

1135
X
МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Калининградский технический институт
рыбной промышленности и хозяйства

Н. К. Алексеев

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И СПОСОБ ЗАСЕЛЕНИЯ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ ЛИЧИНКАМИ НАСЕКОМЫХ

**Автореферат диссертации
на соискание ученой
степени кандидата
биологических наук**

Калининград
1965



МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Калининградский технический институт
рыбной промышленности и хозяйства

Н. К. Алексеев

639.3.
А - 47

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
И СПОСОБ ЗАСЕЛЕНИЯ
РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ
ЛИЧИНКАМИ НАСЕКОМЫХ

Глубокоуважаемому
Александру Сергеевичу
автор

16 XI 1965

И шв. 1135

Калининград
1965

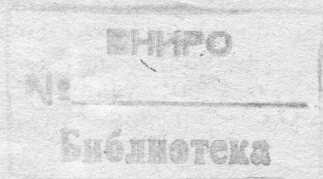
Работа выполнена на рыбоводных заводах Главгосрыбвода, в Азовском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и в Калининградском техническом институте рыбной промышленности и хозяйства.

Совет Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства направляет Вам для ознакомления автореферат к диссертационной работе тов. Алексева Н. К. «Биологические основы и способ заселения рыбоводных прудов личинками насекомых», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

Защита диссертации намечается на декабрь 1965 г.

Просим ознакомиться с авторефератом и Ваши замечания в 2-х экз. прислать на имя ученого секретаря совета КТИ (Калининград обл., Советский проспект, 1).

СОВЕТ ИНСТИТУТА



Заселение выростных прудов кормовыми для рыб организмами составляет первостепенную задачу интенсивного рыбоводства.

Внесение в пруды различных удобрений хорошо стимулирует размножение постоянных гидробионтов, преимущественно низших ракообразных зоопланктона.

В значительно меньшей степени удобрение способствует заселению прудов организмами зообентоса, большинство которых составляют водные насекомые в различных фазах развития. Среди них первое место по широте распространения, массовости, доступности для рыб и высоким кормовым качествам занимают личинки комаровидных насекомых семейства хирономид из отряда двукрылых.

Малочисленный лёт насекомых к прудам и, как следствие этого, небольшое число яйцевых кладок, внесенных в воду, ограничивает численность личинок и плотность их населения.

В таких случаях трофические ресурсы, создаваемые в прудах интенсификационными мероприятиями, остаются неиспользованными, а кормовая база не достигает величин, необходимых для получения рыбопродукции.

Среди мероприятий, применяемых для увеличения кормовой базы рыб, особо важное значение может иметь способ заселения прудов личинками хирономид.

Необходимость нахождения практических способов массового заселения хирономидами водоемов прудового типа отмечалось Всесоюзной конференцией по вопросам рыбного хозяйства (Карзинкин Г. С., 1958).

По нашим представлениям, такая задача не могла быть решена только путем улучшения экологических условий и трофических процессов в рыбоводных прудах.

Одновременно с этим требовалась мобилизация естественных ресурсов из окружающего пруды ландшафта.

В результате исследований мы нашли, что эффективный способ заселения прудов личинками хирономид может быть

основан на привлечении половозрелых насекомых и предоставлении им условий, необходимых для откладывания яиц.

Для привлечения насекомых нами использовалась их биологическая особенность при полетах в ночное время реагировать на оптическое излучение и лететь к излучателю.

Лов насекомых на свет, в особенности на ультрафиолетовый, успешно применяется в СССР и зарубежных странах для энтомологических исследований и уничтожения вредителей. Однако, привлечение насекомых на свет для заселения их личинками рыбоводных прудов явилось совершенно новой задачей. Для ее решения основное внимание в работе уделено изучению поведения насекомых, прилетающих к лампам, и выяснению экологических условий, необходимых самкам хирономид для откладывания яиц. Диссертация изложена на 259 страницах машинописного текста с 17 таблицами, иллюстрирована 38 рисунками и состоит из введения, 10 глав, выводов и списка литературы, содержащего 309 наименований, в том числе 84 на иностранных языках.

