

УДК 543.27.76.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ ОЗЕРА БАЛХАШ

Канд. биол. наук Г.Д. Садыкова

Представлены данные по распределению хлорорганических и фосфорорганических пестицидов в воде озера Балхаш. Показано, что источниками загрязнения озера пестицидами являются реки, впадающие в озеро. Источником вторичного загрязнения воды пестицидом ДДТ являются донные отложения.

Озеро Балхаш является уникальным водоемом, расположенным в юго-восточной части Казахстана. Озеро состоит из соленой восточной и пресноводной западной частей, соединенных между собой узким проливом Узун-Арал. В озеро Балхаш впадает крупнейшая река региона Или. Основная часть используемых водных ресурсов бассейна озера приходится на сельское хозяйство. Водами реки Или орошаются крупные сельскохозяйственные массивы – Тасмурунский, Акдалинский и Чингельдинский. Часть воды сбрасывается с полей, засоляет и заболачивает прилегающие территории, загрязняет водные источники ядохимикатами, в том числе и пестицидами [1]. Одной из важных экологических проблем озера Балхаш является загрязнение его вод токсичными веществами, среди которых особую озабоченность вызывают пестициды.

Пестициды, токсичные вещества, применяемые для уничтожения вредных насекомых, протравливания семян, уничтожения сорняков, необходимы для сельскохозяйственного производства. Но широкое применение некоторых пестицидов привело к выработке сопротивляемости к ним вредителей. Некоторые из пестицидов, а именно хлорорганические являются генотоксичными веществами, которые оказывают канцерогенное и мутагенное воздействие и вызывают появление врожденных аномалий. Хлорорганические пестициды – ДДТ (1,1-Ди (4-хлорфенил) - 2,2,2-трихлорэтан) и его производные, кельтан (дикофол, хлорэтанол), гексахлоран (смесь изомеров гексахлорциклогексана, ГХЦГ), линдан (γ -изомер ГХЦГ) длительное время сохраняются в объектах окружающей среды. В виду высокой опасности для природной среды ДДТ был запрещен к применению с 1972 г. Длительное применение этих пестицидов привело к настолько сильному загряз-

нению природной среды, что хлорорганические соединения в низкой концентрации обычно присутствуют в крови и моче основных групп населения. Показатели этих величин таковы: концентрация линдана в крови - свыше 1 мг/л, ДДТ или ДДЭ - более 100 мг/л. [9]. Современные, но более токсичные фосфорорганические пестициды, в отличие от хлорорганических, гораздо менее стойки и довольно быстро разлагаются под воздействием физических и биологических факторов [2]. В последнее десятилетие на сельскохозяйственных полях и приусадебных участках стал широко применяться бромпроизводный пестицид – децис (дельтаметрин, суперметрин), имеющий очень высокую токсичность. Если ранее, до 1970 г установленные нормы расхода ДДТ были 0,5-2 кг/га, то для дециса 5-50 г/га, что говорит о высокой эффективности и токсичности последнего [3].

Потери пестицидов с обработанных полей вместе с почвой, водой и воздухом представляют потенциальный риск для окружающей среды и для здоровья людей. В сельскохозяйственных районах пестициды, применяемые при выращивании культурных растений, могут попадать в поверхностные воды через стоки дождевых вод и искусственные или природные каналы. При попадании в водоем стойкие пестициды способны накапливаться в донном осадке в довольно высоких концентрациях. В результате такого накопления может наблюдаться аноксия - высвобождение токсичных веществ из взвешенных частиц и донных осадков в реках и озерах. Поэтому содержание пестицидов в объектах окружающей среды строго нормируется. Согласно нормам качества воды для рыбохозяйственных водоемов наличие пестицидов – ГХЦГ, кельтана, бензофосфата (фозалон), метафоса (паратион-метил), дециса и ДДТ и его производных не допускается [8].

В РГП «Казгидромет» ведутся многолетние наблюдения за качеством воды поверхностных водоемов, в том числе и озера Балхаш. Целью настоящей работы являлось изучение распределения пестицидов, наиболее широко применяемых в сельском хозяйстве, в воде акватории озера.

Пробы воды и донных отложений отбирались по стандартным методикам [4,5]. Анализ проб воды и донных отложений на содержание пестицидов проводили высокoeffективной жидкостной хроматографией на хроматографе HP 1100 фирмы «Hewlett Packard» по стандартным методикам [7]. В работе были использованы аттестованные стандартные рапункты пестицидов [6].

