

УДК 628.394.17(262.54)

ЭКОЛОГИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

## ПЕСТИЦИДЫ СОВРЕМЕННЫХ КЛАССОВ В ВОДОЕМАХ ЮЖНОЙ РОССИИ

© 2018 г. В.А. Валиуллин, О.А. Зинчук, Ю.Э. Карпушина

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
Ростов-на-Дону, 344002  
E-mail: valiullinvasil@rambler.ru

Поступила в редакцию 25.12.2017 г.

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии исследовано содержание 14 наиболее используемых в сельском хозяйстве Южного федерального округа действующих веществ пестицидов современных классов в среде обитания (вода и донные отложения) гидробионтов. Данные вещества могут попадать в воду путем просачивания сквозь почву или переносом с воздушными массами и накапливаться в донных отложениях. Установлено, что уровень содержания действующих веществ пестицидов не превышает установленные предельно допустимые концентрации, однако находится близко к нему и влияет на формирование и развитие потомства промысловых видов рыб.

**Ключевые слова:** пестициды, пестицидное загрязнение, предельно допустимые концентрации, метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, действующие вещества.

### ВВЕДЕНИЕ

Все современные сельскохозяйственные предприятия не могут рассчитывать на стабильную прибыльную работу, если не обеспечат надежную и эффективную защиту возделываемых культур. В настоящее время этого добиваются в основном использованием химических препаратов, что создает угрозу попадания этих веществ в поверхностные и грунтовые воды, а также в водные экосистемы.

Являясь токсичными веществами, пестициды представляют определенную опасность для гидробионтов всех уровней организации, в том числе и для рыб (Врочинский, 1975; Лукьяненко, 1983). Обладая биологической активностью, пестициды могут долго циркулировать в водной среде, накапливаясь в разных звеньях экосистемы (Ракитский, 1997; Семенов и др., 2000) и воздействовать не только на биообъекты-мишени (сорные растения, насекомые, грибы и др.), но и на другие организмы, вызывая различные

патологические изменения как у отдельных гидробионтов, так и у целых сообществ.

Сельскохозяйственная деятельность в Южном федеральном округе достаточно интенсивна, что не может не сказаться на состоянии водных экосистем. Поскольку пестициды современных классов не являются природными объектами, естественные природные механизмы нейтрализации вредного воздействия не могут эффективно справляться с антропогенным прессингом. На данном этапе работ рассматривается состояние водной экосистемы в 2016 г. Предполагается, что в зимний и весенний периоды в воде, донных отложениях и тканях рыб возможно обнаружение действующих веществ (ДВ) сельскохозяйственных препаратов, использованных в предыдущем году и обладающих периодом полураспада, превышающим 6–9 месяцев, а в летний и осенний периоды — пестицидных загрязнений текущего года.

Цель исследования — определение содержания 14 ДВ пестицидов в водоемах

**Таблица 1.** Краткая характеристика исследованных пестицидов

Действующее вещество	Химический класс	Направленность действия	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
Дифлуфеникан	Производное никотиновой кислоты	Гербицид	0,1000
Имазетапир	Производное бензимидазола	То же	0,4000
Имидаклоприд	То же	Инсектицид	0,1000
Ипродион	Дикарбоксамид	Фунгицид	0,1250
Метрибузин	1,2,4–Триазинон	Гербицид	0,5000
Пенцикурон	Производное мочевины	Фунгицид	0,0100
Фамоксадон	Оксазолидиндион	То же	0,0500
Фенмедифам	Карбаматы	Гербицид	0,0001
Флубендиамид	Фталамиды	Инсектоакарицид	0,1000
Флумиоксазин	Производное фталимида и бензоксазина	Гербицид	0,0400
Флуфенацет	Оксиацетамид	То же	0,5000
Хизалофоп-П-этил	Производное арилоксипропионовой кислоты и хиноксалина	>>	0,0010
Ципросульфамид	Производное метоксибензамида	Антидот	0,0100
Этофумезат	Производное фурана	Гербицид	0,0070

