

Таким образом, влияние пиразоловых пестицидов на активность ферментов АХЭ и  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-АТФазы}$  мозга рыб отличалось по интенсивности и направленности токсического воздействия. Акарицид Ортус 50 г/л, СК (д.в. Фенпироксимат), который относится к классу особотоксичных пестицидов для рыб, проявлял нервно-паралитическое действие, приводил к угнетению активностей АХЭ и  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-АТФазы}$  мозга рыб, нарушая тем самым функциональное состояние нервной системы и осмотическую регуляцию у рыб. Пиразоловый гербицид Бутисан С 500 г/л, КС (д.в. Метазаклор), обладающий меньшей степенью токсичности (среднетоксичный для рыб), увеличивал активность АХЭ и  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-АТФазы}$ , что, очевидно, является защитной реакцией организма рыб на действие токсиканта.

### **Оценка чувствительности зоопланктонных организмов к действию стробилуриновых фунгицидов**

*Н.А. Жердев, Е.С. Власенко, И.Л. Левина, О.А. Зинчук*

Стробилурины являются новым IV поколением фунгицидов, которые начали использоваться в сельскохозяйственном производстве в XXI веке. Их поведение в водных экосистемах и степень токсического воздействия на гидробионтов не изучены.

Зоопланктонное сообщество - один из важнейших компонентов водных экосистем и является индикатором их состояния, что определяется функцией зоопланктона - фильтрация взвеси и ее трансформация (Лисицын, 2004). По численности в пресноводных водоемах преобладают ветвистоусые ракообразные, которые активно участвуют в процессах естественного самоочищения водоемов (Андроников, 1966). Высокая фильтрационная активность зоопланктонных организмов делает их наиболее уязвимой группой в составе водного сообщества при пестицидной интоксикации. Поэтому изучение влияния стробилуринов на физиологические процессы жизнедеятельности зоопланктонных организмов является необходимым условием обоснования безвредных уровней их содержания в воде рыбохозяйственных водоемов.

В связи с вышесказанным, целью нашей работы явилось установление порога чувствительности ветвистоусых ракообразных дафний (*Daphnia magna* Straus) к действию 2-х стробилуриновых фунгицидов, являющихся техническими продуктами (действующие вещества) – Трифлуксистробина и Пиракlostробина на основе изучения физиологических показателей

жизнедеятельности в остром и хроническом экспериментах.

При изучении выживаемости дафний в токсических средах определены токсикометрические параметры стробилуринов в остром и хроническом экспериментах, представленные в таблице 1. Рассчитанные среднелетальные концентрации острых опытов позволили определить, что оба фунгицида относятся к группе особо токсичных пестицидов для дафний ( $LK_{50} < 0,5$  мг/л). Дафнии были более чувствительны к действию Трифлуксистробина, токсикометрические параметры которого в несколько раз ниже, чем Пиракlostробина, как в остром, так и в хроническом экспериментах.

Таблица 1

Токсикометрические параметры стробилуринов для дафний в остром и хроническом экспериментах (мг/л)

Экспозиция опыта, сутки	Пестицид	
	Трифлуксистробин	Пиракlostробин
4	$LK_0 = 0,00016$ $LK_{16} = 0,00055$ $LK_{50} = 0,00093$ $LK_{84} = 0,00419$ $LK_{100} = 0,00805$	$LK_0 = 0,04$ $LK_{16} = 0,08$ $LK_{50} = 0,16$ $LK_{84} = 0,32$ $LK_{100} = 0,52$
30	$LK_0 = 0,00002$ $LK_{16} = 0,00004$ $LK_{50} = 0,00008$ $LK_{84} = 0,00015$ $LK_{100} = 0,00040$	$LK_0 = 0,0075$ $LK_{16} = 0,0156$ $LK_{50} = 0,0323$ $LK_{84} = 0,0669$ $LK_{100} = 0,1385$

Дафнии являются организмами с коротким биологическим циклом развития, что дало возможность определить воздействие различных концентраций стробилуринов на ряд поколений в течение 30-ти суток и определить накопление их отрицательного влияния в трех генерациях рачков. При 30-ти суточном воздействии стробилуринов на дафний помимо выживаемости исследовались физиологические показатели жизнедеятельности зоопланктонных организмов: скорость полового созревания, плодовитость, численность, биомасса и возрастной состав популяции. Диапазон концентраций Трифлуксистробина составил 0,00001-0,00050 мг/л, Пиракlostробина - 0,005-0,160 мг/л.

Общее количество народившейся жизнеспособной молодежи от одной самки отражает величину реальной плодовитости дафний. Эта величина,

в конечном итоге, определяет сохранность вида и играет решающую роль при оценке токсичности (Иванова, 1979). Результаты исследования реальной плодовитости дафний при воздействии фунгицидов представлены на рисунках 1, 2.