Пробы воды отбирались в различных частях озера в пунктах многолетних наблюдений. Акваторию озера условно подразделили на три час-

ти – юго-западную (зона А), центральную (зона В) и восточную (зона С). Такое деление обуславливается различным уровнем содержания пестицидов в воде озера. На рис. 1 представлена карта-схема озера Балхаш с пунктами отбора воды.

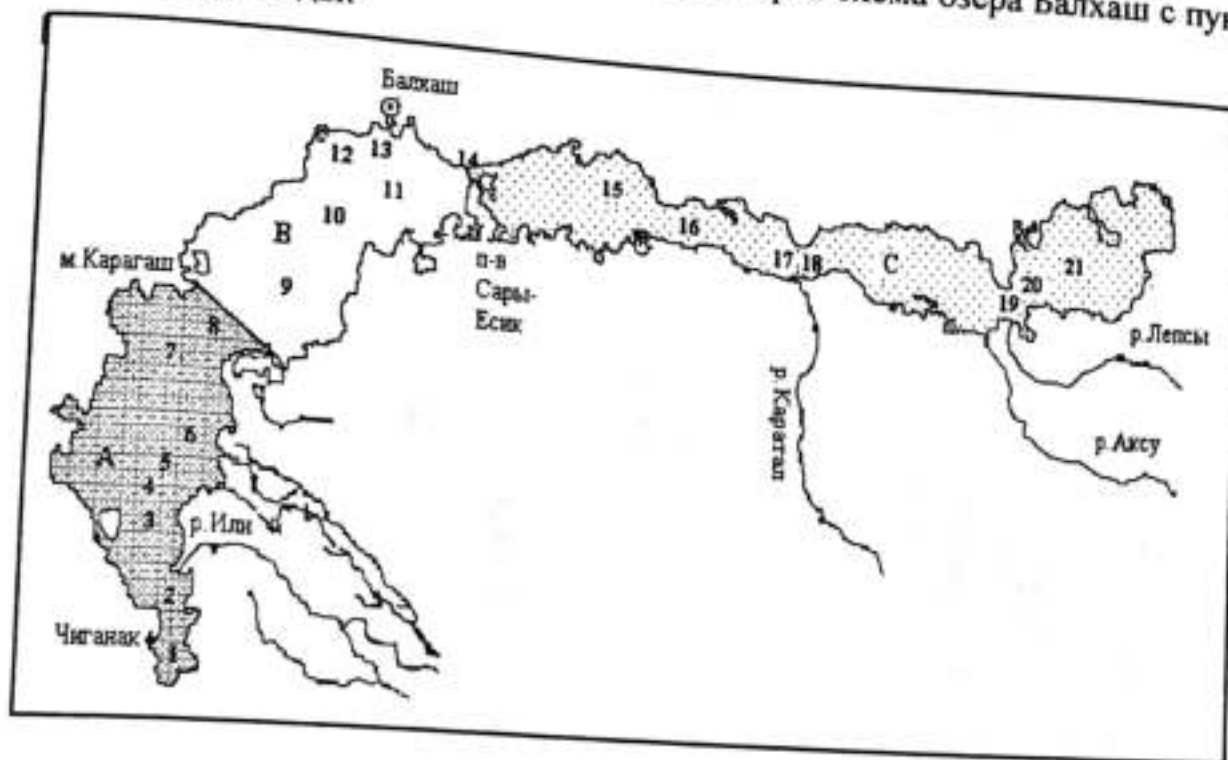


Рис. 1. Схема пунктов отбора проб воды на озере Балхаш.

Зона А – 1 - ОГП «Чиганак» 5,4 км от западного берега; 2 - 22 км от восточного берега от устья реки Или; 3 - 34 км к северо-востоку от железнодорожной станции Сарышаган; 4 - 67,5 км от южной оконечности острова Жамбар-Кунан; 5 - 18,5 км от южной оконечности острова Жамбар-Кунан; 6 - 5 км от южной оконечности острова Жамбар-Кунан; 7 - 28,5 км от мыса Карагаши; 8 - 15,5 км от мыса Карагаши.

Зона В – 9 - 20 км от северной оконечности острова Тасарал; 10 - 29,2 км от северной оконечности урочища Корс; 11 - г. Балхаш 20 км от северного берега; 12 - Залив Тарангалык 3,5 км от сброса сточных вод хвостохранилища; 13 - Бухта Бертыс 6,5 км от острова Зеленый.