**Примечание.** ПДК — предельно допустимая концентрация.

Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев, Республик Адыгея, Калмыкия, Карачаево-Черкесской. Краткая характеристика исследованных веществ приведена в табл. 1.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для исследования уровня накопления пестицидов в среде обитания гидробионтов производили отбор проб воды и донных отложений. Выбор расположения станций отбора проб совпадал с районами вылова рыб и коррелировал с гидрологическими особенностями водоемов (перенос, распределение и вынос загрязняющих веществ). Как правило, пробы отбирали вблизи впадения рек или мест возможных активных турбулентных процессов, приводящих к усиленному оседанию и фильтрации веществ в донных отложениях (районы интенсивного выхода водных потоков и районы наносных кос).

Отбор проб воды производился в соответствии с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» (Методические указания зам. главного госсанврача СССР № 2051–79 от 21.08.79) в поверхностном горизонте до 50 см. Пробы воды отбирали стеклянным батометром в стеклянные бутылки темного стекла вместимостью 1 дм<sup>3</sup> с герметичными пробками. Батометр и бутылки предварительно ополаскивали отбираемой водой. Пробы воды хранили до осуществления химического анализа в темном прохладном месте (4–10°C) не более 10 суток.

Отбор проб донных отложений производили в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05 и ГОСТ Р 51592. Пробы отбирали штанговым дночерпателем с глубины 50–80 см. Для анализа брали верхний слой, отобранную пробу помещали в стеклянную емкость с гер-

метичной крышкой. Хранили пробы донных отложений при температуре не выше  $-18^{\circ}\text{C}$  в морозильной камере бытового холодильника не более 2 недель.

Экстрагирование веществ из образцов воды и донных отложений проводили согласно принятым методикам (Другов, Родин, 2002). Экстрагирование действующих веществ пестицидов из образцов воды и донных отложений производилось дихлорметаном с последующим осушением безводным сульфатом натрия и очисткой экстрактов с использованием патронов для твердофазной экстракции (при необходимости).

Полученные экстракты исследовали на жидкостном хроматографе («Applied Biosystems», США) с ультрафиолетовым детектором, снабженным дегазатором и термостатом колонки. Колонка Reprosil-PUR ODS (размер — 4150 мм, зернение — 5 мкм) («Элсико», Россия); рабочая длина волны — 230 нм; термостатирование —  $40^{\circ}\text{C}$ ; подвижная фаза: ацетонитрил — 0,01 М ортофосфорная кислота (% в соотношении 60:40 по объему) в изократическом режиме; скорость потока 0,4 мл/мин; объем вводимого в хроматограф экстракта пробы — 10 мкл. Идентификацию ДВ пестицидов проводили по времени удерживания, а количественное определение — методом абсолютной калибровки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В воде и донных отложениях водохранилищ Манычского каскада в течение 2016 г. обнаруживались все исследуемые ДВ пестицидов, однако частота их обнаружения имела разный характер. Имзетапир, имидаклоприд, метрибузин, флумиоксазин и ципросульфамид обнаруживались повсеместно в течение года, тогда как дифлуфеникан, пенцикурон и ипродион — в единичных случаях. Присутствие остальных шести ДВ в различных водоемах неоднородно. Так, например, фенмедифам в Веселовском водохранилище обнаружен только в донных отложениях, в Пролетарском и Усть-Манычском — и в

воде, и в донных отложениях, а в Бараниковском не обнаруживался вообще. Наиболее полная картина пестицидного загрязнения представлена в табл. 2. По сравнению с 2015 г. средние концентрации индивидуальных ДВ пестицидов в воде и донных отложениях водохранилищ Манычского каскада в зимний и весенний периоды увеличились, в некоторых случаях весьма значительно. Однако в отличие от предыдущего года, когда скачок концентраций произошел осенью, к концу 2016 г. содержание ДВ сильно упало и частота встречаемости большинства ДВ тоже уменьшилась. Также следует отметить, что колебания концентраций в разных точках отбора были минимальны, тогда как в 2015 г. разница минимальных и максимальных величин была значительна.

