

ПРИМЕНЕНИЕ ЯДОХИМИКАТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛИСТОНОГИМИ РАКАМИ

И. Ф. ВЕЛЬТИЩЕВА

Воспроизводство осетровых рыб при зарегулированном стоке Волги, Дона, Куры в значительной мере должно осуществляться за счет искусственного рыборазведения. На 6 построенных осетровых заводах запланировано полное или частичное выращивание молоди в прудах.

В первые годы в прудах этих заводов обнаружено массовое развитие листоногих рачков (*Phylloroda*). Они являются, по-видимому, конкурентами в питании кормовых организмов. Бороздя дно, листоногие раки нарушают условия жизни личинок хирономид. Вода при этом настолько взмучивается, что исчезают водоросли и засоряется фильтрационный аппарат кладоцер. Кроме того, щитни в большом количестве поедают дафний и хирономид [1]. В конечном итоге за очень короткий период исчезают все корма, и пруды становятся непригодными для выращивания рыбы.

По наблюдениям И. Б. Богатовой, в экспериментальных условиях крупные щитни уничтожали даже личинок осетра весом до 100 мг. Мы наблюдали, как щитни, находясь вместе с осетром в рыбоуловителе, съедали хвостовую часть тела (до анального отверстия) у рыб весом 700—800 мг.

Вред, приносимый листоногими, огромен. Выращивание молоди осетровых в прудах, зараженных листоногими, невозможно, или результатом его является получение крайне низкой продукции (табл. 1).

Борьба с листоногими чрезвычайно сложна ввиду особенностей их биологии, приспособительных свойств для сохранения вида.

Так как Куринский производственно-экспериментальный осетровый рыбобродный завод является наиболее старым действующим заводом (с 1954 г.) и его прудовая площадь используется по несколько раз в год, то вредное действие листоногих рачков начало сказываться здесь раньше и в большей мере, чем на других заводах.

В настоящее время возможность использования прудовой площади ограничена развитием листоногих на таком крупном осетровом заводе, как Рогожкинский (Ростовская область). Массовое развитие листоногих в прудах вызвало необходимость проведения в 1959 и 1960 гг. в Азербайджане и Ростовской области специальных научных работ по борьбе с ними.

Промывка прудов, практикуемая на Куринском осетровом заводе и рекомендованная И. Б. Богатовой [1], не уничтожает листоногих полностью, а лишь уменьшает их количество. Даже в хорошо спланированных прудах остаются лужи и канавки, в которых листоногие задерживаются до следующего залития и вновь откладывают яйца. В больших количествах остаются яйца по урезу воды. Иногда пруды становятся

Таблица 1

Показатели	Пруды, сильно зараженные		Пруды, слабо зараженные	
	щитнем (пруд № 1)	щитнем и лептестерией (пруд № 7)	пруд № 7	пруд № 9
Посажено молоди в шт.	57733	30200	79338	40250
Выращено молоди в шт.	37712	2168	54306	25410
Выход в %	65,7	7,1	67,2	63,6
Вес в мг				
при посадке	75	40	41	40
при спуске	338	253	1444	1775
Продукция				
в кг/га	9,9	0,9	152,3	88,1
в тыс. шт/га	37,7	4,3	108,6	50,8
Продолжительность выращивания в днях .	19	30	33	40

пригодными для выращивания рыбы после второй-третьей промывки, а в ряде случаев приходится промывать их 4—5 раз, что нарушает график рыбоводных работ. Поэтому провокационное залитие прудов можно рассматривать как временную меру, но не как способ борьбы с листоногими.

Мы проводили работу в 1957 г. на Куринском осетровом заводе совместно с Б. Д. Сурновой и В. Н. Злоказовым, при участии П. А. Сидорова. В 1958—1959 гг. опыты проведены в лаборатории физиологии рыб ВНИРО.

В настоящей статье излагаются результаты опытов по применению ядохимикатов для борьбы с листоногими раками, что мы считаем одним из возможных путей борьбы с ними.

Все препараты для опытов получены нами в токсикологической лаборатории научно-исследовательского института удобрений и инсекто-фунгисидов им. Самойлова (НИУИФ). Сотрудники Института Е. А. Покровский, П. В. Попов и А. С. Седых неоднократно давали нам консультации и рекомендации по применению тех или иных веществ, за что, пользуясь случаем, выражаем им самую глубокую благодарность.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ЛИСТОНОГИХ

Из листоногих раков на Куринском осетровом заводе в большом количестве развивались щитни из рода *Apus* (семейство Apodidae) и *Leptesteria* (семейство Limnadiidae).

Листоногие обладают очень большой воспроизводительной способностью. По данным В. Чувахина [4], одна самка щитня может отложить до 360 яиц. По данным И. Б. Богатовой [1], крупная самка щитня из куринских прудов одновременно откладывает до 590 яиц, а за свою жизнь может отложить 2—3 тыс. яиц. В более чистых прудах количество яиц щитня в разных участках пруда колеблется от 30 до 100 млн. шт/м², а в более зараженных—от 100 до 350 млн. шт/м².

Данных по плодовитости лептестерий у нас нет, но, согласно визуальным наблюдениям, она еще выше, чем у щитня.

Высокая плодовитость раков и способность яиц переносить неблагоприятные условия выработались как приспособительное свойство для сохранения вида в пересыхающих водоемах. Эти особенности и

делают борьбу с листоногими особенно сложной. Борьба затрудняется еще тем, что не все отложенные яйца выклеваются одновременно. В. Чувакин [4] отмечает, что одновременно отложенные яйца щитня могут начать развиваться в разное время: через несколько дней или через несколько месяцев. У яиц, отложенных весной и летом, наблюдается биологическая разнокачественность.