Зона С – 14 - полуостров Сары-Есик 15 км от северного окончания; 15 - 25 км от северного берега острова Куржун; 16 - 4 км от южного берега острова Алгазы; 17 - 12 км от устья реки Каратал; 18 - 25 км от устья реки Каратал; 19 - 5,4 км от устья реки Лепсы; 20 - 12 км от устья реки Лепсы; 21 - ОГП «Карашиган» 20 км от южного берега.

На рис. 2 представлены данные о содержании пестицидов в воде южной части Балхаша – зоне А. Содержание пестицидов в воде по акватории озера сильно различается. В южной части – зона А, максимальное за-

Грязнение воды пестицидами наблюдалось в пункте 2 - устье реки Или. Содержание ДДТ и кельтана в этом пункте достигало 50 мкг/дм^3 , ДДЭ 28 мкг/дм^3 , дециса 59 мкг/дм^3 , в воде также присутствуют бензофосфат и метафос. Довольно высокое содержание дециса 41 мкг/дм^3 наблюдалось и южнее устья реки Или в пункте ОГП «Чиганак».

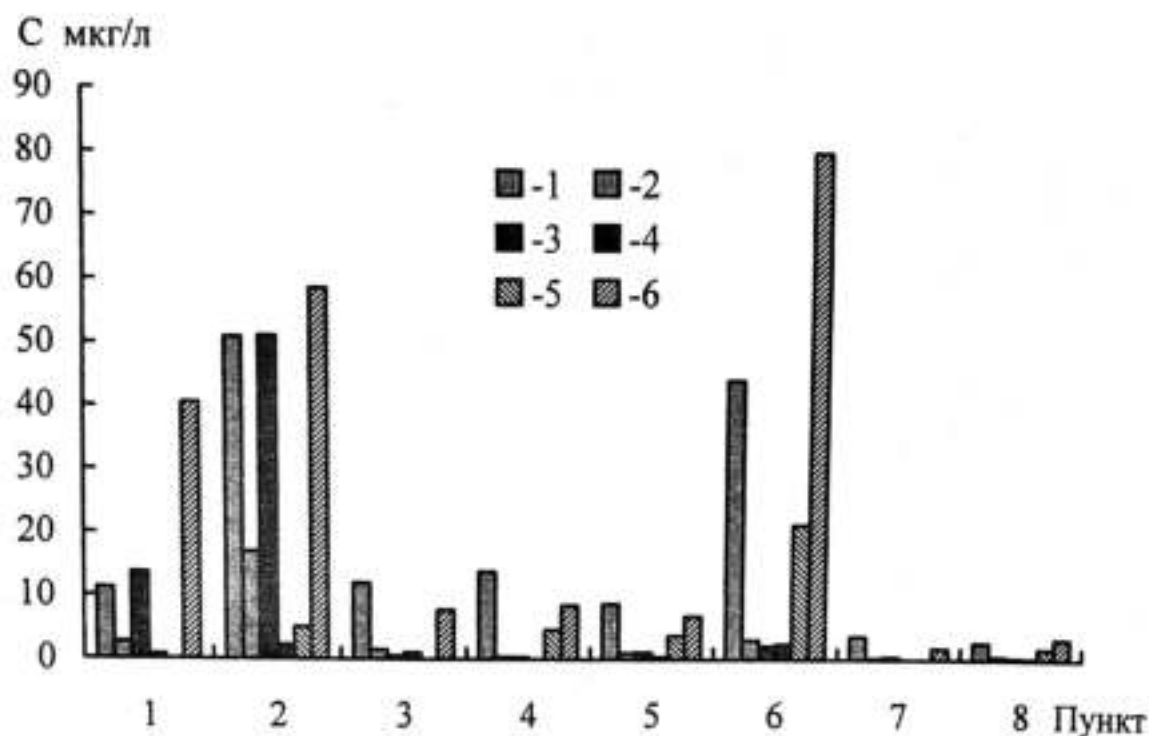


Рис. 2. Содержание пестицидов в южной части озера Балхаш.

1 – ДДТ, 2 – ДДЭ, 3 – кельтан, 4 – метафос, 5 – бензофосфат, 6 – дециса.