Материал и методика

Основой для выполнения настоящей работы послужили собственные исследования автора. Эксперименты и практические испытания производились на рыбоводных заводах Госрыбвода — при выращивании молоди лосося на заводе «Томе» (Лат. ССР) в 1949—1951 гг. и при выращивании молоди осетровых на Рогожкинском заводе (дельта Дона) в 1958—1961 гг.

Для выбора излучателей, наиболее эффективно привлекающих насекомых, испытывались лампы накаливания (ЛН), люминесцентные «дневного света» (ДС), ультрафиолетовые — низкого давления, бактерицидные (БУВ-30), высокого давления (ПРК-4), сверхвысокого давления (СВШД-250).

В период с 1956 по 1961 год на Рогожкинском рыбоводном заводе в дельте Дона проведено 107 сеансов лова насекомых на излучение ламп.

За указанное время около ламп было собрано для анализа более 1,5 млн. экземпляров разных насекомых.

Кроме этого, на излучение ламп ЛН, ДС и ПРК в разное время сделано 94 сбора насекомых на северном берегу Аральского моря и в низовьях Западной Двины, Куры, Дона и Преголи.

Задача сбора насекомых в наиболее полном составе была решена применением сконструированного нами мягкого экрана с козырьками.

При анализе улова мы прежде всего отбирали крупных насекомых, встречавшихся единично, или десятками экземпляров.

Оставшуюся массу взвешивали, отбирали из нее три навески, в 1 г каждая. Насекомых в навесках разбирали по систематическим группам и подсчитывали. Определялось среднее число особей каждой группы в навеске и численность в общем улове.

Распространение привлекающего излучения ламп определялось измерением расстояний, на которых пролетающие насекомые начинали проявлять положительный фототаксис.

С целью выяснения возможной гибели яйцекладок от воздействия ультрафиолетовых лучей, мы облучали кладки мотылей лампами СВДШ и ПРК на расстоянии 0,5 — 1,0 м в течение 5—6 часов. Во всех опытах такое облучение оказывалось для яйцекладок губительным. На прудах яйцекладки помещали в поверхностном слое воды в трех метрах от ламп и облучали в продолжение ночного времени 5—6 суток. В таких условиях облучение не влияло на развитие эмбрионов и молодых личинок.

В первых опытах по заселению прудов личинками хирономид мы применяли стеклянные световые ловушки для насекомых, установленные на плавучих садках-инсектариях. В дальнейшем методика работ была изменена и направлена на разработку более эффективного способа с применением открыто установленных на прудах излучателей с плавающими около них субстратами.

СОСТАВ НАСЕКОМЫХ, ПРИВЛЕКАЕМЫХ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Для оценки привлекающего действия ламп разных систем мы учитывали в сборах представителей всех отрядов насекомых.

Водные жуки и клопы определялись до рода, или вида; хирономиды — до рода, некоторые до вида, прочие насекомые учитывались в пределах семейств и отрядов. В работе описан состав насекомых, прилетавших на излучение различных ламп.

Многочисленные особи хирономид принадлежали 15 родам этого семейства. Среди них преобладали мотыли, обычно самки с оплодотворенными яйцами.

Кориксы, гладыши, плавты, ранатры и водяные скорпионы в наших сборах около ламп отсутствовали.

Водные жуки, прилетавшие к лампам, принадлежали видам 13 родов плавунцовых и 16 — водолюбов.

Среди хирономид, привлекаемых излучением, встречались виды, личинки которых известны как факультативные и облигатные хищники, способные конкурировать с молодью рыб в питании (Константинов, 1961; Луферов, 1956, 1957, 1958; Белявская и Константинов, 1957).

Лёт таких насекомых всегда был кратковременным и завершался обычно в одну ночь. Для предотвращения их лёта к лампам на это время выключались.

ПОВЕДЕНИЕ НАСЕКОМЫХ, ПРИВЛЕКАЕМЫХ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Свет, как раздражитель, издавна применяется для изучения ответной реакции насекомых — различных форм фототаксиса и фотокинеза (Френкель, Дюнн, 1940; Кузнецов, 1953; Шовен, 1953, 1960).

