

П. А. Морсеев

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

На правах рукописи

АЙЗПУРИЕТЕ ИРЕНА ФРИЦЕВНА

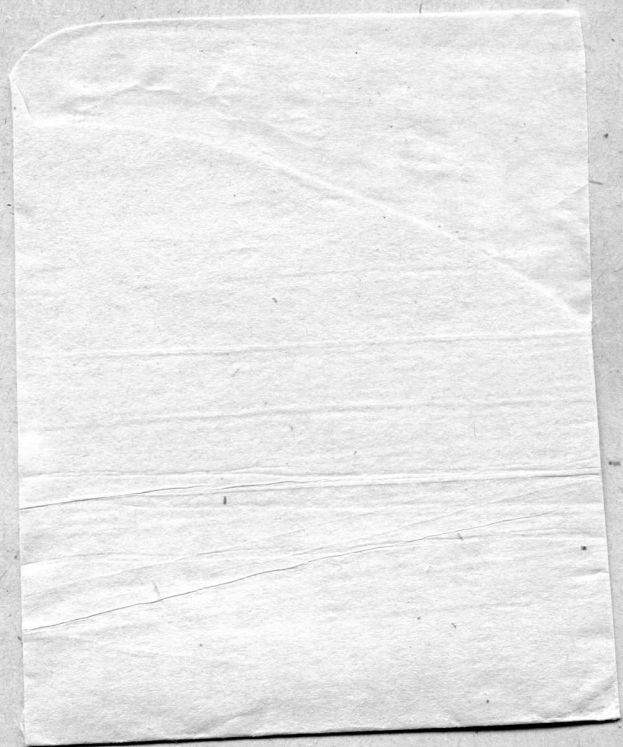
ВЛИЯНИЕ РЕПЕЛЛЕНТОВ НА НЕКОТОРЫХ РЫБ
И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ

(Специальность № 03.00.10 – Ихтиология)

Диссертация написана на русском языке

Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени кандидата
биологических наук

Москва, 1974



МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

На правах рукописи

АЙЗПУРИТЕ ИРЕНА ФРИЦЕВНА

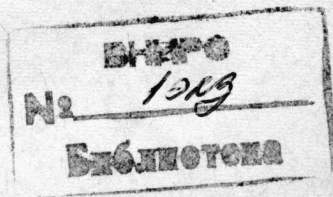
ВЛИЯНИЕ РЕПЕЛЛЕНТОВ НА НЕКОТОРЫХ РЫБ
И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ

(Специальность № 03.00.10 - Ихтиология)

Диссертация написана на русском языке

Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени кандидата
биологических наук

Москва, 1974



Работа выполнена в Балтийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (БалтНИИРХ).

Диссертационная работа состоит из 7 глав, изложена на 120 страницах машинописного текста, содержит 25 таблиц и 14 рисунков. В списке литературы 215 наименований, из них 54 иностранных.

Научный руководитель - доктор биологических наук
А.Ф.Карпевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
С.Г.Зуссер
кандидат биологических наук
Д.С.Павлов

Ведущее предприятие - Управление рыбного хозяйства Совета Министров ЛССР.

Автореферат разослан " " _____ 1974 г.

Защита диссертации состоится "12/1" _____ 1975 г.
на заседании Ученого Совета ВНИРО по адресу: Москва, 107140,
В.Красносельская ул. 17/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО.

Ваши отзывы и пожелания просим направлять ученому секретарю Совета ВНИРО.

Ученый секретарь Совета
К.Т.Н.

Т.И.МАКАРОВА

В настоящее время, когда многие отрасли биологических наук достигли значительных успехов и внесли большой вклад в народное хозяйство, сравнительно мало изучена и поэтому мало используется в практических целях возможность управлять поведением животных, в том числе рыб.

Как известно, поведение животных дает им возможность приспособляться к постоянно меняющимся условиям внешней среды, оно является комплексом ответных реакций организма на получаемую через рецепторы информацию. Соответственно раздражая тот или иной рецептор, можно вызвать определенную реакцию животных, управлять их поведением в нужном человеку направлении. Для рыбного хозяйства огромную пользу может принести возможность направлять передвижение рыб в намеченные районы и участки водоемов.

Передвижение рыб, также как и передвижение наземных животных, очень часто связано с информацией, полученной через обонятельные рецепторы, раздражителями которых являются разные пахучие для рыб химические вещества. Среди этих веществ есть как привлекающие (аттрактанты), так и отпугивающие (репелленты). Доказано, что обоняние у рыб, также как у наземных животных, характеризуется очень высокой чувствительностью. Оно является дистантным чувством и используется рыбой во многих случаях их жизни — участвует при добычи пищи, помогает избегать врагов и т.д. Управление передвижением рыб может быть осуществлено путем применения привлекающих или отпугивающих пахучих веществ.