По мере продвижения к северу – пункты 3,4,5, содержание пестицидов в воде уменьшается, хотя концентрации ДДТ сохраняются на уровне десятков мкг/дм^3 . В пункте 6 в районе впадения в озеро Балхаш многочисленных протоков р. Или, также наблюдается резкое повышение концентрации ДДТ в воде. Хотя ДДТ запрещен к применению с 1972 года, присутствие его в воде объясняется высокой стойкостью и такое загрязнение можно назвать «историческим». Многолетнее применение ДДТ на полях сельскохозяйственных массивов по берегам р. Или, в 60-70-х годах, привело к загрязнению воды реки. ДДТ попадая в озеро вместе с водами реки накапливался в донных отложениях именно в районе устья и какая-то часть этого загрязнения распространялась по всей акватории озера. ДДТ способен десятки лет сохраняться в объектах природной среды и накапливаться в очень высоких концентрациях в донных отложениях, вызывая вторичное загрязнение водоема, что видимо в этом случае и наблюдается [2]. Кельтан, по структуре близкий к ДДТ, применяется в сельском производстве и в настоящее время,

поэтому его максимальное содержание наблюдается в пункте устья реки Или. Из фосфорорганических пестицидов, наиболее широко в настоящее время используются бензофосфат и метафос, чем объясняется их присутствие в пунктах впадения р. Или и ее протоков. Броморганический пестицид децис это наиболее широко применяемый пестицид в настоящее время, его активно используют против табачной тли на плантациях в Чиликской долине, против колорадского жука на Чингильдинском массиве, а также против вредителей риса, сахарной свеклы в Акдалинском и Тасмурунском массивах. Поэтому в пунктах впадения р. Или и ее протоков наблюдается очень высокие концентрации этого вещества.

Центральная часть озера Балхаш (зона В) загрязнена пестицидами, как хлорорганическими, так и фосфорорганическими, в значительно меньшей степени (см. рис. 3). Из всех исследованных проб воды наличие ДДТ обнаружено в пункте 9 – 20 км от северной оконечности острова Тасарал.

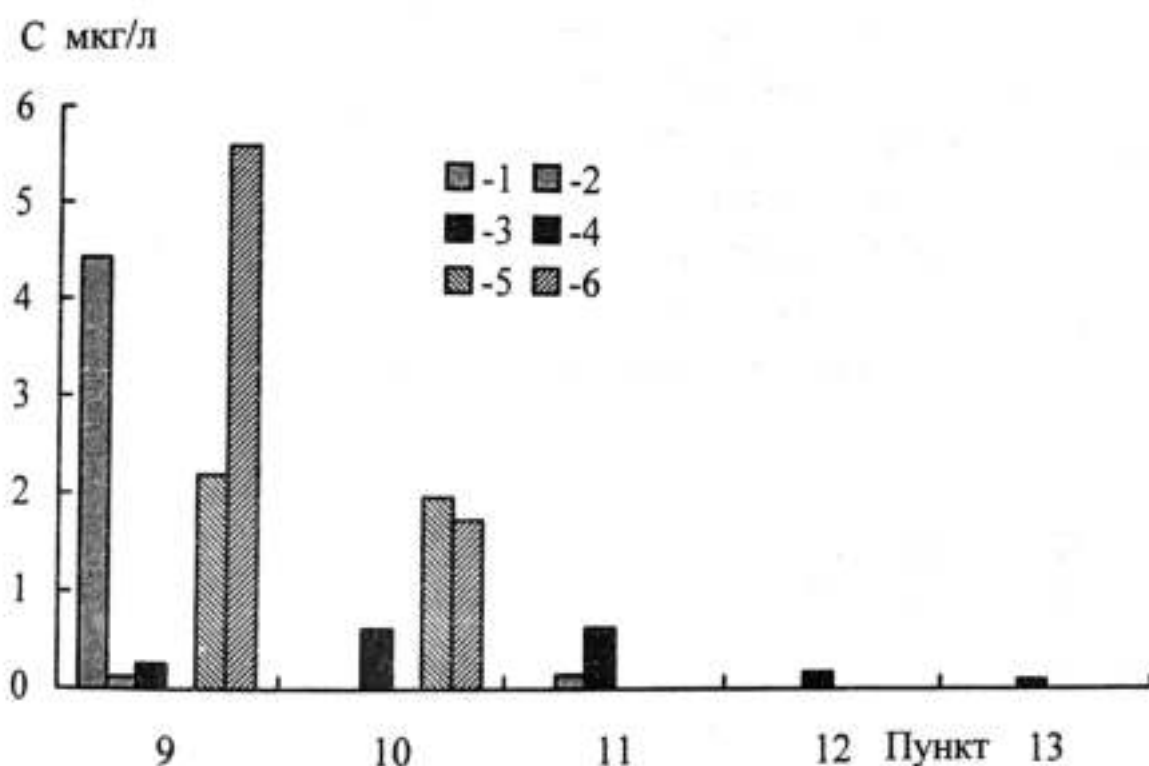


Рис. 3. Содержание пестицидов в центральной части озера Балхаш.