При силе света, превышающей определенный уровень, фотопозитивные насекомые проявляли отрицательный фототаксис (Бауэрс, 1953; Шовен, 1960), а при резкой смене освещения теряли способность к полету (Эванс, Жириско, 1958; Эдвардс, 1960).

Рядом авторов установлено, что глаза насекомых чувствительнее к ультрафиолетовой части спектра, чем к лучам видимого света (Бертхольф, 1932; Вейс, 1944; Чернышев, 1959).

На свет ультрафиолетовых ламп насекомых прилетало в 5, 10, 12, 15, 17, 20 раз больше, чем на свет ламп накаливания (Мазохин-Поршняков, 1956; Бенкевич, 1959).

К ультрафиолетовым лампам насекомые привлекались с расстояний 200—300—400—500—1000—2000 и даже 5000 м (Мазохин-Поршняков, 1955, 1956, 1956а, 1957; Бенкевич, 1959; Коломиец и Терсков, 1960, 1961).

Однако, наряду с такими сообщениями, имеются указания на то, что насекомые прилетали к лампам только с близкого расстояния, не более 20 м (Шовен, 1960; Робинзон, 1960).

Насекомые, прилетевшие к излучателю, проявляли своеобразное поведение. Они теряли способность к полету и падали на землю, приобретали состояние покоя, или долго летали около лампы, образуя роеподобное скопление (Мазохин-Поршняков, 1956а, 1957, 1958, 1960а; Горностаев, 1961; Чернышев, 1960; Коломиец и Терсков, 1960). Различный состав насекомых, прилетавших на излучение ламп накаливания и ультрафиолетовых, отмечался рядом исследователей (Фрост, 1954; Мазохин-Поршняков, 1956, 1956а; Жантиев и Чернышев, 1960; Погодина и Сафьянова, 1957).

Особенности лёта насекомых к лампам разных систем определяются по нашим наблюдениям двумя главными причинами.

С одной стороны, привлекающее излучение ламп распространяется на разные расстояния, с другой — насекомые около ламп проявляют различное поведение.

По поведению насекомых, летящих к лампам, мы в излучении любой из них выделяем три зоны. Зона фотокинетического излучения окружает лампу сферой с радиусом до 5 м. В этой зоне насекомые приобретают состояние фотокинеза и меняют знак фототаксиса. Далее от излучателя, в пределах 40 м по радиусу, располагается зона привлекающего излучения. Насекомые, залетевшие в эту зону, приобретают положительный фототаксис и устремляются к излучателю. За пределами такой зоны все излучение до границ наибольшего распространения относится к нейтральной, неактивной зоне. Летящие в ней насекомые на излучение не реагируют и к излучателю не летят.

Зона привлекающего излучения у лампы ПРК может быть в 25 раз больше, чем у лампы накаливания. Соответственно, лампа ПРК может привлекать насекомых в 25 раз больше по численности, чем обычная электролампа.

Мы наблюдали, что насекомые мелкие совершают ночные полеты низко над землей — в условиях степного ландшафта не выше 5 м. Насекомые крупные летают не ниже 5 м.

Ультрафиолетовые лампы распространяют привлекающее излучение значительно выше, чем лампы накаливания и привлекают больше высоко летающих насекомых. Такие насекомые почти переставали прилетать, когда лампы накрывались абажурами. Применяя различные типы ламп и управляя распространением их излучения, можно было регулировать состав и численность прилетающих насекомых.

Подлетая к лампе, насекомые впадали в состояние фо-

токинеза, связанное с изменением поведения и нарушением летательной способности. Этим мы руководствовались для определения распространения фотокинетического излучения различных ламп. Радиус фотокинетического излучения приблизительно определен нами для ламп накаливания в 1 м, для БУВ и ПРК — 3—5 м, для СВДШ — около 7 м.

Проявление фотокинеза характерно для различных групп насекомых, но в значительной степени определялось интенсивностью и спектральным составом излучения.