Целью нашей работы является выявление рыбоотпугивающего вещества — репеллента, годного для практического использования — для интенсификации облова труднооблавливаемых малых водоемов, таких как полуспускные и неспускные пруды, малые озера и т.п.

Мы пытались найти химический репеллент, который ощущался бы рыбой в мизерных концентрациях, не токсичных для человека и гидробионтов, не угрожающих загрязнением водоему, не ухудшающих вкусовых качеств рыбы и в то же время, помогающих сгруппировать рыб в удобных для лова местах.

В связи с изложенным в настоящей работе ставились следующие задачи:

1. Выявить вещество, отпугивающее рыб и помогающее создавать их скопления.
2. Определить его минимальные, но действующие на рыбу концентрации.
3. Определить токсичность найденного репеллента в разных его концентрациях для рыб, беспозвоночных и среду водоемов (вода, грунт).
4. Проверить возможность применения данного репеллента в прудовых условиях.

ПОИСКИ РЕПЕЛЛЕНТА

Экспериментальная работа, связанная с поисками репеллента, проводилась с 1969 по 1971 гг. Как тест-организмы использовались пресноводные рыбы — плотва, щука, карась, вимба, окунь, лещ, которых выловили из реки Лиелупе, и кроме того еще карп, полученный из Тукумского рыбопитомника. Влиянию отпугивающих веществ в аквариальных условиях подвергались около 2 тысяч рыб. Всего было поставлено 364 опыта, из них большинство с половозрелыми рыбами.

Для определения отпугивающего эффекта изучаемых веществ использовались стеклянные аквариумы размером 100 x 40 x 50 см, разделенные пополам пластинкой. В центре разделяющей пластинки было проделано круглое отверстие, через которое рыба могла сво-

бодно перемещаться из одного отсека в другой. В каждом отсеке имелись приспособления для постоянного обмена воды. Такая конструкция аквариума предотвращала быстрое смешивание вод обоих отсеков. При прибавлении в один из отсеков испытуемого вещества, во втором в течение 15-20 минут сохранялась чистая вода.

При проведении опытов в аквариум наливали чистую воду и в одном из двух его отсеков помещались подопытные рыбы. Одновременно помещали рыб и в контрольный аквариум. После одного часа адаптации рыб приливали раствор отпугивающего вещества в тот отсек, где помещались рыбы. В контрольный аквариум приливали такой же объем чистой воды.

Критерием эффективности исследуемых отпугивающих веществ был выбран уход подопытных рыб из зоны их действия в отсек с чистой водой.

Изучение рыбоотпугивающего действия иссопа лекарственного, ряда эфирных масел и цинеола

Несмотря на то, что известны многие отпугивающие химические вещества, оказывающие влияние на передвижение гидробионтов, в практических целях, например, для вылова, они используются редко из-за низкой эффективности, высокой токсичности или из-за отсутствия удобных методов их применения.

Начиная поиск отпугивающих веществ, годных для применения в рыбном хозяйстве, мы обратили внимание на упоминание Л.П.Сабанеева (1970) об особой биологической активности в отношении рыб растения иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.). По старым сведениям рыбы быстро покидают места, обработанные иссопом, и длительное время туда не возвращаются. При этом отмечается, что хос. иссоп отпугивает рыбу, но вреда не приносит (Сабанеев, 1970).

Поскольку листья, цветы и стебли иссопа в виде настоек применяются в медицине для внутреннего употребления, а также в пищевой промышленности и следовательно в определенных дозах не являются токсичными для человека, мы предположили, что и для гидробионтов иссоп окажется мало токсичным и не будет представлять серьезной опасности для водоемов, с точки зрения их загрязнения. Поэтому поиски репеллентов начали с иссопа.

Иссоп лекарственный является многолетним растением — травянистым полукустарником. Его родина — Средиземноморские страны. В СССР встречается в европейской части (и в Латвийской ССР), на Алтае; разводится главным образом на юге Украины, на Кавказе и в Средней Азии. В растении содержится 0,60 — 1,98% эфирного масла с сильным скипидарно-камфорным запахом, который является сложной смесью терпенов и других органических соединений.

Использованный для проведения опытов иссоп выращивался в Рижском ботаническом саду. Свежие листья, стебли и цветы иссопа растирались в фарфоровой ступке до консистенции порошка, а из порошка при сильном взбалтывании с водой готовились растворы — суспензии в концентрациях: 20, 50, 100, 200 мг/л, отпугивающий эффект которых проверяли на рыбах.