На всех участках отбора проб, кроме Веселовского, в течение 2016 г. наблюдалась сходная картина. Максимум суммарного содержания ДВ был в весенний период, тогда как в 2015 г. он пришелся на осень. Суммарная концентрация весной 2015 и 2016 гг. совпадает по значению, тогда как осенью 2016 г. эта величина оказалась в почти 20 раз ниже аналогичного периода предыдущего года. Это может быть связано с уменьшением количества поступающих в водоемы пестицидов.

Для оценки опасности комбинированного воздействия химических агентов, в том числе и пестицидов, обладающих аддитивным эффектом, применили формулу Аверьянова (Кустов и др., 1975):

$$C_{\text{общ}} = \sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где  $C_{\text{общ}}$  — суммарная относительная токсичность образца,  $C_i$  — обнаруженная концентрация токсиканта,  $\text{ПДК}_i$  — значение ПДК для данного вещества. Среда считается не токсичной, если  $C_{\text{общ}} < 1$ . Следует указать, что данный показатель отражает степень негативного влияния комплексного загрязнения для всей водной экосистемы.

Суммарная токсичность исследуемых ДВ пестицидов, рассчитанная по Аверьяно-

**Таблица 2.** Содержание действующих веществ пестицидов в воде (В, мкг/дм<sup>3</sup>) и донных отложениях (ДО, мг/кг) Веселовского и Пролетарского водохранилищ в 2016 г.

Действующее вещество	Зима	Весна		Лето		Осень	
	В	В	ДО	В	ДО	В	ДО
Веселовское водохранилище							
Имазетапир	2,956	2,430	0,363	1,411	0,123	0,400	0,087
Имидаклоприд	3,619	3,810	1,198	1,180	0,020	1,008	—
Метрибузин	1,760	2,210	0,511	0,994	0,019	0,013	0,020
Фамоксадон	0,051	0,061	—	—	—	—	—
Фенмедифам	—	—	4,873	—	2,310	—	1,910
Флубендиамид	—	0,190	—	—	0,321	—	0,117
Флумиоксазин	0,033	0,051	0,055	—	0,009	—	—
Флуфенацет	—	—	0,971	—	0,391	—	—
Ципросульфамид	0,041	0,061	0,130	0,056	—	—	—
Этофумезат	—	—	0,871	—	0,329	—	0,090
Пролетарское водохранилище							
Имазетапир	2,244	4,976	—	2,130	—	1,130	—
Имидаклоприд	4,053	—	5,647	—	3,124	—	2,206
Ипродион	—	0,439	—	0,016	—	—	—
Метрибузин	0,041	—	2,231	—	0,560	—	0,075
Фенмедифам	—	0,072	6,087	0,026	2,740	—	0,960
Флумиоксазин	0,040	—	0,203	—	0,110	—	—
Флуфенацет	—	0,887	—	0,060	—	—	—
Хизалофоп—П—этил	1,200	—	3,536	—	1,320	—	0,220
Ципросульфамид	1,634	2,521	1,688	0,320	0,106	0,295	0,050
Этофумезат	—	—	0,210	—	0,087	—	0,007

**Примечание.** Здесь и в табл. 3—8: содержание действующих веществ пестицидов в донных отложениях зимой не изучали.

ву, в весенний сезон 2016 г. не поднималась выше 0,7, а в остальные сезоны была в основном ниже 0,1, тогда как весной 2015 г. этот показатель был выше 0,8 и в течение года не опустился ниже 0,15. Это также может быть связано с уменьшением пестицидного загрязнения данных водоемов.