В диссертации дается описание поведения различных насекомых, находящихся в состоянии фотокинеза.

Фотокинетическое состояние летающих насекомых обычно завершалось приобретением отрицательного фототаксиса. Насекомые улетали от лампы, следуя направлению лучей, предпочитая наиболее яркие. По мере удаления от лампы и постепенного ослабления излучения насекомые освобождались от световой зависимости и приобретали нормальный полет.

ЗАВИСИМОСТЬ ЛЁТА НАСЕКОМЫХ ОТ СОЛНЕЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Чередование лёта насекомых в течение суток носит характер биологического ритма, соответствующего ритму внешних условий — изменению освещения.

Древность воздействия такого фактора среды, как следствия движения солнечной системы, вызвала наибольшую глубину приспособления насекомых. Зависимость их лёта от солнечного освещения проявляется не только между группами, летающими днем, или ночью. Достаточно отчетливо она выражена в пределах таких групп. Например, дневные бабочки летают при дневном свете (Элтрингем, 1934; Уиггелсуорс, 1937; Гецова, 1957; Фасулати, 1961), но отдельные их группы совершают полеты при разной интенсивности дневного освещения (Мазохин—Поршняков, 1952).

Медоносные пчелы летают с 9 до 11 и с 17 до 18, шмели — с 8—9 до 19 часов дня. Одиночные пчелы наиболее активны в 13—14 часов (Завгородняя, 1953).

Ктыри совершают полеты с 6—7 до 18—20 часов (Зиновьева, 1959).

Слепни летают в солнечные дни и наиболее активно с 9 до 17 часов (Олсуфьев, 1937; Скуфьин, 1949; Туров, 1953).

Разные виды поденок летают ночью, в пасмурный день,

или в лучах низко стоящего солнца (Колесов, 1930; Хартленд-Роу, 1958; Эдмунд, Ларсен, Нильсон, 1956).

Ручейники почти все летают вечером и ночью (Мартынов, 1934; Брайндл, 1958; Корбет и Хьённеланд, 1956).

Характерной особенностью представителей семейства хиروномид являются их вечерние и ночные полеты. В такое время суток происходит лёт не только взрослых насекомых, но и выход их из куколок (Боруцкий, 1963; Пальмен, 1955).

Вылет комаров из дневных убежищ строго приурочен к заходу солнца и меняется в течение всего сезона соответственно времени наступления заката (Баклемишев, 1949).

Представитель чешуекрылых, летающих ночью, луговой мотылек, вылетает через 40—50 минут после захода солнца (Стрельников, 1936).

Обзор литературных данных показывает, что основным фактором, определяющим суточное время лёта насекомых, является изменение солнечного освещения. Изменение температуры, влажности и других условий жизни насекомых действует слабее, чем ритмы света и темноты (Эмме, 1962; Шленова, 1956; Мончадский, 1956).

Распределение летающих насекомых в биосфере Земли имеет глобальный характер. На стороне планеты, освещенной солнцем, всегда летает дневной комплекс насекомых, а на теневой — ночной. Суточное вращение Земли не нарушает такого распределения.

Как показали наши наблюдения, ночные насекомые начинали летать почти за час до захода солнца при его угловой высоте над горизонтом около 10° (июнь—июль, 47° сев. шир.). В это время из солнечного излучения, достигающего земной поверхности, выпадают лучи с длиной волны 315—320 мкм и с энергией фотонов около 4 электронвольт (Мамонтова, 1932; Галанин, 1958; Чубинский, 1959; Кошкин и Ширкевич, 1962).

НАСЕКОМЫЕ, КАК ПРИЕМНИК ЭНЕРГИИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Согласно Шовену (1956), глаза у насекомых не являются единственным фоторецептором. Обширные участки тела, помимо глаз, чувствительны к свету и могут влиять на поведение насекомых. Предполагается возможность непосредственного воздействия на нервную систему световых лучей, проникающих сквозь кожные покровы насекомых.

