особое внимание уделяется изучению хлорорганических пестицидов - ДДТ и ГХЦГ, а также их производных и изомеров.

С 1972 года применение ДДТ на территории СССР было запрещено, но из-за своей устойчивости этот пестицид и его производные обнаруживаются в объектах природной среды до настоящего времени. Интенсивно применяемый и в настоящее время акарицид кельтан (дигофол) по своей химической структуре очень близок к ДДТ и имеет аналогичные очень устойчивые производные - ДДД и ДДЭ. В предыдущие годы наблюдения за содержанием кельтана проводились в основном при мониторинге загрязнения почв.

Целью настоящей работы являлось изучение загрязнения хлорорганическими пестицидами реки Или. Ранее проводились наблюдения за загрязнением р. Или пестицидами - ДДТ и ГХЦГ и их производными. Пробы воды отбирались в пунктах контроля качества воды. Схема расположения постов контроля качества воды представлена на рис. 1.

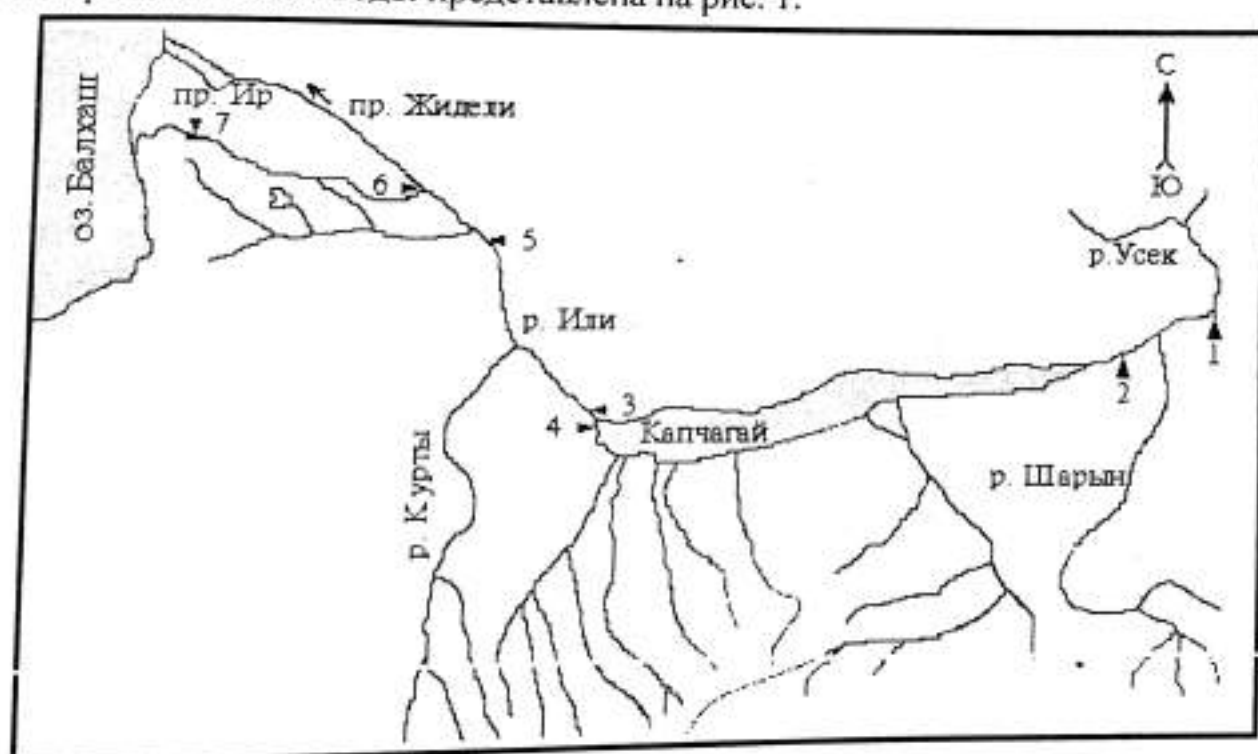


Рис. 1. Карта-схема расположения постов контроля качества воды на реке Или.