Большое значение для развития яиц имеет толщина грунта над ними: развиваются яйца, лишь чуть прикрытые грунтом (до 1 мм). В опытах В. Чувакина при толщине ила 1 см выклева практически не было (одна личинка за 27 дней). Через 2,5 месяца грунт перемешали, после чего наблюдался усиленный выклев. Повторное перемешивание грунта через год дало новую вспышку выклева.

У А. Н. Липина [2] имеется указание на то, что яйца листоногих, пролежавшие в сухом иле 14—15 лет, при погружении в воду начинают развиваться.

Щитни закапывают яйца в гнезда, и только часть их попадает на поверхность. Мы находили яйца щитня в очень плотном глинистом грунте на глубине 2,5—3,5 см. Взятые с этой глубины и помещенные в воду они начинали развиваться, и на вторые сутки происходил выклев (1092 шт. с 1 м²).

Яйца лептестерии, как и яйца щитня, в очень большом количестве были обнаружены нами на глубине 3,5 см. Из яиц, взятых для инкубации с любой глубины, выклевалось от 0,6 до 40,2 тыс. рачков с 1 м² (табл. 2).

Таблица 2

Глубина грунта в см	Количество живых яиц на 1 м ² при толщине слоя грунта 1 см	После промывки слоя грунта толщиной 1 см на 1 м ²		
		выклюнулось листоногих		осталось живых яиц
		в шт.	в %	
0—0,5	47424*	624	1,3	46800
0,5—1,5	112788	40248	35,7	72540
1,5—2,5	103116	8736	8,4	94380
2,5—3,5	14664	1716	11,7	12948

* Меньшее количество яиц в поверхностном слое связано с промывкой пруда, а меньший выклев, очевидно, можно объяснить большим количеством только что выпавших яиц, из которых, вероятно, сразу выклева не происходит.

Наличие двух защитных оболочек, толстой хитинизированной и более тонкой гиалиновой, делает яйца особо жизнестойкими.

Обработка яиц щитня в течение 1,5 суток 2%-ным и 10%-ным раствором хлорной извести снижает процент выклева по сравнению с контролем соответственно на 23 и 40%, но полностью не уничтожает их.

Приведенные данные еще раз подчеркивают трудность борьбы с листоногими раками.

Биологическая борьба, на наш взгляд, не может дать хороших результатов. Очевидно, трудно найти такой объект, который в очень короткое время нацело уничтожал бы листоногих. И лептестерия, и щитень довольно быстро созревают, благодаря чему при неполном выедании их пруды вновь будут заражаться. При новом зарыблении прудов осетровыми листоногие через больший или меньший промежуток времени могут давать новые вспышки. Более эффективны, по-видимому, химические меры борьбы.

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ЛИСТОНОГИМИ

В целях борьбы с листоногими раками был испытан ряд препаратов, применяемых в сельском хозяйстве для уничтожения вредителей различных культур.

Эта борьба может идти по двум направлениям: по пути уничтожения яиц в грунте и рачков в воде после выклева.

Первый способ, безусловно, более радикальный, но, учитывая стойкость и глубину залегания яиц, найти средство для уничтожения их значительно труднее, чем для борьбы с раками.

При применении второго способа ввиду неодновременного выклева листоногих может потребоваться многократная обработка прудов. Поэтому удобнее было бы иметь дело с сильнодействующим веществом, быстро разлагающимся в воде, чтобы пруды можно было использовать для рыбоводных целей без спуска и дополнительных промывок.

Опыты проводили с листоногими, рыбой и кормовыми организмами: хирономидами, дафниями, олигохетами. Испытывали применяемый в качестве удобрений сульфат аммония, препарат овицидного действия—эфирсульфонат, препараты высокой токсичности из динитро-ортокрезолятов — арбазан и селинон, а также фосфорорганические соединения: октаметил, препарат № 22, полученный в НИУИФ, хлорофос, дитиофос, пирофос, тиофос.

Исследовали большое количество яиц и рачков. Так как мы стремились найти препарат, полностью уничтожающий листоногих или их яйца, то после обработки ядохимикатами часто точного количественного учета не вели, а давали грубую оценку: много, десятки, единицы,—или отмечали время жизни в том или ином растворе. Для наших целей мы считали такой способ учета приемлемым.

Опыты проводили главным образом с яйцами щитня, взятыми из прудов, а в некоторых случаях—в прудах.

Сульфат аммония. Впервые применен в 1955 г., когда после промывки пруда оставшиеся лужи протравливали сульфатом аммония. Идея борьбы с листоногими таким путем была основана на высокой чувствительности живых организмов к повышенному содержанию в воде азота, особенно аммиачного (табл. 3).

Таблица 3

Концентрация сульфата аммония в %	Продолжительность жизни в час. и мин.	
	листоногих	личинки осетра весом 48 мг
10	0—04	—
1,0	0—11	—
0,1	0—16	—
0,05	3—00	3—00
0,01	20—00	24—00
0,001	20—00	Живы до конца опыта
Контроль	Живы до конца опыта	То же

Однако этот метод борьбы с листоногими путем применения веществ, которые впоследствии могут быть использованы как удобрения, приемлем только в очень небольших водоемах. Применение 0,05—0,1%-ного раствора в пересчете на объем пруда (при средней глубине 1 м) потребует внесения 5—10 т/га сульфата аммония. Меньшие дозы (0,001%, или 100 кг/га) в экспериментальных условиях действуют мед-

ленно, а в прудах быстро развивающиеся водоросли снимают ядовитое действие азота. Азотными удобрениями вполне возможно протравливать оставшиеся после спуска лужи. Общее количество внесенных солей в этом случае не превышает минимальных доз удобрений.

На яйца листоногих не действуют даже очень высокие концентрации солей, а небольшое их количество стимулирует выклев.