1 – ДДТ, 2 – ДДЭ, 3 – кельтан, 4 – метафос, 5 – бензофосфат, 6 – децис.

Этот пункт прилегает к южной части озера и концентрации ДДТ в воде примерно такие же, как и в пунктах 7 и 8 – 28,5 и 15,5 км от мыса Карагаш. В пункте 9 также обнаружено присутствие дециса и бензофосфата, в концентрациях 4 и 6 мкг/дм³ соответственно. Приблизительно такой же порядок концентраций пестицидов в воде наблюдался и в пунктах 7 и 8. При дальнейшем продвижении на северо-восток, концентрации пестицидов,

уменьшаются и в ряде пунктов – 12 и 13 эти вещества в воде обнаружены не были. В центральную часть озера не впадают реки, воды которых могут нести значительные количества пестицидов и поэтому в этой части озера нет накопления этих веществ донными отложениями. Небольшие концентрации пестицидов в воде обусловлены переносом из южной части озера.

В восточной части озера (зона С) содержание пестицидов в воде в некоторых пунктах увеличивается (см. рис. 4). Максимальное количество ДДТ и ДДЭ было обнаружено в пункте 14 - полуостров Сары-Есик 15 км от северного окончания, далее по мере продвижения на восток концентрация этого вещества уменьшается. Это район активного водообмена между пресноводной и соленой частью озера, поэтому донные отложения в этом районе могли накапливать большие концентрации загрязняющих веществ, в том числе и пестицидов. В этом пункте не обнаружен децис, что говорит о том, что загрязнение воды происходит из донных отложений, поскольку этот пестицид стал широко применяться в сельском хозяйстве последние 10 лет и видимо донные отложение не успели скопить его в количествах, достаточных для вторичного загрязнения воды. Отсутствие в воде метафоса (период распада до 3 месяцев) и низкие концентрации бензофосфата можно объяснить тем, что фосфорорганические пестициды не настолько устойчивы, как ДДТ и потому не могут продолжительное время пребывать в воде и накапливаться в донных отложениях в высоких концентрациях [2].