1. Дубуль - пограничный створ расположен в 14 км ниже впадения р. Усек, крупных источников загрязнения нет, расстояние от устья 695 км;
2. 164 км - створ расположен в 5,5 км от впадения р. Или в Капчагайское водохранилище, крупных источников загрязнения нет, расстояние от устья 614 км;

3. вх. Катчагай – створ расположен в 1,5 км от г. Катчагай, 2,8 км выше плотины водохранилища в районе организованного сброса сточных вод;
4. 37 км – створ расположен в 37 км ниже г. Катчагай, в 26 км ниже ГЭС, основной источник загрязнения Катчагайская ГЭС, расстояние от устья 434 км;
5. Ушжарма – створ расположен в 6 км ниже с. Ушжарма, в 26,3 км ниже сброса коллекторно-дренажных вод с Акдалинского сельхозмассива, расстояние от устья 264 км;
6. Пр. Жидели – створ расположен в 1 км ниже ответвления пр. Жидели, в 6 км ниже пос. Арал-Тобе, в 23,5 км ниже сброса коллекторно-дренажных вод Илийского Управление оросительных систем, расстояние от устья 228 км;
7. Совхоз Джидели – замыкающий створ реки, 0,5 км ниже совхоза Джидели, расстояние от устья 35 км.

Образцы проб воды и донных отложений отбирали по стандартным методикам [5, 6]. Анализ образцов воды и пробы на содержание пестицидов проводили методами высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе HP 1100 фирмы "Hewlett-Packard" [7]. В качестве стандартов использовали аттестованные смеси пестицидов (Свидетельство № 2001-100).

На рис. 2 представлены данные о максимальном загрязнении р. Или пестицидами с учетом расхода воды в пунктах наблюдения, концентрация пестицидов выражена в мкг/дм^3 , расход воды в $\text{м}^3/\text{с}$. Данные охватывают период максимальной антропогенной нагрузки на Или-Балхашский регион в 1986-1987 гг. [2]. По данным гистограммы очевидно, что во всех створах присутствовал ДДТ и его производные. Концентрация ДДТ уменьшалась с увеличением водности реки. Максимальные концентрации ГХЦГ наблюдались на пограничном с КНР створе пристань Дубунь (1). Далее по течению реки происходило уменьшение загрязнения, что можно объяснить разбавлением, осаждением и микробиологическим окислением. В створе Ушжарма (5) наблюдалось увеличение концентрации пестицидов, которое не зависело от расхода воды. В этом пункте происходило постоянное загрязнение ими воды р. Или, что говорит о загрязненности почв, с которых сбрасывались в реку коллекторно-дренажные воды.

Следовательно, из представленных данных можно сделать выводы о том, что несмотря на прошедший с момента запрета использования ДДТ период времени в 15 лет, почвы сельскохозяйственных массивов Или-

Балхашского региона оставались загрязненными. Довольно высокие концентрации хлорорганических пестицидов в воде поступали с территории КНР.