При концентрации 100 и 200 мг/л иссопа из зоны его действия ушли все подопытные рыбы. При концентрации 50 мг/л количество ушедших рыб составляло 60%, а при концентрации 20 мг/л — 40% от общего количества рыб.

Хотя иссоп отпугивал рыбу, но сравнительно низкая эффективность этого средства, а также трудности, связанные с его доставкой и обработкой, побудила нас продолжать поиски — выяснить, какие химические компоненты иссопа обладают рыбоотпугивающим

действием. Для этого от растительного материала иссопа отделили его эфирное масло и обе полученные фракции – эфирное масло иссопа и остаток после его отгонки испытали на рыбах. Эфирное масло вызывало ярко выраженную реакцию бегства подопытных рыб, а остаток был нейтрален.

Эфирные масла известны народам с глубокой древности. Они являются летучими ароматическими жидкостями, которые производятся и накапливаются в разных органах растений. Используются в медицине, пищевой промышленности, парфюмерии, косметике. Состав эфирных масел сложный – они содержат много различных веществ. Характерно, что главной составной частью почти всех эфирных масел являются терпены и их производные (Никитин, 1952). В больших дозах они могут вызывать признаки отравления (Ludewig, Lohs, 1966). Известно, что некоторые эфирные масла обладают свойством отпугивать рыбу (Ebeling, 1932).

Эфирное масло иссопа – прозрачная, летучая жидкость, обладающая сильным специфическим запахом, содержит ряд терпеновых и других соединений. Для проверки отпугивающего эффекта готовились водные растворы этого масла концентрацией 2,0, 1,0, 0,5 и 0,2 мг/л. В концентрации 2,0 и 1,0 мг/л они вызвали полный уход всех подопытных рыб (взрослого карпа) из зоны своего действия, а в концентрации 0,5 и 0,2 мг/л только частичный (40% и 20%) уход.

Хотя эфирное масло иссопа оказало отпугивающее действие на рыб в сравнительно малых концентрациях, его применение в практике вызывало затруднение:

1) Эфирное масло иссопа промышленностью СССР не производится, а получение его в лабораторных условиях – слишком трудоемкий процесс.

2) Его химический состав, как и состав других эфирных масел, сложный и непостоянный, содержание отдельных компонентов меняется в широких пределах в зависимости от влияния на растение многих физико-химических и других факторов. Поэтому, продолжая поиск, перешли к исследованию химических ингредиентов эфирного масла иссопа. Но разделение эфирных масел на составляющие их компоненты является трудной задачей даже при современной технике химического эксперимента (Горячев, 1953). В связи с этим в дальнейшей работе мы выбрали иной путь.

Имея в виду, что выделенные из растений эфирные масла по своему составу близки друг к другу, мы выбрали из применяемых в медицине и поэтому имевшихся в продаже эфирных масел те, которые частично содержат такие же ингредиенты, как эфирное масло иссопа, и проверили их действие на рыб. Кроме эфирного масла иссопа испытали эфирное масло гвоздики, лаванды, аптечного укропа, перечной мяты, эвкалипта, сосны.

Из всех эфирных масел, репеллентное действие которых было проверено в наших опытах, более яркую реакцию бегства подопытных рыб вызвали эфирные масла эвкалипта, иссопа и лаванды. Мы обратили внимание на то, что эти три масла от остальных, проверенных эфирных масел, отличаются тем, что все они содержат значительное количество цинеола - эвкалиптовое масло до 80%, лавандовое - 36-52%, масло иссопа - около 8% (Горячев, 1953). Поэтому, предполагая, что именно он может оказаться эффективным репеллентом для рыб, поставили опыты с чистым цинеолом.

Цинеол является летучей, прозрачной жидкостью, обладающей сильным специфическим запахом. Он принадлежит к терпеновым углеводородам - является пара-метан - 2,8 - диолом. Молекулярный вес 154,25. Формула - $C_{10}H_{18}O$, структурная формула



(Някитин, 1952).

Цинеол можно получить синтетически, но обычно его получают из эфирного масла эвкалипта — другое его название — эвкалиптол.

Нами готовились водные растворы цинеола и проверялись на рыбах. Уже при концентрации 0,4 мг/л цинеола из зоны действия ушли все подоштные рыбы. При концентрации 0,2 мг/л ушло 90%, при концентрации 0,1 мг/л — 80%, при концентрации 0,05 мг/л — 50% подоштных рыб.

Из всех проверенных веществ более сильным рыбоотпугивающим действием обладал цинеол (рис. I), поэтому вся дальнейшая работа велась с ним.