Однако ряд авторов (Уигглсуорс, 1937; Шванвич, 1949; Кузнецов, 1953) утверждает, что одной из главных функций хитинового покрова насекомых является защита клеточных элементов от света и, прежде всего, от ультрафиолетового.

Анализ зависимости лёта насекомых от солнечного освещения и от излучения ламп позволил нам придти к гипотезе о фоторецепторной и фотокинетической функциях крыльев насекомых. Этой гипотезой мы руководствовались при выполнении настоящей работы.

Мы рассматриваем крылья насекомых не только как летательные плоскости, но вместе с этим как органы восприятия световой энергии, преобразования ее в нервные импульсы и проведения последних в ганглии для использования в работе крыловых мышц. В крыльях насекомых находятся нервы, трахеи, гемолимфа (Эрхард, 1916; Зацвилюховский, 1930, 1931, 1932, 1933; 1934; Тарбинский, 1948; Шванвич, 1949; Гжибовская, 1958; Кузнецов, 1951).

Нервы крыла связаны с центральной нервной системой (Шванвич, 1949; Иванова, 1956; Артюхов, 1961).

Мы находим, что крылья насекомых, хорошо приспособлены для восприятия световой энергии из окружающего пространства. Хитиновая мембрана крыла тонка и проницаема для света. Площадь крыльев составляет значительную часть поверхности тела насекомого. Во время работы крылья охватывают большой объем «фотонного газа». Нервы, заключенные между слоями хитиновой мембраны, испытывают воздействие энергии фотонов непосредственно, или посредством гуморального процесса. Возбуждение по крыловому нерву передается в грудные ганглии, где преобразуется в импульсы, стимулирующие работу крыловых мышц.

Различные группы насекомых приспособлены к совершению полета при определенных энергетических уровнях освещения. При недостаточной энергии дневного света, или при резком ее снижении, многие дневные насекомые лишаются способности к полету. У насекомых, летающих при освещении с малой энергией, ее быстрое увеличение вызывает перевозбуждение нервно-мышечного крылового аппарата и аномалию в его работе. Насекомые в таком состоянии теряют способность управлять полетом, что и происходит с ними в зоне фотокинетического излучения ламп. Например, пытаясь взлететь, насекомое совершает полет по короткой траектории назад. Полет назад у насекомых в состоянии фотокинеза рас-

сматривается нами как фотофеномен, возникающий в результате нарушения координации в работе крыловых мышц.

Временная адаптация к полету в сильном излучении не позволяет насекомым продолжать полет при резком снижении энергии света. Этим объясняется, как мы считаем, прекращение полета и падение насекомых после выключения лампы. По этой же причине насекомые, улетающие от лампы в состоянии отрицательного фототаксиса, следуют по направлению луча, избегая резкого перехода в тень. Различны приспособления к защите крыловых нервов от чрезмерного действия света. Таковы утолщения слоя хитина в области жилок, его поглощающая и отражающая свет окраска, опушение волосками и чешуйками.

Изучение рисунка крыла чешуекрылых затрудняется отсутствием оснований приписать рисунку физиологические функции (Шванвич, 1949).

Наше определение крыла как органа фоторецепторного действия позволяет рассматривать рисунок на крыле именно с учетом его физиологического значения.

Мозаичный рисунок может регулировать воздействие света на определенные участки нервной системы крыла. Следует сделать замечание по поводу так называемого индустриального меланизма, обнаруженного в течение последнего столетия у бабочек в окрестностях больших городов Западной Европы (Кетлуэлл, 1958; Люкас, 1960). Мы находим возможным объяснить меланизацию как приспособление к защите от излучения электрических ламп в ночное время. Несомненно, темноокрашенные особи претерпевают состояние фотокинеза менее болезненно, что обуславливает их отбор.

Иннервация крыльев насекомых связана с их жилкованием. Однако жилкование большинством авторов изучалось как механическая опора крыловой пластинки при ее аэродинамическом действии (Пюттер, 1912; Фосс, 1913; Мартынов, 1938; Залесский, 1943; Родендорф, 1949).