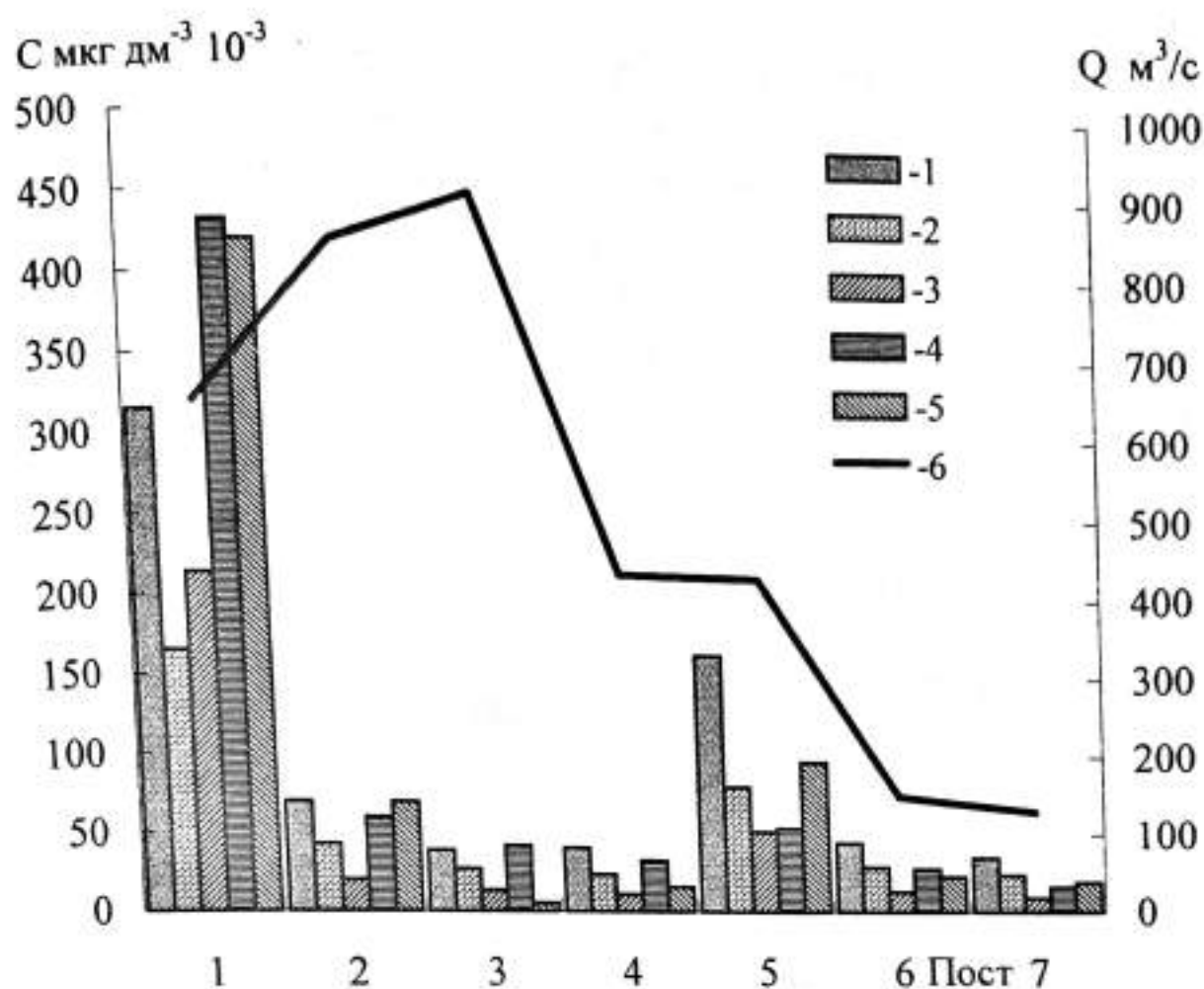


Рис. 2. Максимальное содержание хлорорганических пестицидов в водах р. Или за 1986-1987 гг.

1 — ДДТ; 2 — ДДД; 3 — ДДЭ; 4 — гексахлоран; 5 — линдан; 6 — расход воды.

В настоящее время в связи с многолетним запретом на использование ДДТ и применением других менее стойких пестицидов картина загрязнения р. Или изменилась. На рис. 3 представлены данные по содержанию пестицидов в воде реки Или летом 2001 г. Во всех наблюдаемых створах присутствует акарицид кельтан, по структуре подобный ДДТ и его производным. Загрязнение воды ГХЦГ наблюдается, начиная с Чингильдинского сельскохозяйственного массива, а именно в створах: водохранилище Капчагай (3) и Ушжарма (5). Общее загрязнение реки этими хлорорганическими пестицидами зависит от расхода воды. Минимальные концентрации наблюдаются в створе водохранилища Капчагай (3) максимальные — в створе Ушжарма (5). По нормативам качества для воды рыбохозяйственных водоемов пестициды кельтан и ГХЦГ должны отсутство-

вать, либо их концентрации не должны превышать $0,01 \text{ мкг/дм}^3$ [4, 8]. Очевидно, что загрязнение воды происходит за счет эрозии почв и сброса воды с сельскохозяйственных угодий в районах массивов орошаемых полей. Поскольку общая концентрация ГХЦГ во всех створах значительно ниже, чем было в 1986-1987 гг., можно предположить, что в настоящее время этот пестицид используется в значительно меньших количествах. Одной из причин уменьшения концентрации этих веществ является то, что в настоящее время на многих сельскохозяйственных массивах используются более эффективные и менее стойкие фосфорорганические пестициды. Кроме того, по сравнению с концом 80-х годов, значительно уменьшились посевные площади сельскохозяйственных культур. Положительным моментом является то, что в настоящее время в воде реки отсутствует ДДТ и его производные.