В реках Дон и Сал в 2016 г. были обнаружены ДВ пестицидов 12 наименований (полностью отсутствовали флубендиамид и хизалофоп-П-этил). Результаты исследований приведены в табл. 3. В воде и донных отложениях обоих водоемов чаще всего

встречались имидаклоприд, метрибузин, ципросульфамид и флумиоксазин. Остальные вещества встречались достаточно редко, в основном в единичных случаях (дифлуфеникан, ипродион, фамоксадон): либо только в воде (метрибузин), либо только в донных отложениях (фенмедифам, этофумезат). Концентрации обнаруженных ДВ пестицидов находились примерно на уровне зафиксированных в воде и донных отложениях водохранилищ Манычского каскада. Суммарные концентрации ДВ пестицидов в реках Дон и Сал приблизительно равны таковым в Ма-

**Таблица 3.** Содержание действующих веществ пестицидов в воде (В, мкг/дм<sup>3</sup>) и донных отложениях (ДО, мг/кг) рек Дон и Сал в 2016 г.

Действующее вещество	Зима	Весна		Лето		Осень	
	В	В	ДО	В	ДО	В	ДО
р. Дон							
Имазетапир	1,362	—	0,451	—	0,112	—	—
Имидаклоприд	6,221	8,315	0,051	2,485	0,006	0,211	—
Метрибузин	0,018	2,415	1,049	2,013	0,907	0,965	0,103
Пенцикурон	—	0,076	—	0,052	—	—	—
Фенмедифам	—	—	0,070	—	0,044	—	—
Флумиоксазин	0,019	0,107	—	—	—	—	—
Ципросульфамид	0,066	2,706	0,018	1,350	0,009	0,227	—
р. Сал							
Имазетапир	0,952	0,813	0,317	0,505	0,080	—	—
Имидаклоприд	3,130	6,036	0,191	5,190	0,145	3,310	0,080
Метрибузин	—	—	2,187	—	1,980	—	0,020
Фенмедифам	—	0,099	0,015	—	0,008	—	—
Ципросульфамид	0,008	0,410	0,117	—	0,012	0,009	—
Этофумезат	—	—	—	0,122	—	—	0,009

ныче. Однако если в р. Дон эти величины приблизительно совпадают, то в р. Сал они значительно ниже. Рассчитанная по формуле Аверьянова суммарная токсичность обнаруженных ДВ в течение года достигла всего лишь 0,38 в весенний сезон и в целом была ниже, чем в водохранилищах Маньчского каскада.

Исследование содержания ДВ пестицидов в водоемах Карачаево-Черкесской республики и Республики Адыгея в 2016 г. показали отсутствие сразу всех 14 веществ в одном водоеме одновременно. Наиболее часто обнаруживали имазетапир, имидаклоприд, флубендиамид, флумиоксазин, метрибузин, а дифлуфеникан и этофумезат встречали в единичных пробах. Из трех водохранилищ (Кубанское, Краснодарское и Тахтамукайское) наивысший уровень загрязнения обнаружен в Краснодарском (табл. 4).

В целом обнаруженные ДВ имели концентрации ниже, чем в описанных выше водоемах, и встречались в основном в донных отложениях весной и летом. Зимой и

осенью обнаруживались следовые количества пестицидов. Суммарное содержание исследуемых ДВ пестицидов в воде за весь год не превысило 8 мкг/дм<sup>3</sup> в Краснодарском водохранилище весной, а в остальных водоемах оно было около 2 мкг/дм<sup>3</sup>, что является довольно низким показателем. Суммарная токсичность не превысила 0,13.

В воде и донных отложениях лиманов Краснодарского края в 2016 г. наиболее часто встречались имазетапир, имидаклоприд, и метрибузин, реже — ципросульфамид, фенмедифам, хизалофоп-П-этил. Частота встречаемости пестицидов во всех водоемах данной группы приблизительно одинакова. Наиболее загрязненными водоемами можно считать Ахтанизовский (зимой) и Куликово-Курчанские (весной) лиманы (табл. 5). Суммарное содержание ДВ пестицидов в воде лиманов Краснодарского края в 2016 г. сходно с водохранилищами Маньчского каскада, кроме Ахтанизовского и Ордынского, которые схожи с Веселовским. Хотя значения суммарных концентраций несколько

**Таблица 4.** Содержание действующих веществ пестицидов в воде (В, мкг/дм<sup>3</sup>) и донных отложениях (ДО, мг/кг) Краснодарского водохранилища в 2016 г.