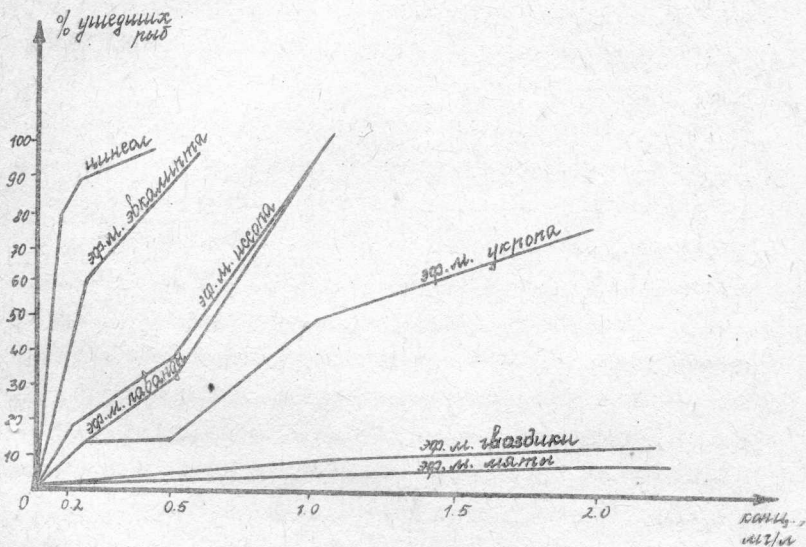


Рис. I. Уход рыб из зоны действия различных эфирных масел и цинеола.

Определение предельно-допустимой
концентрации цинеола

В настоящее время, когда со сточными водами в водоемы попадают несколько тысяч различных веществ, ведется интенсивная работа по изучению влияния этих веществ на водные организмы, определяются их предельно-допустимые концентрации - ПДК.

Токсичность различных химических соединений неодинакова, но любое из них, попав в водоем, может при определенных условиях оказать повреждающее или губительное действие на гидробионтов (Лукьяненко, 1967). Хорошо известно, что даже такое безвредное соединение, как поваренная соль, если его концентрация в воде будет значительно превышать природную эвригалийность организмов, может оказаться токсичной. То же можно сказать о любом лекарстве (Телитченко, Чернышева, 1971). Токсичное воздействие токсиканта зависит от его концентрации и длительности действия. Кроме того оно в значительной мере зависит и от температуры и химического состава водной среды - от растворенного там кислорода и других веществ, способных влиять на состояние водных организмов или входить в химические реакции с данным токсикантом (Лукьяненко, 1967).

Чтобы определить токсичность и ПДК избранного нами отпугивающего вещества цинеола, мы познакомились с литературными источниками, методиками определения ПДК. Наиболее полно и детально эти методики описаны у Н.С.Строганова (1968; 1971) и В.И.Лукьяненко (1967; 1971). Трудями этих ученых мы и воспользовались.

Введением вещества важно не нарушить главных биологических процессов в водоеме, а обеспечить и дальнейшее нормальное существование бактерий, водорослей, кормовых беспозвоночных

и рыб. Поэтому мы в длительном хроническом опыте изучали влияние различных концентраций цинеола на рыб (мольдь карпа), на дафний (*Daphnia magna* S.) и на жизнедеятельность микроорганизмов, ведущих биохимическую очистку в водоеме. Кроме того изучали последствие цинеола — его накопление в водоеме. Влияние различных концентраций цинеола изучалось на молоди карпа (осенние сеголетки) и на дафниях.

Предельно допустимая концентрация вещества не должна оказывать токсичного эффекта ни на одну из многочисленных функций организма (Лукьяненко, 1967), т.е. — это концентрация, при которой токсичное вещество становится нетоксичным (Строганов, 1970, 1971). Для определения ПДК необходимо выбрать несколько показателей, отражающих разносторонние действия на организмы токсического вещества. Обычно при изучении токсичности водной среды и установлении ПДК отдельных токсикантов привлекается 6-8 показателей, среди которых наиболее важными являются выживаемость, размножение, плодовитость и качество потомства (Строганов, 1971). В нашем исследовании мы использовали в виде тестов эти показатели и другие (кровь, газообмен).

Влияние различных концентраций цинеола на поведение, выживаемость, газовый обмен и состав крови молоди карпа

Влияние цинеола на крупную, вполне сформированную молодь карпа изучалось в сентябре-ноябре 1971 г. как в кратковременных острых, так и в длительных хронических опытах. Для каждого опыта использовали по 15 экземпляров рыб. Их помещали в ванны емкостью 40-50 литров куда наливали по 20 литров раствора цинеола, а в контрольную ванну такое же количество чистой воды. Все сосуды аэрировались, температура в них колебалась от 10 до 12°C. Растворы в сосудах и вода без цинеола в контроле ме-

нялась каждый день.