В наших опытах выдерживание яиц щитня на протяжении суток в 20- и 60%-ном растворе сульфата аммония с последующей инкубацией их в чистой воде дало следующие результаты: в контроле выключнулось 741 рачок, из яиц, выдержанных в 20%-ном растворе,—955 рачков, а в 60%-ном—602 рачка.

Стимулирующее действие небольших доз сульфата аммония наблюдалось и при обработке участков ложа пруда.

Эфирсульфонат. Этот препарат является хорошим овицидом и мало ядовит для теплокровных животных. В сельском хозяйстве его применяют в концентрации 0,1—0,4%. Мы выдерживали яйца щитня в течение 1—3 суток в растворе концентрацией 0,5—5,0%. Во всех случаях наблюдалась стимуляция выклева. Так, после двухсуточной обработки яиц 1%-ным раствором выключнулось 1111 щитней, а в контроле—741. При обработке яиц на протяжении 17 час. растворами эфирсульфоната разной концентрации были получены следующие результаты: в контроле выключнулось 30 шт., при концентрации эфирсульфоната 0,5; 1,0 и 5,0%—соответственно 40, 38 и 42 шт.

При смачивании яиц в грунте результаты получились аналогичными.

Водная вытяжка из грунта, обработанного 1%-ным раствором, оказалась неядовитой ни для дафний, ни для молоди осетра весом 4—5 г.

Применение более высоких концентраций мы считали нецелесообразным.

Октаметил. Это сильный яд, хорошо растворимый в воде, но довольно медленно разлагающийся. В сельском хозяйстве применяется в концентрации 0,1—0,2%. Испытанные нами более высокие концентрации (1,0—5,0%) вызывали частичную гибель яиц. При выдерживании яиц щитня на протяжении 17 час. в октаметиле разной концентрации значительная гибель их обнаружена только в 5%-ном растворе.

При обработке яиц 1%-ным октаметилом в течение 2 суток щитней выклевалось лишь немногим меньше, чем в контроле: 706 вместо 741. Следовательно, эффективным может оказаться применение только 5%-ного раствора. Но, учитывая медленное разложение октаметила и высокую чувствительность к нему живых организмов, вряд ли можно считать целесообразным его применение.

Чувствительность живых организмов к октаметилу неодинакова. Совершенно безвредны 0,00001%-ные растворы. Дафнии погибали при концентрации октаметила 0,0001%, щитни—в 0,0005%-ном растворе, а осетры весом 4—5 г чувствовали себя нормально при концентрации октаметила 0,001% и не обнаруживали признаков угнетения в вытяжке из грунта, обработанного 1%-ным раствором, тогда как все рачки в этом растворе погибали.

Арбазан был испытан в качестве очень сильного овицида и яда для живых организмов. Рекомендуемая концентрация этого вещества 0,5—1,0%. Протравливание яиц на протяжении 2 суток 0,5%-ным раствором арбазана привело к значительному сокращению выклева: если в контроле выключнулось 741 щитень, то после обработки арбазаном—156 шт. Применение более высоких концентраций (до 5%) давало примерно такие же результаты, как протравливание 0,5%-ным раствором.

Результаты выклева щитня после 17-часовой обработки яиц арбазаном различной концентрации оказались следующими: в контроле выклюнулось 30 шт., а при концентрации арбазана 0,5; 1,0 и 5,0%—соответственно 8, 11 и 7 шт.

Арбазан оказался очень сильным ядом для всех живых организмов. В водной вытяжке из грунта, обработанного 0,5%-ным арбазаном, дафнии погибли через 12—20 час., а молодь осетра весом 4—5 г—через 10—15 мин. В 0,0005%-ном растворе арбазана гибнет все живое: молодь осетра, дафнии, щитни, лептестерия. Раствор концентрацией 0,00001% действует угнетающе, и только 0,000001%-ный раствор не оказывает ядовитого действия.

Селинон. Поскольку немецкий препарат арбазан оказался наиболее сильным ядом и для яиц, и для живых рачков, дальнейшие работы в этом направлении были продолжены с отечественным препаратом из динитро-орто-крезолятов типа селинона. Результаты опыта оказались лучше, чем при применении арбазана. Селинон в концентрации 0,5—0,8% полностью уничтожал яйца щитня, однако эффективность действия определялась временем соприкосновения яиц с ядом (табл. 4).

Таблица 4

Концентрация препарата в %	Количество щитня, выклюнувшегося из грунта, обработанного селиноном и простоявшего на солнце	
	40 мин.	15 мин.
Контроль (вода)	Очень много	Очень много
0,1	Десятки	Очень много
0,3	Единицы	Много
0,5	Нет	Десятки
0,8	"	"
1,0	"	"
5,0	"	"

Из испытанных препаратов селинон оказался единственным ядохимикатом, действующим на яйца щитня при сравнительно небольшой концентрации (0,5%) и непродолжительном контакте с ядом (40 мин.). Недостатком этого препарата оказалась высокая его стойкость. Как показали наши опыты, для разложения его требуется длительный срок—больше месяца, а промежуточные продукты распада (нитраты) оказываются более ядовитыми, чем селинон.

В табл. 5 приведены результаты двух опытов по обработке участков пруда различными концентрациями селинона. В период наблюдений стояла жаркая солнечная погода. С обработанных участков пруда периодически брали грунт, насыпали его тонким слоем (1 см) в кристаллизатор и заливали 2 л воды. Через 20—30 мин. в кристаллизаторы помещали рыбу.

При обработке участков пруда раствором концентрацией 0,3% и выше токсические свойства грунта сохранялись на протяжении месяца, в течение которого вели наблюдения.

Концентрации селинона, уничтожавшие яйца щитня в опытах, были опробованы затем в трех прудах площадью 0,1 га каждый.

