

УДК [504.4.054 + 504.74054]: 632.95 (262.54)

ПУТИ И МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ АЗОВСКОГО БАССЕЙНА

© 2013 г. О. А. Зинчук, И. Л. Левина

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

Поступила в редакцию 14.10.2013 г.

Описана динамика развития эколого-токсикологических исследований пестицидного воздействия на гидробионты и водные акватории Азовского бассейна, проводимых сотрудниками отдела рыбохозяйственной токсикологии на протяжении 40 лет. Показано, что приоритеты, направления и задачи научных исследований видоизменялись и совершенствовались в соответствии с развитием рынка новых пестицидных препаратов.

Ключевые слова: пестициды, гидробионты, токсичность, мониторинг, биохимические процессы, тератогенность.

В связи с возникшими проблемами загрязнения водных экосистем Азовского бассейна в 1972 г. в АзНИИРХ была организована лаборатория водной токсикологии под руководством к.м.н. В. А. Прокопенко, которая заняла активную позицию по защите рыбохозяйственных водосмов от пестицидов и других загрязняющих веществ различной химической природы. Задачи, поставленные перед лабораторией, были связаны с изучением воздействия приоритетных загрязняющих веществ на гидробионты, а также с разработкой критериев и методов оценки их токсичности. Одной из главных задач стала регламентация поступающих в водоемы пестицидов на основе установления предельно допустимых концентраций (ПДК) для воды рыбохозяйственных водосмов. Поставленные задачи определили и научные направления, которые успешно развивались в лаборатории: изучение механизмов воздействия ксенобиотиков на экосистему водоемов; разработка методов экспресс-диагностики и проведение экспертных оценок в случаях массовой гибели рыб. Разрабатывались нормативы содержания пестицидов и их метаболитов для морских и пресноводных водоемов; проводилось нормирование биопрепаратов, применяемых для обработки пойменных лесов.

Об эффективности работы лаборатории говорит тот факт, что были утверждены «Методические указания по разработке ПДК пестицидов в воде рыбохозяйственных водоемов» (1979). Основные положения этой работы вошли во все последующие выпускаемые на территории Российской Федерации методические пособия по установлению ПДК загрязняющих веществ для воды рыбохозяйственных водоемов и используются до настоящего времени (Методические рекомендации ..., 1998).

На базе действующей лаборатории в 1985 г. был организован отдел рыбохозяйственной токсикологии под руководством д.б.н. С. И. Гвозденко. В него вошли три лаборатории: регламентации пестицидов, водной токсикологии, разработки ориентировочных безопасных уровней воздействия и токсикометрии. Развивая класси-

ческие направления рыбохозяйственной токсикологии, в отделе особое внимание уделяли разработке методических рекомендаций. Было исследовано токсическое воздействие трех классов пестицидов (хлорорганических, фосфорорганических и пиретроидов) на промысловых рыб Азовского бассейна (лещ, карп, судак), изучена интенсивность свободнорадикальных процессов, структурно-функциональное состояние биомембран и активность антиоксидантных ферментов в различных тканях рыб. Разработаны основы диагностики хлор-, фосфорорганической и пиретроидной интоксикации ихтиофауны (Кесельман и др., 1997). Приоритеты, направления и задачи научных исследований трех лабораторий отдела рыбохозяйственной токсикологии, который с 2006 г. возглавляет к.б.н. О. А. Зинчук, видоизменялись и расширялись вместе с развитием рынка новых пестицидных препаратов.

На рубеже XX-XXI вв. появились гербициды, инсектициды и фунгициды новых поколений с принципиально новыми механизмами действия. К пестицидам XXI столетия относят сульфонилмочевинные препараты и гетероциклические соединения разных химических классов (Белап, 2003; Захаренко, 2008).

С началом использования пестицидов новых поколений в сельскохозяйственном производстве Ростовской области возникла проблема оценки загрязнения этими веществами компонентов экосистемы Азовского моря. Стало необходимым установить степень их токсичности для гидробионтов различных трофических уровней.