В растворах пинеола концентрацией 400 мг/л все подопытные рыбы погибли в течение 2 часов, в растворах концентрации 200 мг/л через сутки погибли 50% рыб, у выживших особей был сделан анализ крови (таблица I).

Таблица I

Морфологическая картина крови молоди карпа после суточного воздействия пинеола концентрацией 200 мг/л

Концен-трация пинеола, мг/л	Вес рыб, г	Длина рыб, см	Hb, г%	Кол. эритроцитов, млн.	СЭГ, мкмкг	Лейкоцит. ф-ла, %				Кол-во лейкоцитов в мазке на 5000 эритроц.	
						ЛИМ	МОН	ЭОЗ	НЕЙТ		
Контроль	0,0	7,1	7,4	9,4	1,70	55,3	85,4	6,2	2,8	5,6	25,8
200,0	7,2	7,5	5,4	1,14	47,4	75,0	24,5	-	0,5	7,6	

Как видно из таблицы I, в крови рыб резко снизилось количество гемоглобина (с 9,4 г% в контроле до 5,4 г% в опыте), эритроцитов (с 1,70 млн. до 1,14 млн.) и СЭГ (с 55,3 мкмкг до 47,4 мкмкг). В лейкоцитарной формуле в II раз по сравнению с контролем снизилось количество нейтрофилов, 5,8 раза уменьшилось количество лейкоцитов, увеличилось количество моноцитов.

В растворах концентрацией 100 мг/л гибели подопытных рыб не было и через 14 суток, но они перестали принимать пищу и реагировать на приближение человека, стали почти неподвижными и заметно потемнели. После суточного пребывания в растворе у них взяли кровь на анализ. Часть подопытных рыб, после суточного пребывания в растворе концентрацией 100 мг/л, поместили в чистую воду. Уже через 24 часа после этого рыбы стали питаться и реагировать на приближение человека. Через 24 дня.

после переноса этих рыб в чистую воду был сделан анализ их крови (табл. 2).

После суточного действия раствора цинеола концентрацией 100 мг/л обнаруживается некоторое снижение количества гемоглобина (с 9,4г% до 8,5 г%) и увеличение количества эритроцитов до 1,88 млн. (в контроле - 1,70 млн.). В мазке отмечается появление большого количества юных эритроцитов при заметном снижении СГЭ (с 55,3 мкмкг в контроле до 45,2 мкмкг). В лейкоцитарной формуле уменьшается число лимфоцитов с 85,4% до 73,0% и в 2,5 раза снижается число нейтрофилов. Количество лейкоцитов в крови уменьшилось за это время в 2 раза.

Через 24 дня после переноса этих рыб в чистую воду в их крови СГЭ увеличилось с 45,2 мкмкг до 50,3 мкмкг, возросло общее количество лейкоцитов, в лейкоцитарной формуле незначительно (с 73% до 76%) увеличилось число лимфоцитов, появились эозинофилы, в 2 раза снизилось число моноцитов.

Следовательно концентрация 100 мг/л и особенно 200 мг/л является для молоди карпа токсичными, о чем свидетельствует резкое усиление кроветворной функции при концентрации 100 мг/л и затем ее угнетение и высокий моноцитоз при концентрации 200 мг/л.

Несмотря на токсичность концентрации 100 мг/л цинеола и отравление подопытных рыб, которые содержались в этом растворе, после помещения их в чистую воду функции организма способны восстанавливаться. Об этом свидетельствует как поведение (питание, реакция на раздражение), так и улучшение состава крови подопытных рыб. При концентрации 200 мг/л в организме молоди карпа происходят необратимые изменения, о чем свидетельствуют массовая гибель рыб и резкое угнетение кроветвор-

Таблица 2

Морфологическая картина крови молоди карпа, подвергшейся суточному воздействию высокой концентрации цинеола и спустя 24 дня после помещения рыб в чистую воду

Концентрация цинеола, мг/л	Условия эксперимента	Вес рыб, г	Длина рыб, см	Hв, г%	Кол-во эритроц., млн.	СГЭ, мкмкг	Лейкоц. ф-ла, %				Кол-во лейкоцитов на 5000 эритроц.
							ЛИМ	МОН	ЭОЗ	НЕЙТ	
0,0	Контроль	7,1	7,4	9,4	1,70	55,3	85,4	6,2	2,8	5,6	25,8
100	Анализ сделан после суточного воздействия р-ра	7,1	7,5	8,5	1,88	45,2	73,0	24,8	-	2,2	12,8
100	В растворе находились сутки, затем 24 дня в чистой воде	7,1	7,5	8,4	1,67	50,3	76,0	11,2	1,0	1,8	18,0

ной функции — эритропения и лейкопения.