Два пруда обработали 0,5%-ным раствором селинона. Способы обработки были различными. В один из них (№ 29) путем опрыскивания внесли 20 кг/га селинона. Ложе другого пруда (№ 24) смочили из лейки, израсходовав 50 кг/га селинона.

Таблица 5

Продолжительность периода в сутках от обработки грунта до испытания водных вытяжек из него	Продолжительность жизни молоди рыб в час. и мин. при концентрации селинона в % в период обработки грунта			
	0,1	0,25 (0,3)	0,5 (0,6)	0,75 (0,8)

Севрюга

2	—	0—37	0—20	0—20
4	6—30	0—40	0—38	0—26
9	48—00	2—00	1—17	0—43
11	2,5 суток	2—05	0—27	0—22

Жерех

19	3 суток	23—00	3—00	4—00
27	—	1—50	1—35	1—00

Примечание. В скобках указана концентрация селинона в опытах с жерехом.

При обработке пруда № 29 из опрыскивателя системы «Автомакс» грунт, смоченный тонким слоем, через 10—15 мин. становился сухим. Вероятно поэтому никакого эффекта от протравливания пруда не было. Через несколько дней после залития в нем появилось такое же большое количество листоногих, как и в контрольном. Однако при повторном залитии лептестерии в этом пруду было значительно меньше (71 шт. на 160 л воды), чем во всех остальных (244, 292, 371 шт. на тот же объем воды).

При обработке пруда № 24 из лейки ложе пруда дольше оставалось влажным, поэтому та же концентрация селинона (0,5%) дала совершенно иной эффект. В первые дни после залития пруда лептестерия не обнаружена, тогда как в контрольном пруду в это время ее было очень много. Через 10 дней в опытном пруду появилось небольшое количество крупных рачков. При повторном залитии лептестерии в этом пруду было значительно меньше (24 шт. на 160 л), чем в необработанных прудах (514, 546, 664 шт. на тот же объем).

Так как при обработке 0,5%-ным раствором небольшое количество листоногих все же оставалось, мы испробовали более крепкий 1%-ный раствор. В пруд внесли 100 кг/га селинона.

На третьи сутки после обработки пруд залили. На четвертые сутки после залития вода в пруду была ядовита. Листоногие практически не встречались (3 шт. на 160 л вместо 514—664 шт. в контрольных прудах). Циклопов и мойн также не было, в то время как в контрольных прудах их насчитывалось 1,5—2,4 тыс. шт. на 160 л. В планктоне обнаружены только коловратки — 475 шт. на тот же объем воды.

При лабораторных исследованиях в воде из опытного пруда погибали лептестерии, щитни, дафнии, личинки хирономид. Трехсуточные личинки осетра, сазан, жерех весом 1—2 г были живы в течение трех суток.

Так как для развития кормов пруд оказался непригодным, то его спустили, а затем вновь залили. При повторном залитии лептестерии оказалось несколько больше, чем в первый раз: 16 шт. вместо 123 шт. в контроле (на 160 л).

Первые четверо суток после залития вода была ядовита и, кроме коловраток, в ней ничего не было. В лабораторных опытах в этой воде гибли лептестерии, щитни, дафнии, личинки осетра.

С пятых суток начали появляться различные животные. К восьмым суткам в опытном пруду было много моин, циклопов и только что выклюнувшихся личинок хирономид. Лептестерии продолжали встречаться единичными экземплярами. В лабораторных опытах, проведенных с водой из пруда, лептестерии, дафнии, личинки осетра, мальки жереха не погибли.

Для водорослей вода оказалась неядовитой. Удобрения, внесенные на вторые сутки после повторного залития, вызвали хорошее цветение и через 11 суток в опытном пруду зоопланктона было больше, чем в контрольных прудах.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что селинон может быть использован для борьбы со щитнем, для протравливания ложа пруда 0,5—1,0%-ным раствором, из расчета 1 л раствора на 1 м², что составляет 50—100 кг/га. Однако пруды можно обрабатывать селиноном только по окончании рыбоводных работ или при больших перерывах между ними, так как для разложения селинона в почве требуется большой срок (больше месяца) или необходима промывка прудов, что менее желательно, так как сбрасываемая из прудов вода попадает в реки.

Что касается небольшого количества лептестерии в опытных прудах, то мы затрудняемся сказать, выклюнулись ли эти рачки из яиц, уцелевших после протравливания, или были занесены из соседних прудов и верхних участков необработанных дамб.

Стремясь найти сильнодействующие препараты, разлагающиеся в возможно более короткие сроки, мы испытали ряд фосфорорганических соединений.

Препарат № 22 и хлорофос. При испытании этих препаратов летальными для яиц щитня оказались концентрации от 0,1 до 10%. Они изменялись в зависимости от продолжительности контакта яиц с ядом (табл. 6).

Таблица 6

Продолжительность контакта яиц с ядом в часах	Летальные концентрации препаратов в %	
	препарата № 22	хлорофоса
48	0,1	1,0
22	1,0	5,0
3	5,0	10,0

Так как пруды обрабатывают летом и смоченная почва быстро высыхает, на практике нужно ориентироваться на концентрации, дающие положительный эффект при непродолжительном контакте яиц с ядом. В данном случае, очевидно, это будет 5%-ный раствор препарата № 22 и 10%-ный раствор хлорофоса. При 5%-ной концентрации хлорофоса яйца

уничтожались неполностью. Внесение же в пруды ядохимикатов в больших количествах (500—1000 кг/га), необходимых для получения высоких концентраций этих препаратов, вряд ли можно рекомендовать.

Взрослые рачки погибают также при довольно больших концентрациях — 0,01—0,1%.

На основании полученных результатов опыты с этими препаратами были прекращены.