Действующее вещество	Зима	Весна		Лето	
	В	В	ДО	В	ДО
Имазетапир	1,150	3,210	0,204	1,150	0,053
Имидаклоприд	2,423	3,296	0,026	1,035	0,018
Метрибузин	—	0,736	1,759	—	0,027
Пенцикурон	—	—	3,311	—	1,200
Фенмедифам	—	—	0,119	—	0,004
Флубендиамид	—	—	1,343	—	0,011
Хизалофоп—П—этил	—	—	0,233	—	0,122
Ципросульфамид	—	0,112	0,059	—	—

**Таблица 5.** Содержание действующих веществ пестицидов в воде (В, мкг/дм<sup>3</sup>) и донных отложениях (ДО, мг/кг) Ахтанизовского и Куликово-Курчанских лиманов в 2016 г.

Действующее вещество	Зима	Весна		Лето		Осень	
	В	В	ДО	В	ДО	В	ДО
Ахтанизовский лиман							
Имазетапир	1,120	1,292	0,237	0,323	0,022	0,094	0,032
Имидаклоприд	—	5,730	2,496	2,226	0,684	1,322	0,406
Ипродион	—	—	1,746	—	1,024	—	—
Метрибузин	0,156	0,457	0,317	0,149	0,020	0,016	0,135
Фенмедифам	—	0,152	0,117	—	—	—	—
Флумиоксазин	—	—	0,009	—	0,003	—	—
Хизалофоп—П—этил	—	0,222	0,026	—	—	—	—
Куликово-Курчанские лиманы							
Имазетапир	1,130	9,403	2,041	3,480	0,989	1,340	0,706
Имидаклоприд	—	4,650	2,677	1,327	0,744	1,018	0,621
Метрибузин	0,214	4,588	0,006	3,445	—	1,150	0,026
Фенмедифам	—	0,028	0,128	—	—	—	—
Флубендиамид	—	—	0,363	—	0,002	—	—
Ципросульфамид	—	0,593	0,024	0,020	—	—	—
Этофумезат	—	—	0,166	—	0,045	—	—

выше, чем в Манычских водохранилищах, концентрации индивидуальных ДВ в лиманах Краснодарского края ниже. Рассчитанная суммарная токсичность также несколько выше, однако ни в одном сезоне она не достигала 1, что позволяет считать среду нетоксичной по сумме этих ДВ.

В отличие от вышеописанных водоемов в воде и донных отложениях водохранилищ Краснодарского края в 2016 г. наблюдалась более разнородная картина. Часто встречающиеся компоненты метрибузин, имазетапир и имидаклоприд присутствовали в отдельных пробах. Обнаружение остальных

**Таблица 6.** Содержание действующих веществ пестицидов в воде (В, в мкг/дм<sup>3</sup>) и донных отложениях (ДО, в мг/кг) озера Маныч в 2016 г.

Действующее вещество	Зима	Весна		Лето		Осень	
	В	В	ДО	В	ДО	В	ДО
Имазетапир	2,710	5,075	0,075	5,075	0,075	1,245	0,031
Метрибузин	0,138	2,199	1,102	1,215	0,065	0,831	0,054
Фенмедифам	—	4,368	1,056	2,088	—	—	—
Флумиоксазин	—	1,650	—	0,990	—	—	—
Ципросульфамид	—	2,680	0,680	1,030	0,614	0,044	0,210
Этофумезат	—	0,134	0,118	0,221	—	—	—

ных ДВ не носило системного характера, набор и концентрация пестицидов индивидуальны для каждого объекта. Концентрации исследованных пестицидов соответствуют общей картине региона. Наиболее точно годовые тенденции могут быть показаны на примере оз. Маныч (табл. 6).

Суммарное содержание ДВ пестицидов в водоемах данного региона сходно с показателями проб из Манычских водохранилищ — тот же весенний максимум, кроме Варнавинского, где максимум пришелся на зиму, и одинаковый порядок величин. Рассчитанная суммарная токсичность исследуемых ДВ не превышала 0,4, что позволяет считать среду нетоксичной по данным показателям.