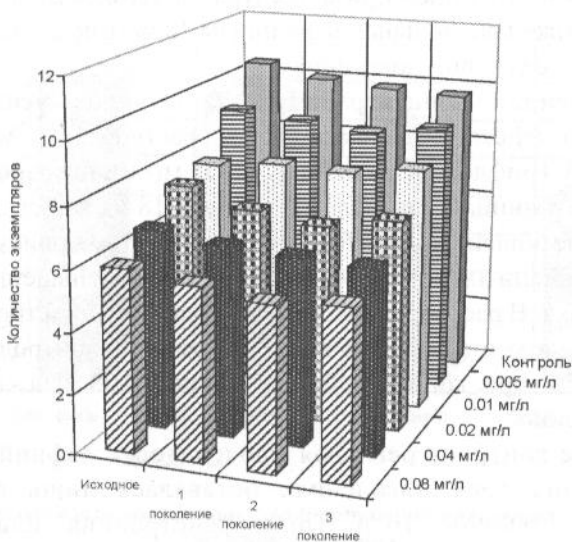


Рис. 1. Реальная плодовитость дафний при воздействии Пираклостробина

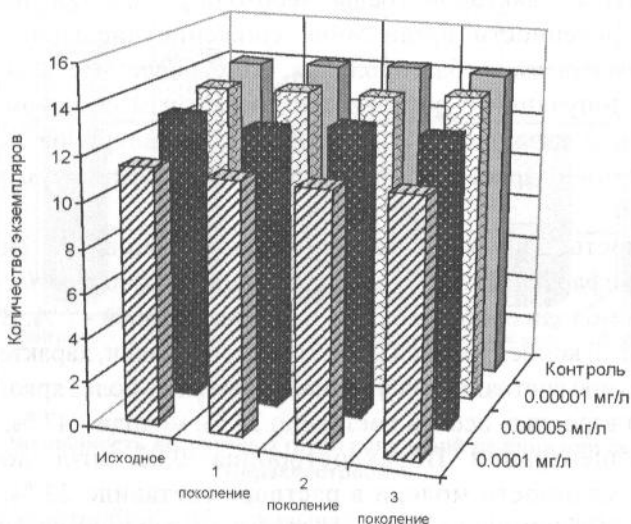


Рис. 2. Реальная плодовитость дафний при действии Трифлостробиона

В экспериментах с Трифлуксистробином, начиная с концентрации 0,00005 мг/л, наблюдалось снижение плодовитости рачков. В исходном поколении снижение этого показателя у зоопланктеров относительно контроля составило 8 %, в первом - 11 %, во втором и третьем - 9 %. В опытах с Пиракlostробином при концентрации его 0,02 мг/л плодовитость дафний была ниже контрольных значений на 28 % - в исходном поколении, 29-30 % - в последующих поколениях.

С увеличением концентраций стробилуринов усиливалось их негативное воздействие на дафний. В растворах с максимальной концентрацией Трифлуксистробина - 0,0001 мг/л в исходном поколении зоопланктеров разница с контролем составила 18 %, в последующих - 20-21 %. Снижение общей плодовитости рачков при этом происходило за счет увеличения времени их созревания с 7 до 8 суток и уменьшения количества пометов - с 6 до 5. В растворах с концентрацией Пиракlostробина 0,04 мг/л разница в плодовитости рачков в опыте и рачков в контроле составляла от 33 % до 37 %, при концентрации фунгицида 0,08 мг/л - от 42 % до 44 %, соответственно.

На уровне контроля реальная плодовитость дафний в исходном и последующих трех поколениях оставалась лишь в растворах, содержащих 0,00001 мг/л Трифлуксистробина или 0,01 мг/л Пиракlostробина.

Изучение возрастного состава популяции зоопланктеров при действии неблагоприятных факторов среды необходимо для прогнозирования колебаний численности организмов: снижение численности молодежи является симптомом неблагополучия, тем более что для кладоцер характерны популяции с постоянным возрастным составом (Гиляров, 1987). Влияние различного содержания стробилуринов в растворах на численность возрастных групп популяции дафний отражено на рисунках 3,4.

Численность популяции дафний начала достоверно снижаться в растворах Трифлуксистробина с концентрацией 0,00005 мг/л. Снижение численности молодежи составило 22 %, взрослых особей - 7 %. В растворах с более высокой концентрацией (0,0001 мг/л) признаки, характеризующие неблагоприятное состояние популяции, проявились более ярко. Снижение численности взрослых особей составило 24 %, молодежи - 47 %.

При концентрации Пиракlostробина 0,02 мг/л достоверное снижение численности молодежи в растворе составило 23 %, взрослых особей - 28 %. При увеличении содержания фунгицида до 0,04 мг/л численность молодежи по сравнению с контролем снизилась на 37

%, взрослых особей - на 36 %. При максимальной концентрации Пиракlostробина 0,08 мг/л численность популяции дафний резко снижалась и была ниже значений численности контроля на 47 % для взрослых особей и на 51 % - для молодежи.