Дитиофос. Эффективной концентрацией дитиофоса для стойких видов насекомых считается 0,1—0,15%-ный раствор. Нас привлекло то, что, согласно инструкции, в водных растворах препарат быстро гидролизуеться и теряет токсичность примерно в течение 5 суток. Для прудового хозяйства это свойство препарата очень ценно, так как на обработку больших площадей потребуется небольшое количество яда, а через 5—7 дней пруды можно использовать для рыбоводства без дополнительной промывки. Поэтому опытам с дитиофосом было уделено особое внимание.

Наблюдали за действием дитиофоса на яйца и на взрослых рачков.

При обработке яиц щитня дитиофосом наблюдалось то же положение, что при протравливании яиц селиноном и фосфорорганическими соединениями. Летальные концентрации дитиофоса зависят от времени контакта яиц с ядом.

Продолжительность контакта яиц с ядом в часах	Летальные для яиц концент- рации дитиофоса в %
40	0,01
24	0,2
4	5,0

Концентрации меньше летальных стимулируют выклев. Это, очевидно, связано с особым действием фосфорорганических соединений на оболочки яиц. В отличие от других препаратов эти соединения вызывают осаждение яиц в растворах, причем более полно при более высокой концентрации яда. Оболочки яйца, обычно очень упругие и трудно поддающиеся разрыву, становятся значительно мягче. При длительной обработке или высоких концентрациях дитиофоса целых яиц почти не остается. Осадок представляет собой массу треснувших скорлупок.

Очевидно, этим свойством дитиофоса и объясняется повышенный выклев при кратковременном контакте яиц с ядом. Дитиофос успевает изменить свойства оболочки яйца, но не повреждает зародыша. Стимуляция выклева дитиофосом подтверждается данными ряда опытов. Яйца щитня на протяжении 4 час. выдерживали в растворах дитиофоса различной концентрации. Затем их 2 час. 30 мин. отмывали в проточной воде и помещали на инкубацию в чистую воду. В результате из равного количества первоначально взятых яиц выклюнулось неодинаковое количество щитня.

Концентрация дитиофоса в %	Выклюнулось щитней в шт.
Контроль I	15
II	18
0,01	20
0,1	34
0,2	29
0,4	31
1,0	32
5,0	4

При малой концентрации (0,01%) получается результат, близкий к контролю, при концентрации 0,1—1,0% стимулируется выклев, а в 5%-ном растворе яйца почти полностью погибают даже при непродолжительном соприкосновении с ядом.

Обычно в результате неодновременности выклева после инкубации в чистой воде остается большое количество неразвившихся яиц. После обработки дитиофосом таких яиц практически нет.

После четырехчасовой обработки 5%-ным раствором дитиофоса мы получили следующие результаты (в шт.): выклюнулось 4 щитня, выпало из яиц и погибло 1255 зародышей, осталось целых яиц с очень слабой оболочкой 212, живых яиц с упругой оболочкой не обнаружено.

Получив хорошие результаты при использовании дитиофоса для уничтожения яиц листоногих, мы задались целью проверить ядовитость его для молоди рыб и кормовых организмов. Полученные в двух опытах данные приведены в табл. 7 и 8.

Как видно из приведенных данных, все живые организмы очень чувствительны даже к самым малым дозам дитиофоса. Большинство их переносит раствор дитиофоса концентрацией только 0,000001%, а молодь осетра не выживает и в таком растворе.

Таблица 7

Концентрация дитиофоса в %	Продолжительность жизни в минутах		
	осетровых (1,5—2 г)	сазана (1 г)	щития
0,2	1	—	—
0,1	2	—	—
0,01	15	5	20
0,001	20	20	270

Таблица 8

Концентрация дитиофоса в %	Продолжительность жизни в минутах			
	осетра (100 мг)	жереха (200 мг)	дафний	лепесте-рини
0,2	1	1	1	1
0,1	2—3	2—3	2—3	2—3
0,01	5	10	5	5
0,001	35	80	18	18
0,0001	Погибли через 90 мин.			
0,00001	3 час. 50 мин.	5 час. 10 мин.	5 час.	8 час.
0,000001	22 час.	Живы до конца опыта		
Контроль	Живы до конца опыта			

В связи с высокой чувствительностью животных к дитиофосу особенно важным оказывается вопрос о скорости его разложения. Некоторые опыты показали, что в водных растворах дитиофос разлагается значительно медленнее, чем указано в инструкции. Даже через 9 суток очень слабые растворы его (0,001%) были еще ядовиты (табл. 9).

Таблица 9

Продолжительность периода в сутках с момента приготовления раствора	Продолжительность жизни осетровых (1,5—2 г) в минутах при концентрации дитиофоса в %			
	0,2	0,1	0,01	0,001
1	1	2	5	35
5	2	—	—	—
6	—	—	15	90
8	5	—	—	—
9	—	15	20	240
12	—	20	—	—

При обработке грунта дитиофос разлагается значительно быстрее. Изучением этого вопроса занимались в сухую жаркую погоду. Участки пруда обрабатывали раствором дитиофоса разной концентрации. Через определенные промежутки времени в кристаллизаторы насыпали тонким слоем грунт и заливали водой (соотношение грунта и воды во всех опытах было одинаковым). Спустя 20—30 мин. в водную вытяж-

ку помещали молодь севрюги весом около 2 г. При обработке грунта дитиофосом концентрацией 0,2% и выше водная вытяжка была ядовита больше недели (табл. 10).

Таблица 10

Продолжительность периода в сутках от обработки грунта дитиофосом до опыта с рыбой	Продолжительность жизни севрюги в минутах при концентрации дитиофоса в период обработки грунта в %			
	0,5	0,2	0,1	0,05
1	—	—	120	—
3	—	120	—	—
4	90	—	Рыба жива до конца опыта	
7	—	150	—	—

Из табл. 9 и 10 видно, что если водный раствор дитиофоса концентрацией 0,1% чрезвычайно ядовит через 12 суток (рыба погибает через 20 мин.), то водная вытяжка из грунта, обработанного тем же раствором, безвредна уже на четвертые сутки. По всей вероятности, более быстрое разложение объясняется не взаимодействием дитиофоса с грунтом, а влиянием на него солнечной энергии.