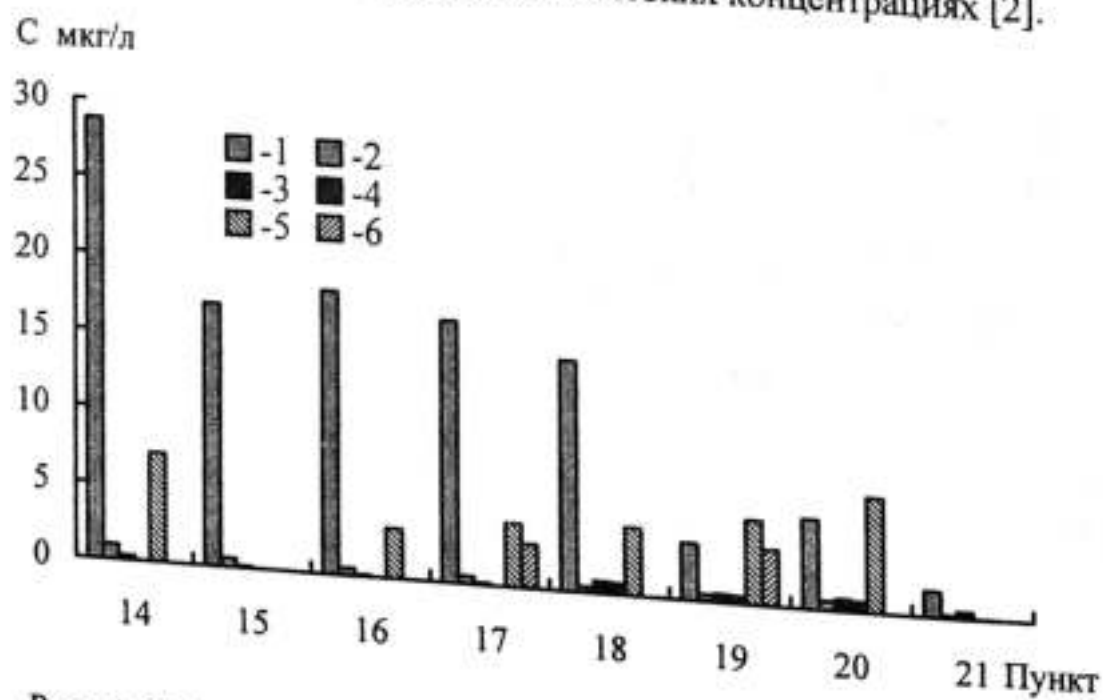


Рис. 4. Содержание пестицидов в восточной части озера Балхаш. 1 – ДДТ, 2 – ДДЭ, 3 – кельтан, 4 – метафос, 5 – бензофосфат, 6 – децис.

Присутствие фосфорорганических пестицидов в воде наблюдается в пунктах, впадения рек – Каратала (пункт 17, 18) и Лепсы (пункт 19, 20). В пункте 21 восточнее впадения этих рек наличие фосфорорганических пестицидов в воде не наблюдалось. Бензофосфат присутствует в небольших концентрациях в пределах 8 мкг/дм³ почти во всех пунктах. Метафос и децис были обнаружены в местах впадения рек в озеро, что говорит о переносе этих веществ с площадей водосбора рек в водоем.

Хлорорганический пестицид ГХЦГ, применяемый в сельском хозяйстве многие годы и до настоящего времени, присутствует почти во всех пробах воды озера в количествах от 25 до 50 мкг/дм³, причем значительных колебаний в концентрациях обнаружено не было. Возможно, это связано с высокой повсеместной загрязненностью донных отложений и подвижностью этого пестицида.

Оценивая загрязненность озера Балхаш пестицидами, можно сравнить средние значения данных о концентрации пестицидов в воде в различных зонах озера. Пробы отбирались на различных глубинах, всего в зоне А – южная часть было отобрано 15 проб воды, в зоне В – центральная часть 34 пробы, в зоне С восточная часть 35 проб. На рис. 5 представлены данные о среднем содержании пестицидов в воде различных зон озера, причем концентрации ГХЦГ уменьшили в 5 раз, а метафоса увеличили в 10 раз, для наглядности.

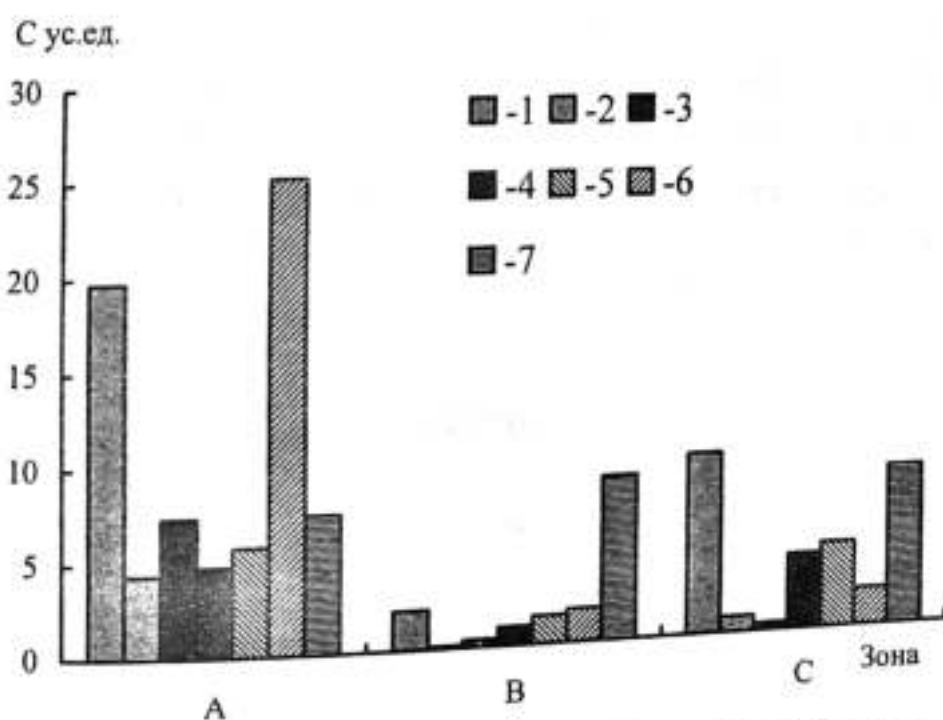


Рис. 5. Среднее содержание пестицидов в озере Балхаш. 1 – ДДТ, 2 – ДДЭ, 3 – кельтан, 4 – метафос, 5 – бензофосфат, 6 – децис, 7 – ГХЦГ.