Эти проблемы в настоящее время успешно решаются сотрудниками отдела. Ведутся два направления исследований – мониторинговые и экспериментальные.

Целью мониторинговых исследований, возглавляемых к.х.н. В. А. Валушиным, является изучение уровня накопления современных пестицидов в среде обитания (вода и донные отложения) и промысловых рыбах (бычок-кругляк, шенгас, судак, тарань) Азово-Черноморского бассейна. При осуществлении поставленной цели решаются несколько задач. Проводится определение спектра новых пестицидов и их количества в водных объектах; оценивается содержание действующих веществ в тканях производителей промысловых рыб, анализируется их сезонная динамика. Параллельно проводится оценка состояния рыб по морфологическим и физиолого-биохимическим показателям.

Целью прикладных экспериментальных исследований, возглавляемых к.б.н. И. Л. Левиной, является оценка потенциальной опасности и токсичности пестицидов новых поколений для промысловых объектов и кормовых организмов с определением наиболее приоритетных по токсикологическим свойствам пестицидов, для которых необходимо проведение систематических мониторинговых наблюдений в воде водных объектов Азовского бассейна.

Для осуществления данной функции в условиях лабораторных экспериментальных исследований ежегодно проводится изучение физиологических, биохимических, адаптивных и патологических процессов у наиболее чувствительных видов водных сообществ при интоксикации пестицидами новых поколений, относящихся к различным химическим классам.

В результате проводимых исследований решаются следующие задачи:

– определение степени токсичности современных пестицидов для гидробионтов разных трофических уровней (зоопланктон, зообентос, рыбы на различных стадиях онтогенеза – эмбрионы, личинки, сеголетки и взрослые);

– изучение действия пестицидов на физиологические показатели жизнедеятельности гидробионтов (выживаемость, численность, репродуктивная функция);

– исследование молекулярных механизмов действия пестицидов по изменению биохимических показателей (интенсивность перекисного окисления липидов, состояние систем антиоксидантной защиты, I и II фаз детоксикации) гидробионтов;

– изучение влияния пестицидов на эмбриональное и раннее постэмбриональное развитие рыб с оценкой тератогенного действия.

За последнее десятилетие (с 2003 по 2013 гг.) сотрудниками отдела рыбохозяйственной токсикологии исследована токсичность, физиологические и биохимические механизмы действия на гидробионтов новых классов пестицидов – производных арилоксифепоксипропионовых кислот и имидазолипроновых гербицидов; инсектицидов классов фенилпиразолы и неоникотиноиды; триазоловых, имидазоловых, стробилуриновых, карбоксамидных фунгицидов. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что ряд новых химических классов пестицидов являются для рыб разных стадий онтогенеза и кормовых гидробионтов особо- либо высокотоксичными (Левина и др., 2007; Федорова и др., 2011). Разработаны теоретические основы и практические аспекты современной диагностики пестицидной интоксикации водных организмов.

В лабораторных условиях исследовано аддитивное и синергическое действие ряда пестицидов, обнаруживаемых в водоемах Азовского бассейна, на представителей фито- и зоопланктона, зообентоса, осетровых, бычковых, карповых рыб. Показано, что смеси пестицидов оказывали негативное действие на ряд звеньев трофической цепи в концентрациях ниже нормативов ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов.

Мониторинговые исследования водоемов Азовского бассейна показали, что, несмотря на сравнительно короткий период применения, пестициды современных химических классов становятся характерным видом загрязнения рыбохозяйственных водоемов. В воде, донных отложениях и тканях промысловых рыб ежегодно обнаруживаются дифлуфеникан, имазалил, имазетапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин, пенцикурон, тебуконазол, тиаметоксам, фамоксадол, флумиоксазин, хизалофоп-П-этил, ципросульфамид, этофумезат. Незначительный уровень кумуляции пестицидов пока не оказывает существенного влияния на функциональное состояние рыб. Однако сам факт накопления в организме рыб пестицидов новых поколений свидетельствует о наличии потенциальной угрозы для экосистемы рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна.