В лабораторных условиях одни и те же концентрации дитиофоса были летальными как при обработке яиц щитня непосредственно растворами, так и при смачивании их в грунте. Грунт, обработанный 0,1%-ным раствором дитиофоса, на солнце быстро теряет свою токсичность. С участка пруда, смоченного 0,1%-ным раствором дитиофоса, в конце первых суток в кристаллизатор поместили грунт и залили его водой. В другом кристаллизаторе находился грунт, взятый в конце четвертых суток. В оба кристаллизатора одновременно посадили рыбу. В первом случае севрюга погибла через 2 часа, а во втором случае ее через 12 час. выпустили живой.

Мы наблюдали также разложение на свету другого фосфорорганического соединения — пирофоса. Этот факт может иметь большое значение при использовании дитиофоса в рыбоводстве, так как при обработке прудов летом можно применять растворы высокой концентрации без последующей промывки прудов. Степень разложения разных концентраций дитиофоса на свету следует определить экспериментально.

На основании полученных в лаборатории результатов дитиофосом обработали несколько маленьких прудов площадью 0,1—0,25 га.

Два пруда опрыскали 0,25%-ным раствором, внося в каждый из них 5 л/га раствора. Опыты проводили в августе. Через 5 суток после обработки пруды залили. Через несколько дней в опытных прудах появилось такое же большое количество лептестерий, как и в контрольных. Очевидно, слабое смачивание грунта и большой промежуток времени до заливки привели к отрицательному результату.

В конце сентября еще два пруда обработали из лейки 0,3- и 0,4%-ным раствором дитиофоса. В пруд № 22, обработанный 0,4%-ным раствором, внесли 25 л/га дитиофоса, а в пруд № 30, обработанный 0,3%-ным раствором, — 19 л/га. Результаты получились совершенно иные, чем в первом опыте.

Пруд № 22 был залит через день после обработки. На четвертый день с момента заливки в контрольных прудах появилось большое количество лептестерий: 514—664 шт. на единицу объема (160 л). В опытном пруду не найдено ни одной лептестерии. Зоопланктон был представлен только коловратками.

Исследование воды из этого пруда в лаборатории показало, что она ядовита для щитней, лептестерий, дафний, хирономид, личинок осетра. Только сазан и жерех через трое суток были выпущены живыми.

Учитывая медленное разложение яда в воде, на пятый день пруд спустили и тут же залили вновь. После второго залития вода оказалась также ядовитой. В лабораторных опытах лептестерии, щитни, дафнии, личинки осетра, помещенные в эту воду, гибли через 8 час. В пруду развивались коловратки и очень небольшое количество лептестерий: 8 шт. вместо 65—112 шт. в контрольных прудах, также спущенных и повторно залитых.

Опытный пруд был вновь спущен и на десятый день после обработки дитиофосом залит в третий раз. Лептестерии в пруду не оказались. Зоопланктон состоял из коловраток и единичных мoin и циклопов. В первые сутки после залития лептестерии, дафнии и личинки осетра были угнетены. На четвертые сутки после последнего залития (спустя 14 дней после обработки пруда) они чувствовали себя нормально. Однако после длительного содержания пруда под водой (34 дня) вода в нем вновь стала ядовитой. В результате внесения удобрений пруд хорошо зацвел, но такой большой вспышки зоопланктона, как в контрольном пруду, не наблюдалось. Личинки осетра весом 150 мг через сутки погибли. Только через 45 дней после третьего залития (55 дней после обработки дитиофосом) пруд окончательно перестал быть ядовитым. К этому времени появилось большое количество зоопланктона. Прирост личинок осетра, посаженных в пруд, за 18 дней был близким к контролю (табл. 11), отход — очень небольшим (9%).

Таблица 11

Номер пруда	Продолжительность пребывания рыбы в пруду в днях	Способ обработки дитиофосом	Концентрация дитиофоса в ‰	Внесено дитиофоса в л/га	Посажено рыбы в шт.	Выращено рыбы в шт.	Выход в %	Вес в мг при	
								зараблевии	выпуске
22	18	По грунту	0,4	25	4555	4149	91,0	235	333
23	21	Контроль	—	—	3000	2905	96,8	235	380
26	21	По воде	0,000005	0,5	3000	1288	42,9	235	338
30	21	По грунту	0,3	19	5400	4966	92,0	235	458

Примечание. Личинки выклюнулись 8 октября, посажены в пруды 15 ноября. Пруд № 22 спущен 3 декабря, остальные пруды — 6 декабря.

Пруд № 30 был залит также через день после обработки дитиофосом. Лептестерий в нем не было. В контрольном пруду на тот же объем (160 л) насчитывалась 371 лептестерия. Вода в пруду была очень ядовитой. На шестые сутки все животные погибли через 4 часа, поэтому на четырнадцатый день после залития пруд спустили. Учитывая возможность более скорого разложения дитиофоса на воздухе, пруд не заливали 11 дней. При этом следует учесть, что опыт проводили в конце октября, когда солнечная радиация значительно меньше, чем летом, поэтому эффект разложения мог быть меньше.

Повторно пруд залили и удобрили на 26-й день после обработки. Он хорошо зацвел и после внесения зарядки дафний (через 16 дней от второго залития) в воде появилось большое количество зоопланктона. Для личинок осетра пруд первое время был ядовитым. Осетр весом 150 мг, посаженный в пруд на десятые сутки после залития, погиб. На 21-й день после залития (48 дней после обработки) пруд стал пригодным для рыбоводных целей. За 21 день выращивания в нем рыбы отход оказался очень небольшим (8,0%) и темп роста — наилучшим (табл. 11).