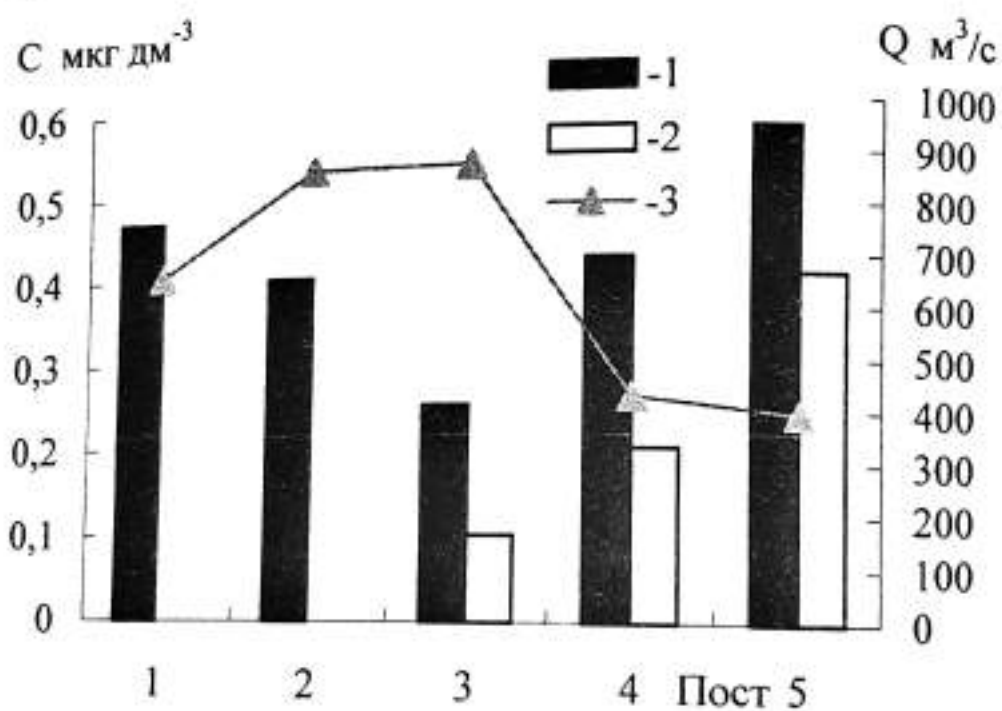


Рис. 3. Содержание пестицидов и расход воды в р. Или летом 2001 г.
1 - кельтан; 2 - ГХЦГ; 3 - расход воды.

Поскольку донные отложения могут сохранять и концентрировать хлорорганические пестициды, был проведен анализ донных отложений в створах многолетних наблюдений. На рис. 4 представлены данные по содержанию пестицидов в донных отложениях реки Или.

Донные отложения содержат очень высокие концентрации пестицидов, по сравнению с водой, что объясняется способностью микроорганизмов и донных отложений накапливать их. Поскольку во всех створах присутствует ГХЦГ, а в воде в этот период этот пестицид наблюдался не во всех створах, очевидно, что наличие этого пестицида в донных отложе-

ниях связано с предыдущим многолетним загрязнением воды р. Или. Максимальное количество ГХЦГ в донных отложениях характерно для пункта наблюдения Ушжарма (5), где этот пестицид присутствует в воде также в наибольших концентрациях. Концентрации кельтана в донных отложениях в 10 раз ниже, чем ГХЦГ, что говорит о его меньшей устойчивости, хотя в воде он наблюдался во всех створах.