Подводя некоторые итоги работы отдела рыбохозяйственной токсикологии, следует сказать, что за время существования этого подразделения разработано около 500 ПДК и 90 ориентировочных безопасных уровней воздействия различных средств защиты растений для воды рыбохозяйственных водоемов. Уточнен перечень ПДК пестицидов, разрешенных к применению в народном хозяйстве, и опубликован в Государственном каталоге Госхимкомиссии МСХ РФ. Проведена научная токсиколого-рыбохозяйственная экспертиза около 700 пестицидов.

В последние годы на основе материалов экспериментальных исследований действия более 100 пестицидов на гидробионтов разработаны прогностические модели токсичности. Математические модели разрабатывались на основании установленных достоверных корреляционно-регрессионных зависимостей между токсикометрическими параметрами пестицидов для эмбрионов, предличинок осетровых рыб и зоопланктонных организмов, найденных экспериментальным путем и с помощью физико-химических констант (величины октанол-вода - $\lg K_{ow}$) их действующих веществ (Щербакова, Жердев, 2011). Разработана классификация пестицидов по степени тератогенной активности для осетровых рыб в период раннего онтогенеза на основе величины зоны специфического действия (Z_{sp}), определяющей меру тератогенности пестицидов. За эту работу сотрудниками отдела получен патент на изобретение (Левина и др., 2012).

За 40 лет работы подразделения рыбохозяйственной токсикологии накоплен огромный научный материал, по результатам исследований были успешно защищены 3 докторских, 10 кандидатских диссертаций, опубликованы 3 монографии, более 10 методических разработок, сотни научных статей. Можно с уверенностью сказать, что коллектив токсикологов готов и далее продолжать свои научные исследования на высоком уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белан С.Р. Новые достижения в химии фунгицидов // *Агрохимия*. 2003. № 11. С. 27–32.
- Захаренко В.А. Пестициды в аграрном секторе России конца XX – начала XXI века // Там же. 2008. № 11. С. 86–96.
- Кесельман М.Л., Милутина Н.П., Кузнецова Л.Я., Ракитский В.Н. Свободнорадикальные процессы в механизме действия и диагностике пестицидной интоксикации ихтиофауны. Ростов-на-Дону: Гефест, 1997. 119 с.
- Левина И.Л., Москвичев Д.В., Зинчук О.А. Экологические аспекты токсичности азоловых пестицидов для гидробионтов. Ростов-на-Дону: Медиа-полис, 2007. 203 с.
- Левина И.Л., Щербакова И.И., Полунин А.Я. Способы оценки токсического действия пестицидов на водные объекты: Патент № 2446396. 2012.
- Методические указания по разработке предельно допустимых концентраций (ПДК) пестицидов в воде рыбохозяйственных водоемов, Ростов-на-Дону: Изд-во им. М.И. Калинина, 1979. 24 с.
- Методические рекомендации по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1998. 147 с.
- Федорова Е.А., Левина И.Л., Зинчук О.А. Сравнительная оценка токсичности фунгицидов новых поколений для дафний // *Науч. журн. КубГАУ*. 2011. № 4 (10). 8 с. (<http://ejkubagro.ru/2011/10/pdf/50.pdf>)
- Щербакова И.И., Жердев Н.А. Предварительная оценка токсичности пестицидов // Матер. конф. «Современные проблемы водной токсикологии», Петрозаводск, 2011. С. 99–102.

**WAYS AND METHODS OF DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL AND
TOXICOLOGICAL STUDIES ON THE PESTICIDE POLLUTION
OF WATERBODIES IN THE AZOV SEA BASIN**

© 2013 y. O.A. Zinchuk, I.L. Levina

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

During forty years the researchers of Fishery Toxicology Department have studied pesticides effects on hydrobionts and water bodies in the Azov Sea basin. The dynamics of the development of our ecological and toxicological investigations is discussed. The priorities, trends and goals of scientific studies have been changed and updated in accordance with the market development of new pesticide preparations.

Keywords: pesticides, hydrobionts, toxicity, monitoring, biochemical processes, teratogenicity.