Поскольку случаев превышения ПДК не было зафиксировано ни в одной пробе и рассчитанная суммарная токсичность не превысила 1, можно считать исследованные водоемы региона относительно безопасными, однако увеличение концентраций индивидуальных ДВ пестицидов является угрозой для жизнедеятельности гидробионтов.

В течение 2016 г. также проводили исследования содержания пестицидов современных классов в воде и донных отложениях прибрежных зон Азовского и Черного морей. Пробы воды и донных отложений получены от подразделений ФГБНУ «АзНИИРХ» с 22 станций прибрежной зоны Азовского и Черного морей.

В 2016 г. в воде Азовского моря идентифицировано 14 исследуемых ДВ пе-

стицидов (дифлуфеникан и пенцикурон — в единичных случаях). В сравнительном аспекте последних двух лет наблюдались снижение концентраций индивидуальных веществ и частота их встречаемости весной и зимой. В донных отложениях практически не наблюдали отличий от 2015 г., однако пик содержания пестицидов сместился с летнего периода на весенний. Результаты представлены в табл. 7.

Средние концентрации ДВ пестицидов в воде Черного моря в целом сопоставимы с таковыми Азовского моря, но полученные результаты констатируют меньшие значения выявленных веществ (табл. 8). Пик загрязнения приходится также на весенний период с последующим спадом к осени. Изменение суммарного содержания ДВ пестицидов в воде Азовского и Черного морей носит такой же характер, как и в пресноводных водоемах: максимум в весенний период и спад — к осени. По сравнению с прошлым годом суммарная концентрация ДВ немного снизилась, а суммарная токсичность не поднималась выше 0,3.

Поскольку случаев превышения ПДК не было зафиксировано ни в одной пробе и рассчитанная суммарная токсичность не превысила 1, можно считать прибрежные воды Азовского и Черного морей относительно безопасными, однако нахождение ДВ пестицидов и их накопление в различных уровнях экосистемы представляет угрозу для жизнедеятельности гидробионтов.

**Таблица 7.** Средние концентрации действующих веществ пестицидов в воде (В, мкг/дм<sup>3</sup>) и донных отложениях (ДО, мкг/кг) Азовского моря в 2016 г.

Действующее вещество	Зима	Весна		Лето		Осень	
	В	В	ДО	В	ДО	В	ДО
Дифлуфеникан	—	0,298	0,005	—	—	—	—
Имазетапир	3,341	2,081	0,098	1,305	0,068	1,112	0,039
Имидаклоприд	5,411	5,180	0,085	2,040	0,032	1,306	0,011
Ипродион	—	0,103	0,024	—	—	—	—
Метрибузин	2,702	1,370	0,110	1,107	0,054	0,983	0,006
Пенцикурон	—	—	0,028	—	—	—	—
Фамоксадон	0,029	0,158	0,011	—	—	—	—
Фенмедифам	0,004	0,395	0,038	0,020	0,016	—	—
Флубендиамид	—	0,551	0,143	—	—	—	—
Флумиоксазин	0,008	0,043	0,013	0,038	0,0015	0,043	—
Флуфенацет	—	0,018	0,139	0,005	—	—	—
Хизалофоп—П—этил	—	0,445	0,069	0,308	0,056	0,230	0,058
Ципросульфамид	0,207	1,313	0,196	0,978	0,103	0,684	0,560
Этофумезат	0,079	0,362	0,176	0,102	0,098	0,113	0,007

**Таблица 8.** Средние концентрации действующих веществ пестицидов в воде Черного моря в 2016 г., мкг/дм<sup>3</sup>

Действующее вещество	Зима	Весна	Лето	Осень
Дифлуфеникан	—	0,004	—	—
Имазетапир	3,298	1,863	0,910	0,708
Имидаклоприд	3,882	3,966	1,230	1,011
Ипродион	—	0,012	—	—
Метрибузин	1,022	1,960	1,060	1,020
Пенцикурон	—	0,292	—	—
Фамоксадон	0,030	0,026	—	—
Фенмедифам	—	0,096	0,090	0,101
Флубендиамид	—	0,203	—	—
Флумиоксазин	0,008	0,039	0,009	—
Флуфенацет	—	0,021	—	—
Хизалофоп—П—этил	0,051	0,186	0,107	0,066
Ципросульфамид	0,426	0,387	0,221	0,105
Этофумезат	—	0,064	0,020	—