Чтобы определить безвредную для рыб концентрацию цинеола, проводился длительный хронический опыт. В литературе имеются данные о том, что пороговой для эфирных масел является концентрация 2,0 мг/л (Канаев, Метелев, 1968). Как уже было сказано, цинеол является главной составной частью некоторых эфирных масел, поэтому мы предполагали, что и его пороговая концентрация должна быть близка к 2,0 мг/л и в хроническом опыте выбрали концентрации цинеола в интервале 0,10 мг/л — 7,00 мг/л (0,10, 0,25, 0,50, 0,75, 1,00 и 7,00 мг/л).

Хронический опыт длился 2,5 месяца. Рыб кормили один раз в день мотылем и комбикормом. Кормление, освещенность и аэрация воды во всех аквариумах были одинаковы.

Известно, что даже незначительные изменения водной среды — солёности, температуры, содержания кислорода, а также появление токсического вещества вызывают, прежде всего, изменения в интенсивности дыхания водных организмов (Строганов, 1956; Карпевич, 1957). Поэтому мы через каждые 10 дней определяли интенсивность потребления кислорода подопытными рыбами.

По поведению подопытные рыбы, живущие в растворах всех изученных в хроническом опыте концентраций цинеола, от контроля заметно не отличались. Рыбы, живущие в слабых растворах (до концентрации 0,5 мг/л) не отличались от контроля и по интенсивности потребления кислорода. Более высокие концентрации цинеола — 0,75 мг/л и выше — в течение первых двух декад вызвали повышенное потребление кислорода, которое выравнивалось, начиная с третьей декады, когда, по-видимому, наступила адаптация подопытных рыб к цинеолу.

По окончании опыта часть рыб помещали в чистую воду, а

у остальных проводили анализ крови (табл.2).

Состав крови у рыб, помещенных в растворы цинеола концентрации 0,10-0,50 мг/л, от контроля существенно не отличался. У рыб, помещенных в растворы более высоких концентраций - 0,75 мг/л-7,00 мг/л в крови появились иные формы эритроцитов, в лейкоцитарной формуле по мере увеличения концентрации цинеола увеличилось количество моноцитов, исчезли эозинофилы, снизилось число нейтрофилов и общее количество лейкоцитов. Но и эти изменения не превышали предела индивидуальных колебаний (табл.3).

У рыб, помещенных после окончания хронического опыта в чистую воду, через 24 дня брали кровь на анализ. Состав крови этих рыб не отличался от контроля.

Влияние различных концентраций цинеола на выживаемость, размножение, плодовитость и качество потомства *Daphnia magna* Straus

Опыты с дафниями, помещенными в растворы цинеола различной концентрации, велись в июле и августе 1972 г. Изучалось влияние цинеола в зависимости от его концентрации на выживание, размножение, плодовитость и качество потомства *D. magna*. В каждом опыте участвовало по 10 экземпляров дафний. Все опыты велись с двойной повторностью и с контролем.

В острых опытах определили выживание дафний в растворах цинеола концентрацией 300, 200, 100, 50 и 10 мг/л при температуре 23-24°C.

Все дафнии, помещенные в растворы цинеола концентрацией 300, 200 и 100 мг/л погибли в течение 24 часов, помещенные в растворы концентрацией 50 и 10 мг/л продолжали жить в течение всего периода наблюдений, который длился 10 дней, но они прекратили размножение.

В хроническом опыте, который проводился по методике, пред-

Таблица 3

Морфологическая картина крови у мальков карпа при длительном
воздействии различных концентраций цинесла

Концентрация цинесла, мг/л	Вес рыб, г	Длина рыб, см	Гемоглобин, г%	Кол-во эритроцитов, млн.	СГЭ, мм/млг	Лейкоцитарная формула, %				ЛЕЙК., шт. на 5000 эритроц.
						ЛИМФ	МОН	ЭОЗ	НЕЙТР	
Контроль										
0,00	7,1	7,4	9,4	1,70	55,3	85,4	6,2	2,8	5,6	25,8
0,10	7,4	7,5	8,8	1,21	71,0	83,8	7,0	0,6	8,6	22,8
0,25	7,9	7,7	9,1	1,16	78,4	82,8	7,4	0,2	9,6	22,2
0,50	8,1	7,8	9,2	1,28	71,9	80,8	7,4	0,2	9,6	17,8
0,75	8,1	7,6	9,2	1,28	71,9	79,8	18,0	-	2,2	17,0
1,00	7,7	7,5	9,6	1,52	63,2	81,6	15,2	-	3,2	15,8
7,00	8,6	7,8	10,0	1,58	63,3	83,2	14,8	-	2,0	15,0

ложенной Н.С.Строгановым и Л.В.Колосовой (1971) около двух месяцев изучалось влияние растворов цинеола концентрацией 0,25, 0,50 и 1,00 мг/л на дафнии в 4 поколениях. Учитывалось время появления первого помета, частота пометов, количество молоди в одном помете и общее количество народившейся молоди. Дафний кормили один раз в день инфузориями и эмульсией дрожжей. Растворы цинеола в сосудах меняли ежедневно, также меняли воду в контроле. Подопытных дафний содержали с июля по сентябрь. В течение всего опыта они испытывали суточные колебания температуры и ее постепенное снижение в конце периода наблюдения.