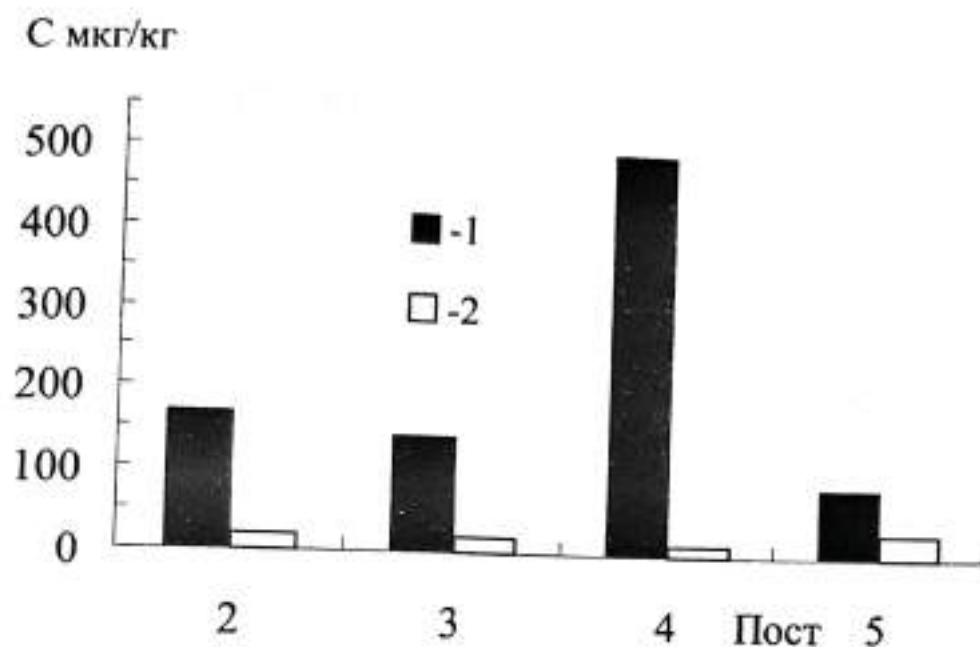


Рис. 4. Содержание пестицидов в донных отложениях р. Или летом 2001 г.
1 – кельтан; 2 – ГХЦГ.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

- С увеличением расхода воды в реке концентрация пестицидов уменьшается, происходит разбавление загрязнения.
- Загрязнение реки акарицидом кельтаном происходит на всем ее протяжении, уровень кельтана меняется за счет изменения расхода воды, (минимальное содержание при максимальном расходе).
- Загрязнение вод реки Или ГХЦГ характерно для створов, где есть сток с больших сельскохозяйственных массивов.
- Донные отложения накапливают пестициды и концентрации в них в 50 – 1000 раз выше, чем их содержание в воде. Поэтому они могут быть источником вторичного загрязнения реки.
- Общий уровень содержания хлорорганических пестицидов в настоящее время значительно ниже, чем в конце 80-х годов.
- В воде р. Или в настоящее время отсутствует ДДТ, что объясняется длительным запретом на его использование.

Таким образом, на основании представленных результатов можно констатировать факт присутствия хлорорганических пестицидов в воде реки

Или, хотя по нормативам это недопустимо. Учитывая то, что в дельте реки Или гнездится много птиц, основным питанием которых являются рыба и другие виды водных организмов, наличие хлорорганических пестицидов представляет большую угрозу для всей экосистемы Или-Балхашского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дж. О. М. Бокрис. Химия окружающей среды. – М.: Химия. – 1982. – С. 356 – 365.
 2. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории Казахской ССР за 1987 год. – Алма-Ата.: Казгидромет. – 1988. – С. 169 – 188.
 3. Н. Н. Мельников, К. В. Новожилова, С. Р. Белан, Т.Н. Пылова. Справочник по пестицидам. – М.: Химия. – 1985. – С. 146 - 147.
 4. РД 52.18.263-90. Организация и порядок проведения наблюдений за содержанием остаточных количеств пестицидов, регуляторов роста растений и основных токсичных продуктов их разложения в объектах природной среды. – М.: - 1990. – с. 8, 49 - 52.
 5. РД 52.24.71-88. Методические указания по определению содержания хлорорганических пестицидов и их метаболитов в донных отложениях. – Ростов-на-Дону.: Роскомгидромет СССР. – 1988. – с. 3 - 4.
 6. РД. 52.24.66-88. Методические указания по определению содержания галогенорганических пестицидов и их метаболитов в поверхностных водах. – Ростов-на-Дону.: 1988. – с. 5.
 7. Р. Сониясси, П. Сандра, К. Шлетт. Анализ воды: Органические микропримеси. Практическое руководство. – М.: «Хьюлетт-Паккард Гес. м. б. Х.». – 1994. – С. 118 - 128.
 8. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1982 – 1985 годы. – М.: - 1982. – с. 156 - 157.
 9. Chemical pollution: A global overview. - Geneva.: UNEP, 1992. – С. 10 - 12.
- Центр мониторинга загрязнения природной среды.

ХЛОРООРГАНИКАЛЫҚ ПЕСТИЦИД ИЛИ ӨЗЕН СУЫНДА ТАРАЛУЫ

Биол. ғылымд. канд. Г.Д. Садыкова

Иліөзеннің суында және су тунбасында хлорорганикалық пестицид таралуы зерттелген. Су тунбасы көп мөлшерде пестицид жинап, өзенді қайта ластау мүмкіндігі көрсемілген.