Из представленных данных видно, что наиболее загрязненная часть озера юго-западная, содержание пестицидов в воде, за исключением ГХЦГ, намного выше, чем в центральной и восточной. Это объясняется тем, что качество воды этой части озера определяется рекой Или. Высокое содержание ДДТ и ДДЭ – результат вторичного загрязнения воды из донных отложений, которые длительный период накапливали эти пестициды. Широкое использование дециса на различных культурах, как наиболее современного и эффективного средства для борьбы с широким спектром сельскохозяйственных вредителей, привело к высокому загрязнению этим пестицидом южной части озера. Децис, будучи веществом в 40 раз токсичнее ДДТ, содержится в очень высоких концентрациях в местах впадения рек в озеро. Однозначных данных о поведении и устойчивости дециса в природной среде нет, поэтому трудно сказать будет ли он накапливаться подобно ДДТ или наличие его в воде - это результаты загрязнения воды последнего года.

Юго-западная часть озера, также загрязнена кельтаном, метафосом и бензофосфатом значительно сильнее, чем центральная и восточная. Река Или, будучи основным источником водных ресурсов озера, как и ранее, вносит большое количество пестицидов, загрязняя донные отложения этого водоема и далее вызывая вторичное загрязнение воды. Аналогичная картина, но в меньших масштабах, наблюдается и в восточной части озера, куда впадают реки Каратал и Лепсы. Центральная часть озера загрязнена пестицидами значительно меньше и это загрязнение, видимо, вызвано переносом водных масс в самом водоеме. Концентрации ГХЦГ на всей акватории озера меняются незначительно, возможно это связано со свойствами самого пестицида, который в меньшей степени сорбируется взвешенными частицами донных отложений и потому не локализуется в районе источника загрязнения.

Таким образом, из полученных данных можно сделать следующие выводы:

- Загрязнение воды юго-западной части озера определяется рекой Или.
- Наличие в воде озера пестицида ДДТ, является результатом «исторического» загрязнения. Вещество попадает в воду из донных отложений, то есть происходит вторичное загрязнение.
- Загрязнение воды фосфорорганическими пестицидами стали результатом их применения на площадях водосбора реки.
- Высокое содержание очень ядовитого броморганического пестицида дециса в воде – результат загрязнения последнего времени.

- Центральная часть озера наименее загрязнена пестицидами, что обусловлено движением водных масс, ввиду отсутствия крупных источников загрязнения.

- Восточная часть озера также загрязняется пестицидами из рек Каратал и Лепсы, хотя в гораздо меньших объемах, поскольку водность этих рек значительно меньше, чем у реки Или.

- Пестицид ДДТ и его производное ДДЭ еще долгие годы будет присутствовать в воде озера, донных отложениях и биоте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья / Под ред. И.И. Скоцеляса. - Сп-б.: Гидрометеиздат, 1995. - 269 с.
2. Дж. О. М. Бокрис. Химия окружающей среды. - М.: Химия. - 1982. - С. 356 - 365.
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. Свидетельство № 2001-100 на аттестованные смеси состава рапунктов. - Южно-Казахстанский филиал РГП «Казахстанский институт метрологии».
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 и болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1982-1985 годы. М. 1982, С 117-120.
9. Энциклопедии по профессиональной безопасности и здоровью. - Международная организация охраны труда. - 2000. - компакт диск, электронная версия.

БАЛХАШ КӨЛІНІҢ СУЫНДА ПЕСТИЦИДТЕР ТАРАЛУЫ

Биол. ғылымд. канд. Г.Д. Садыкова

Баяндамада Балхаш көлінің хлорорганикалық және фосфорорганикалық таралу мәліметтері берілген. Көлдің пестицидпен ластану себебі оған құйылатын өзендер екені көрсетілген. Судың ДЦТ пестицидімен қайта ластану себепкері жер болып шықты.