Поскольку интенсивность действия токсиканта в значительной мере зависит от температуры, влияние различных концентраций цинеола на плодовитость *D.magna* изучалось и в зависимости от температуры.

При концентрации цинеола 1,00 мг/л и температуре выше 23° отмечалась задержка наступления половозрелости и появления первого помета у нескольких поколений *D.magna* - у исходного поколения на 24 часа, а у первого, родившегося в растворе этой концентрации цинеола поколения, - на 48 часов по сравнению с контролем. Кроме того при этой концентрации, в связи с уменьшением числа пометов, у первого поколения появилось значительное (на 33% по сравнению с контролем) уменьшение общего количества народившейся молоди.

Цинеол в концентрации 1,00 мг/л в интервале температуры 20,0-22,5°С стимулировал, а при температурах выше 22,5°С начал угнетать плодовитость *D.magna*. Малые дозы цинеола (0,25 мг/л) при всех изученных температурах стимулировали плодовитость *D.magna*, а средние (0,5 мг/л) на нее существенного влияния не оказали.

Размеры дафний, которые родились и жили в растворах цинеола концентрации 0,25–1,00 мг/л, не отличались от контрольных, также не наблюдалось дегенеративных особей.

Влияние цинеола на процессы самоочистения водоема

По общепринятой методике определяли пятисуточное биологическое потребление кислорода БПК₅ речной воды до и после прибавления цинеола. Прибавление цинеола до концентрации 0,5 мг/л вызвало повышение БПК₅ по сравнению с контролем примерно на 22%. Было установлено (см.дальше), что цинеол исчезает из воды вследствие его летучести и деятельности микроорганизмов. Повышение БПК₅ в присутствии цинеола подтверждает, что цинеол принадлежит к органическим веществам, которые биохимически окисляются и не являются токсичными для микроорганизмов, ведущих биохимическую очистку водоема. Следовательно, он не угрожает загрязнением водоему.

Определение малых доз цинеола в рыбах, воде и грунте водоема

Методики, пригодной для определения малых доз цинеола в воде, тканях рыб и грунте в литературе найти не удалось, поэтому мы должны были разработать ее сами. Наш метод основан на определении цинеола газо-жидкостной хроматографией с предварительным его извлечением из среды.

Из проб воды, грунта и размельченных тканей рыбы цинеол выделяли путем перегонки с водным паром. Дистиллят экстрагировали гексаном и полученные гексановые растворы цинеола хроматографировали с применением пламенно-ионизационного детектора. В качестве внутреннего стандарта использовали ундекан. На полученной хроматограмме (рис.2) измеряли высоту пиков и количество цинеола в образце вычисляли по формуле:

$$W = \frac{W_c A K}{f A_c},$$

где W - количество цинеола в $г$

W_c - количество стандарта (ундекана) в $г$

A - высота пика цинеола в $мм$

A_c - высота пика стандарта в $мм$

f - поправочный коэффициент для цинеола относительно ПИД по ундекану

K - поправочный коэффициент для компенсации потери цинеола при его выделении из пробы.

Для водных проб величина K равнялась $1,25$, для проб грунта и тканей рыб - $1,35$.

Относительная ошибка газохроматографического определения не превышала $3,2\%$.

Изучение динамики исчезновения цинеола из водных растворов и его накопления в грунте и тканях рыб

Разработанная методика дала возможность определить самые малые количества цинеола. При помощи этой методики изучалась динамика исчезновения цинеола из водных растворов, а также проверялось его накопление в организме рыб, в воде и грунте водоема.

При температуре $18^{\circ}C$ из раствора в дистиллированной воде концентрацией $1,00$ $мг/л$ цинеол полностью исчезал через 10 суток, а из речной воды - уже через 5 суток после начала опыта. Это указывает, что цинеол из стерильных растворов исчезает только вследствие летучести, а из нестерильных природных и благодаря деятельности микроорганизмов, ведущих биологическую очистку в водоеме.