На основании полученных данных можно считать, что при обработке ложа прудов целесообразно их хорошо смачивать 0,3—0,4%-ным раствором, а затем на некоторое время оставлять незалитыми для ускорения разложения дитиофоса. Пруды лучше обрабатывать в жаркое время года после весенних рыбоводных работ.

В некоторых случаях удобнее было бы иметь средство, уничтожающее листоногих, но быстро теряющее свои ядовитые свойства с тем, чтобы пруд можно было использовать для выращивания рыбы без дополнительного спуска. В качестве такого препарата мы испытывали дитиофос, но в очень малых концентрациях. В пруд № 27 на 0,1 га (1000 м³) внесли 150 см³ дитиофоса (1,5 л/га), что должно дать концентрацию примерно 0,000015%. Через 20 час. в пруду погибли лептестерии, щитни, клопы, плавунцы, личинки плавунцов и стрекоз, мальки судака, лягушки; остались только циклопы и диаптомусы.

Так как вода несколько дней оставалась ядовитой, пруд спустили и залили снова. Через 5 дней после внесения дитиофоса пруд удобрили и зарядили дафниями. Водоросли и зоопланктон развились хорошо. Личинки осетра, посаженные в пруд через 10 дней после его обработки, почти все погибли. Оставшиеся в живых рыбы были выпущены через две недели. Следовательно, при внесении 1,5 л/га дитиофоса пруд следует один раз промыть, но и после этого он пригоден для рыбоводства только через 15—20 дней.

В пруд № 26 внесли еще меньшую дозу дитиофоса — 50 см³ на 0,1 га (1000 м³), что дало концентрацию 0,000005%. Через сутки все лептестерии и дафнии погибли. На третий день пруд спустили и через день залили вновь. При спуске на дне было обнаружено много мертвых лептестерий, личинки же хирономид были живы. Это имеет большое значение, так как после обработки прудов кормовая база может быть быстро восстановлена. В пруд внесли дафний и на девятые сутки после обработки его дитиофосом зарыбили. Выход рыбы был довольно низким — 42,9% (см. табл. 11). Возможно, в первые дни вода была еще ядовита, что привело к повышенному отходу.

Безусловно, результаты этого опыта нельзя считать хорошими, но они близки к тому, что нужно для рыбоводства: уничтожение листоногих рачков в возможно более короткий срок малыми количествами ядохимикатов. Вероятно, хорошие результаты может дать еще меньшее количество дитиофоса или другое, еще быстрее разлагающееся фосфорорганическое соединение.

Пирофос. Испытывали в лабораторных условиях как соединение, обладающее большей токсичностью. Согласно инструкции, водные растворы пирофоса быстро гидролизуются: в первые сутки на 70%. Максимальные концентрации, рекомендуемые в сельском хозяйстве, составляют 0,1—0,2%.

Мы испытывали действие пирофоса на яйца щитня и на различных водных животных. На яйца щитня пирофос действует только в очень больших концентрациях и то не полностью уничтожает их, а лишь снижает процент выклева. В определенных концентрациях он стимулирует выклев. При испытании действия растворов концентрацией от 0,1

до 1% в случае соприкосновения яиц с ядом на протяжении 19 час. наблюдалась только стимуляция выклева.

Концентрация пирофоса в %	Выклюнулось щит- ней в шт.
Контроль	57
0,1	64
0,25	105
0,5	114
1,0	97

При выдерживании яиц на протяжении суток в растворе большой концентрации (до 10%) наблюдалось сокращение числа выклюнувшихся рачков, но не полная их гибель.

Концентрация пиро- фоса в %	Выклюнулось щит- ней в шт.
Контроль	49
0,1	70
1,0	60
5,0	21
10,0	17

После обработки 10%-ным раствором появляется очень большое количество деформированных яиц, выпавших из плотной хитинизированной оболочки. Ввиду необходимости применения столь высоких концентраций пирофоса этот препарат не может быть рекомендован в качестве овицидного средства.

Что же касается действия пирофоса на водных животных, то оно оказывается чрезвычайно сильным, но несколько отличным для разных групп.

Рыба, листоногие и другие рачки в свежих растворах пирофоса гибнут при концентрациях 10^{-8} — $10^{-9}\%$, хируномиды погибают при меньших концентрациях — 10^{-6} — $10^{-7}\%$. Олигохеты оказываются очень стойкими по отношению к пирофосу. Полностью гибнут они только в растворах концентрацией 10^{-1} — $10^{-20}\%$. При концентрации 10^{-5} — $10^{-6}\%$ они несколько угнетены, но не погибают на протяжении многих дней.

Наблюдениями за скоростью разложения пирофоса обнаружено, что растворы слабой концентрации быстро теряют свою токсичность. Раствор концентрацией $10^{-8}\%$ на протяжении первых суток ядовит: рыба погибает в нем через 23—27 час. Через 1—1,5 суток этот раствор становится безвредным. Растворы концентрацией $10^{-6}\%$ пригодны для жизни через 5—7 суток. Более концентрированные водные растворы пирофоса ($10^{-1}\%$) разлагаются крайне медленно. При испытании такого раствора на протяжении 28 дней продолжительность жизни рыб в них увеличилась только с 1—2 до 23 мин. (табл. 12).

Эти опыты свидетельствуют о том, что среди фосфорорганических соединений можно найти такие препараты, которые в определенных концентрациях будут токсичны для листоногих, но через очень короткий промежуток времени гидролизуются. Пруды станут пригодными для рыбоводных целей без дополнительного спуска и промывки.