По заключению Б. Н. Шванвича (1949), сравнительно анатомическая ценность жилкования не может быть в настоящее время понята полностью вследствие того, что функциональное значение жилок еще не анализировано и пути к такому анализу не найдены. Для такого анализа может быть использован развиваемый нами взгляд на крыло, как орган, воспринимающий энергию оптического излучения. Мы нашли, что у насекомых, летающих в ночное время, крылья, как правило, имеют продольное жилкование. У большинства насеко-

мых, летающих днем, жилкование крыльев сетчатого или ячеистого типа.

Вероятно, ночное освещение недостаточно энергично для возбуждения нервной системы крыльев ячеистого жилкования. В состоянии ночного покоя такие насекомые находятся на открытых субстратах. В то же время энергии ночного света достаточно для возбуждения нервно-мышечного аппарата крыльев с продольным жилкованием и полет насекомых происходит нормально. Однако в дневное время такие насекомые не только лишены способности летать, но и находиться на освещенных субстратах. Примером сильного возбуждающего действия дневного света на крыловую аппарат с продольным жилкованием является полет веерокрылых, превосходящий по скорости полеты всех дневных насекомых.

Оценка жилкования крыльев, с нашей точки зрения, позволяет судить о световых условиях лёта не только современных насекомых, но и обитавших в различные геологические периоды.

Становится возможным исследовать филогенез крылатых насекомых и эволюцию их летательного аппарата с учетом важнейшего фактора среды — солнечного освещения. Можно попытаться, например, решить вопрос — является ли приспособление к ночному полету филогенетически новым, или его проявление носит реликтовый характер.

Согласно Р. Л. Берг (1960), крыло насекомого является органом, трудно поддающимся филогенетическому преобразованию со стороны функций полета, так как периоды роста и функционирования крыла разобщены. При увеличении энергии солнечного света, медленная адаптация крылового аппарата к работе в новых световых условиях вынуждала насекомых летать при прежней интенсивности освещения. Вместе с этим они теряли способность находиться днем на открытых субстратах. Обитая в укрытиях, насекомые оказывались в экологически однообразных условиях среды, относительно постоянных в течение длительного времени. Поскольку филогенез и условия существования организмов связаны прямой корреляцией, фауна укрытий эволюционирует в дальнейшем очень медленно (Яблоков-Хнзорян, 1959, 1961; Кауффе, 1960). Яблоков-Хнзорян (1961) нашел, что фауна водоемов и прибрежных пляжей богата древними формами. Мазохин-Поршняков (1956) отметил, что представители водной фауны и фауны прибрежных биотопов прилетают ночью на свет в очень больших количествах.

Эти заключения подтверждают наш взгляд на возникновение ночного полета у насекомых. Неспособность в нужном темпе приспособиться к новым световым условиям привела целые группы насекомых к обитанию в дневных убежищах, медленной эволюции и к ночным полетам. Можно полагать, что причиной этого процесса явилось повышение энергии солнечного освещения земной поверхности в середине мезозоя.

По заключению Б. Б. Родендорфа (1949), обзор энтомофауны юры определенно говорит о кардинальных изменениях летательных приспособлений насекомых в эту эпоху.

ВЫБОР, УСТАНОВКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Для привлечения насекомых необходимы источники наибольшей энергии в области привлекающего излучения и наименьшей — в области фотокинетического. Обширная зона фотокинеза вокруг излучателя может вызвать потерю значительного количества насекомых. По нашему определению, для большинства насекомых, летающих в ночное время, фотокинетическим является спектральный диапазон от 290 до 320 мкм. Согласно характеристике излучения ультрафиолетовых ламп (Скобелев, 1958), лампа БУВ излучает 80% энергии в фотокинетической части спектра, ПРК — 41%, СВДШ — 16,5%. Спектральный состав излучения ламп типа БУВ негоден для привлечения насекомых.

Весьма эффективно излучение люминесцентных ламп. Применявшиеся нами лампы «дневного света» хорошо привлекали насекомых и, особенно, хирономид (Алексеев, 1960).

В работе дается биологическое обоснование для выбора системы излучателей, способов их установки и эксплуатации.