После трехсуточного пребывания рыб в растворе цинеола концентрации $0,5$ $мг/л$ в их тканях присутствие цинеола не

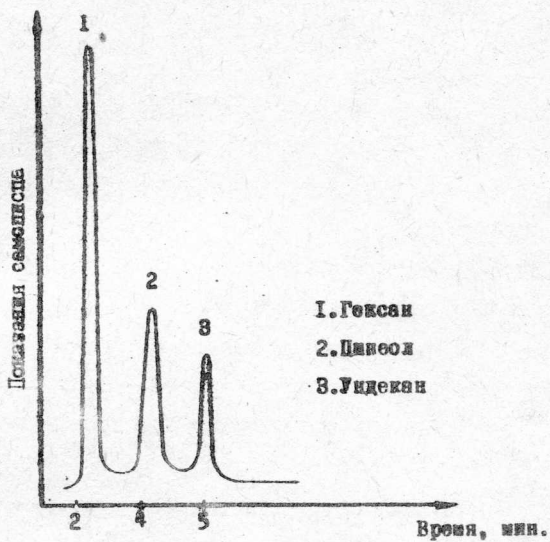


Рис. 2. Хроматограмма гексанового раствора
1,8 - цинеола

отмечалось, также не наблюдалось тенденции накопления цинеола в грунте.

ОПЫТЫ В ПРУДОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В промышленном масштабе репеллентное действие цинеола проверялось в рыбсовхозе "Нагли" (Латвийская ССР, Резекненский район) в сентябре-октябре 1971 г. во время облова товарного двухлетнего карпа.

Хозяйство "Нагли" имеет 10 нагульных прудов общей площадью 978 га. Общая длина спускных канав составляет 50000 м. Они имеют в среднем ширину 10 м и глубину 0,5-0,7 м. В связи с неточной нивелировкой канав, в них имеются глубокие зоны, где после спуска прудов концентрируется рыба, удалить которую из ям и направить к рыбоуловителям очень трудно. На этих концентрациях рыб мы и проверили репеллентное действие цинеола.

Введение раствора цинеола в начальный участок канавы и распространение его запаха вызвало массовый уход рыб из зоны его действия. На указанной площади было использовано 4 кг цинеола и выловлено 20 тонн рыб, которых до этого не удавалось направлять к рыбоуловителю.

ВЫВОДЫ

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Из 8 веществ, проверенных нами на способность отпугивать рыбу, самым эффективным является цинеол.

2. В аквариальных условиях взрослые карпы реагируют на очень слабые концентрации (0,05 мг/л) цинеола, но стремление у всех карпов уйти из зоны его действия вызывает концентрация 0,4-0,5 мг/л.

3. Летальной концентрацией цинеола для осенних сеголеток

карпа является 200 мг/л, а для дафний - 100 мг/л.

4. В концентрациях от 0,75 мг/л до 7,00 мг/л цинеол является токсичным для молоди карпа при длительном действии - у них повышается интенсивность газообмена и ухудшается состав крови, но отравление является полностью обратимым.

В концентрации 1,00 мг/л при температуре выше 23° цинеол вызывает снижение плодovitости *Daphnia magna* в ряде поколений.

5. В концентрациях до 0,5 мг/л цинеол не влияет вредно на водных организмов. Длительность выживания подопитных рыб, интенсивность газообмена и состав их крови близки контролю, и, следовательно, концентрация 0,5 мг/л цинеола является предельно-допустимой для водоема.

6. Цинеол из водных растворов исчезает в результате летучности и деятельности микроорганизмов, тенденции накопления в грунт не имеет.

7. Не наблюдается накопление цинеола в тканях рыб, пробы в течение трех суток в растворе цинеола концентрацией 0,5 мг/л.

8. Цинеол является репеллентом, при помощи которого рыбу можно направлять и сконцентрировать в нужных местах (облов прудов и др.).

9. Возникновение в водоеме концентрации цинеола до 0,5 мг/л загрязнением водоема не угрожает.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

I. Воздействие вытяжки иссопа (*Hyssopus officinalis* L.) на поведение некоторых пресноводных рыб. В сб. "Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря", № 8, Рига, 1971.

2. Воздействие ряда эфирных масел и цинеола на поведение некоторых пресноводных рыб. В сб. "Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря", № 8, Рига, 1971.

3. Способ отпугивания рыб. Авторское свидетельство № 331779, выдано Комитетом по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР. Бюллетень № 10. Москва, 1971.

4. Влияние цинеола на молодь карпа и дафнии "Экологическая физиология рыб". Тезисы докладов Всесоюзной конференции по экологической физиологии рыб. Москва, 1973.

=====
Формат 62x84 1/32

Тираж 120 экз.

Объем - 1,2 п.л.

Заказ № 84

Ротапринт ВНИРО

Москва, Верхняя Красносельская, 17