К сожалению, в прудовых условиях мы не могли испытать этот препарат, так как не учли, что при длительном стоянии на свету он, очевидно, тоже разлагается. Свежий препарат пирофоса, приготовленный в Химическом институте им. акад. А. Е. Арбузова, действовал на

Таблица 12

Концентрация пиродифоса в %	Продолжительность жизни рыб в минутах при хранении раствора в сутках									
	1	4	5	7	10	13	15	19	24	28
10^{-1}	1—2	1—2	1	—	2	4	9	13	16	23
10^{-6}	17	30	40	Живы до конца опыта						
10^{-7}	83	330	Живы до конца опыта							
10^{-8}	23 час.	Живы до конца опыта								

рыбу и щитня в концентрации $10^{-8}\%$, а на щитня даже в $10^{-9}\%$. Через три месяца летальной была концентрация 10^{-7} , а через год — 10^{-5} . Внесение технического пиродифоса, простоявшего немного больше года, в пруд площадью 2 га из расчета $10^{-6}\%$ не дало эффекта. В лабораторных опытах с этим препаратом полная гибель щитня наблюдалась при концентрации $10^{-5}\%$ и частично при $10^{-6}\%$. Большее количество пиродифоса мы не могли внести. Этот пример приведен лишь для того, чтобы показать, что старые, долго стоявшие препараты могут дать совершенно иной эффект, чем свежеприготовленные.

Если фосфорорганические соединения будут действовать даже при концентрации 10^{-5} — $10^{-6}\%$, то в пересчете на гектар при средней глубине пруда 1 м потребуется вносить очень небольшое количество препарата — 0,1—1,0 л/га.

Тиофос. В малых концентрациях (0,015—0,020%) этот препарат убивает вредителей сельского хозяйства, очень стойких к другим ядохимикатам. Тиофос довольно быстро разлагается. Раствор его концентрацией 0,013%, примененный О. Н. Русиной при работе с водорослевыми культурами, разлагался через две недели. По аналогии с пиродифосом, можно предположить, что меньшие концентрации будут разлагаться быстрее. При обработке тиофосом ложа прудов можно ждать очень скорого его разложения, так как фотохимическое разложение — основная причина потери токсичности. В крайнем случае, для нейтрализации оставшегося яда можно пользоваться известью, а может быть и хлорной известью, что должно привести к нейтрализации яда за несколько часов. Конечный продукт распада тиофоса — фосфорная кислота.

Мы имели возможность провести с тиофосом лишь очень небольшое количество лабораторных опытов. Они могут осветить только вопрос о токсичности водных растворов тиофоса для листоногих и рыб.

Выдерживание яиц щитня в растворах тиофоса разной концентрации показало, что овицидными свойствами этот препарат может обладать только при длительном контакте яиц

с ядом. При смачивании яиц на протяжении 24 час. ядовитыми оказываются растворы концентрацией 0,1—0,2%. При трехчасовом смачивании такие же результаты дает только 5%-ный раствор (табл. 13).

На животные организмы тиофос действует слабее, чем другие фосфорорганические соединения: пиродифос и дитиофос.

Опыты, проведенные с личинками осетра весом около 70 мг, даф-

Таблица 13

Концентрация тиофоса в %	Количество выклюнувшихся щитней при контакте яиц с ядом	
	3 час.	24 час.
0,1	105	9
0,2	83	4
0,5	81	0
1,0	52	0
5,0	8	0

ниями и щитнем, показали, что осетры погибают только в более сильных растворах: 10^{-1} — 10^{-4} %. При концентрации 10^{-4} — 10^{-7} % личинки осетра жили 5 суток без признаков угнетения. Дафнии и щитни погибают в более слабом растворе — 10^{-5} %. В растворе с концентрацией тиофоса 10^{-6} % молодь щитня угнетена.

На этом несколько различном отношении к тиофосу рыб и рачков и могла бы быть основана борьба с листоногими.

Что касается скорости разложения тиофоса в водных растворах, то у нас получились менее обнадеживающие данные, чем у О. Н. Русиной.

Раствор тиофоса концентрацией 10^{-3} % на протяжении 12 дней не терял токсичности: если в первый день после его приготовления личинки осетра жили 45 мин., то на двенадцатый день они жили 2 час. 10 мин. Однако по мере разбавления этого раствора жизнеспособность молоди возрастает значительно быстрее, чем при применении других фосфорорганических соединений. Например, при концентрации 0,001% осетры живут 45 мин., 0,0005% — 3 часа 15 мин., а 0,0001% — многие сутки.

Разница в скорости разложения тиофоса, по нашим данным и данным О. Н. Русиной, вероятно, может быть объяснена тем, что в наших опытах тестом были животные, а не фитопланктон и бактерии. Кроме того, мы проводили опыты в лаборатории, а О. Н. Русина — в бассейнах под открытым небом, а фотохимическое разложение — основная причина потери токсичности.

ВЫВОДЫ

1. Из испытанных препаратов к овицидным можно отнести селикон и дитиофос, однако первый разлагается значительно дольше. Борьба с рачками можно очень малыми дозами дитиофоса, пирофоса, тиофоса.

2. При разработке химических мер борьбы, на наш взгляд, особый интерес представляют фосфорорганические соединения, так как по сравнению с другими ядохимикатами они более токсичны и большинство из них быстро разлагается. Это свойство их особенно ценно при обработке прудовых площадей в наших южных районах в жаркое время, после окончания весенне-летних рыбоводных работ.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Богатова И. Б., Роль *Apus cancriformis* Schäffer. как вредителя в осетроводных хозяйствах, «Вопросы ихтиологии», вып. 12, 1959.
2. Липин А. Н., Пресные воды и их жизнь, Учпедгиз, 1950.
3. Попов П. В., Справочник по ядохимикатам, Госхимиздат, 1956.
4. Чувахин В., К биологии *Apus cancriformis* Schäff., Записки биологической станции в Болшеве, вып. 3, изд. МГУ, 1929.