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что в воде и донных отложениях Азово-Черноморского бассейна повсеместно регистрируются действующие вещества

современных классов пестицидов. При этом спектр обнаруженных в донных отложениях пестицидов отличается от спектра веществ, обнаруженных в воде этих же районов.

Методами химического анализа выявлено, что в воде и донных отложениях экоси-

стем региона обнаруживаются в концентрациях, не превышающих ПДК, следующие ДВ пестицидов: дифлуфеникан, имазетапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин, пенцикурон, фамоксадон, флубендиамид, флумиоксазин, ципросульфамид, хизалофоп-П-этил, этофумезат.

В 2016 г. отмечено возрастание общей массы исследуемых ДВ пестицидов от зимнего сезона к весеннему с последующим падением общей массы в осенний сезон. В целом суммарное количество и рассчитанная суммарная токсичность исследуемых ДВ снизились по сравнению с 2015 г. Хотя частота обнаружения многих пестицидов увеличилась, некоторые вещества практически не встречались в среде обитания гидробионтов.

Анализ токсикологического состояния некоторых видов рыб позволяет сделать заключение о том, что современный уровень пестицидного загрязнения водной экосистемы региона не оказывает выраженного негативного воздействия на рыб, однако физиологическое состояние исследованных особей находится на границе нормы. Все это указывает на хронический характер загрязнения экосистемы региона пестицидами. Их обнаружение в тканях рыб является сигналом для продолжения мониторинга воды и донных отложений, чтобы выявить отрицательные влияния этих веществ на водные экосистемы региона.

Основываясь на предварительной оценке полученных данных, можно заключить, что опасность токсического пестицид-

ного воздействия в исследованных водоемах невысока, однако их присутствие носит, по-видимому, хронический характер. Факты обнаружения пестицидов в компонентах экосистемы говорят о том, что существует хоть и потенциальная, но вполне реальная угроза пестицидного загрязнения водоема.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Врочинский К.К. Гидробионты как индикаторы содержания пестицидов в воде // Проблемы водной токсикологии. Петрозаводск: ПГУ, 1975. 199 с.

Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе. СПб.: Анатолия, 2002. 755 с.

Кустов В.В., Тиунов Л.А., Васильев Г.А. Комбинированное действие промышленных ядов. М.: Медицина, 1975. 255 с.

Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 319 с.

Ракитский В.Н. Проблема оценки потенциальной и реальной опасности в санитарной токсикологии и гигиене // Сб. науч. трудов. Уфа: БашГУ, 1997. С. 12–14.

Семенов А.Д., Коротков Л.И., Сапожникова Е.В., Коропенко Е.О. Современное состояние пестицидного загрязнения водных объектов Азовского бассейна // Сб. науч. тр. АзНИИРХ. Ростов н/Д: РГУ; БКИ, 2000. С. 301–306.

## ACTIVE SUBSTANCES OF MODERN CLASSES PESTICIDES IN RESERVOIRS IN THE SOUTHERN RUSSIA

© 2018 y. V.A. Valiullin, O.A. Zinchuk, Yu.E. Karpushina

*Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, 344002*

The content of 14 active ingredients (AI) of modern classes pesticides in habitat (water and bottom sediments) of hydrobionts, most used in agriculture of the Southern Federal District, was studied. These substances can enter the water by percolating through the soil or carrying it with air masses and accumulating in bottom sediments. It has been find that the level of AI content of pesticides does not exceed the established maximum permissible concentration, but is on the verge of influence on the formation and development of progeny of commercial fish species.

*Keywords:* pesticides, pesticide pollution, HPLC, active ingredients.