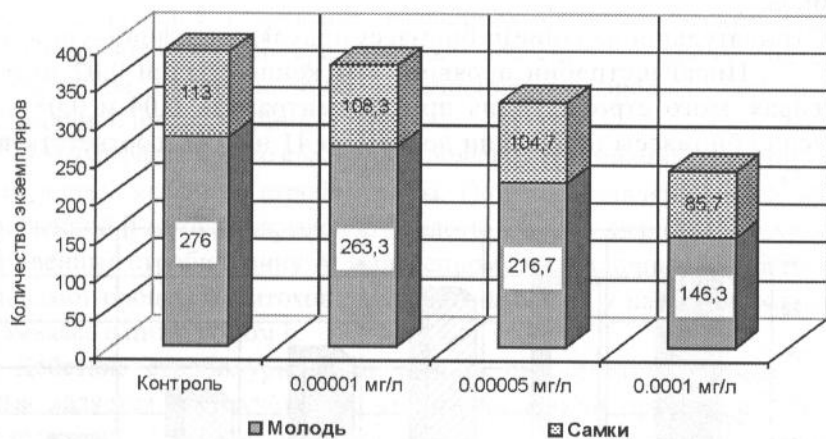


Рис. 3. Численность возрастных групп популяций дафнии при действии Трифлостробина

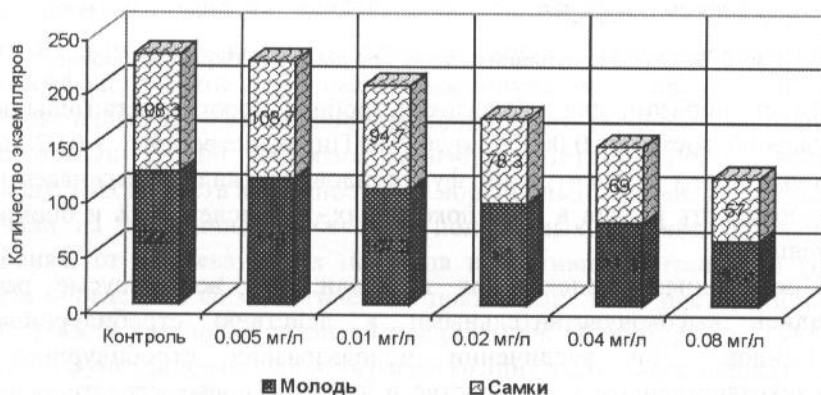


Рис. 4. Численность возрастных групп популяций дафнии при действии Пиракlostробина

Трифлостробин не оказывал негативного воздействия на численность дафний при концентрации 0,00001 мг/л, Пиракlostробин - при концентрациях 0,005-0,01 мг/л.

Оба фунгицида не оказывали существенного влияния на соотношение возрастных групп в популяциях дафний во всех исследованных растворах. Ювенильные особи по численности доминировали над половозрелыми рачками (рисунки 3, 4). В течение всего эксперимента в растворах стробилуринов не отмечалось появления самок с эфиппиумами и самцов.

Отрицательное влияние на биомассу популяции дафний - снижение на 27 %, Пиракlostробин проявил при концентрации 0,02 мг/л. В растворах этого стробилурина при концентрациях 0,04 и 0,08 мг/л снижение биомассы популяции достигало 41 и 57 %, соответственно (рис. 5).

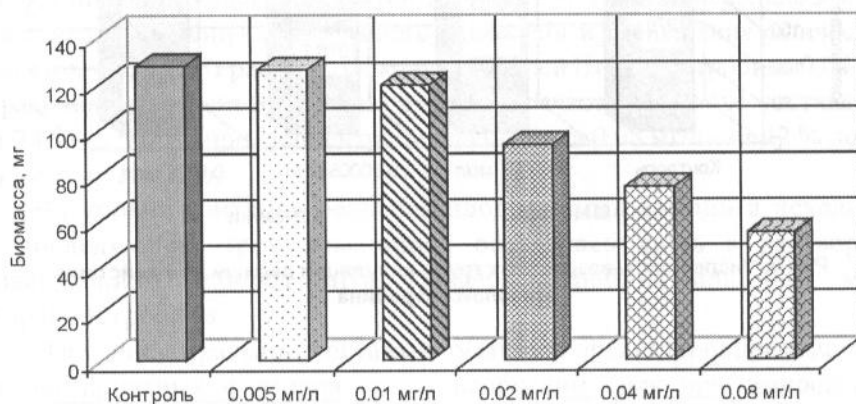


Рис. 5. Биомасса популяций дафнии при действии Пиракlostробина

Таким образом, для Трифлостробина порог чувствительности для дафний составил 0,00005 мг/л, для Пиракlostробина - 0,02 мг/л. Начиная с этих концентраций фунгицидов, снижались выживаемость и плодовитость рачков в трех поколениях, их численность и биомасса популяций.

Проведенные исследования показали, что ветвистоусые рачки оказались высокочувствительными к действию стробилуриновых фунгицидов. При увеличении использования стробилуринов в сельскохозяйственном производстве в качестве новых средств защиты растений будет возрастать и опасность попадания их в рыбохозяйственные водоемы. В таком случае эти фунгициды могут быть потенциально опасны, в первую очередь, для зоопланктона, который является кормовой базой молоди рыб.