На общем плане прудовой акватории излучатели следует расставлять в шахматном порядке из расчета 1—2 лампы на 4—5 гектаров водной площади. Излучатели должны быть накрыты абажурами. Абажур препятствует распространению излучения вверх от лампы, чем предотвращается привлечение крупных жуков, совершающих перелеты на значительной высоте. Абажур ориентирует световой поток навстречу летящим насекомым. Задний козырек абажура направляет излучение к водной поверхности обеспечивая посадку насекомых на субстрат для откладывания яиц. Включать лампы следует после

захода солнца. Массовый лёт хирономид происходит до полудня.

В случаях массового лёта насекомых, привлечение которых к прудам нежелательно, лампы можно временно выключать.

ЗНАЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ДЛЯ ОТКЛАДЫВАНИЯ ЯИЦ ХИРОНОМИДАМИ

По нашим наблюдениям, хирономиды не способны строить кладки во время полёта. Даже самые простые кладки строятся самками, сидящими в определенной позе на устойчивом субстрате, или водной поверхности. После того, как откладывание яиц и формирование кладки закончено, самка опускает ее в воду. Это происходит на месте откладывания яиц, или на некотором расстоянии, в другом участке водоема, куда самка переносит яйцекладку.

Размеры тела и плодовитость самки, величина и строение яйцекладки, способы ее формирования и погружения в воду взаимообусловлены, как части единого биологического процесса. Среди множества кладок, различных по структуре, мы обнаруживаем определенные типы их строения. Это позволяет выделить типичные формы кладок и расположить их в последовательный ряд от самых простых до сложных.

Примитивный тип кладки в виде простого яйцевого шнура мы находим у некоторых мелких хирономид, выпускающих шнур непосредственно в воду (*Cricotopus*). Усложнение структуры кладок происходит при свертывании яйцевого шнура в спираль. (*Ablabesmyia*). Самки других видов активно формируют кладки. Выпуская шнур, самка одновременно производит брюшком ритмичные маятникообразные движения. Построенная таким способом кладка имеет вид рыхлого клубка (*Procladius*). Более сложный тип кладки возникает при склеивании подковообразных петель шнура в один ряд. Кладка строится самкой на кончике брюшка, получается рыхлой по структуре (*Polypedilum*). Способ формирования яйцекладок только манипуляцией брюшка становится непригодным при откладывании большого количества яиц. Возникает новый, более совершенный способ, при котором строящаяся кладка имеет четыре точки опоры на теле самки. Такой способ строения кладок характерен для крупных хирономид — мотылей (*Chironomus*). Для откладывания яиц самка мотыля вы-

бирает устойчивый субстрат, на котором принимает характерную позу. Формирование кладки производится самкой в течение 3—7 минут.

Сформированную кладку самка немедленно погружает в воду. Отделившись от самки, кладка начинает тонуть, но ее стилетовидный отросток моментально прилипает к субстрату. За 3—4 минуты он вытягивается в прикрепленную нить длиной 10—15 см. В таком подвешенном состоянии кладка остается в воде все время развития эмбрионов. Прикрепительная нить прочна и эластична, что позволяет ей удерживать кладку на субстрате, даже при значительном волнении. Эти качества придает нити тонкий осевой тяж, внедряющийся в кладку и составляющий ее внутреннюю скелетную основу. Проникая в кладку, тяж разветвляется на две равные ветки, проходящие до ее заднего конца.

Строение осевого тяжа в последнее время используется как важный диагностический признак видовой принадлежности кладок. В связи с этим заметим, что, по нашим наблюдениям, ветви осевого тяжа не перевиваются в жгут, а налегают петли одна на другую. Концы ветвей осевого тяжа не соединяются в задней части кладки, а расходятся свободно.

Назначение растительных субстратов на прудах около излучателей — предоставить место для посадки насекомым, находящимся в состоянии отрицательного фототаксиса, дать им укрытие на время до откладывания яиц, обеспечить самкам опору для сохранения необходимой позы при формировании кладок и обеспечить прикрепление кладок на время развития эмбрионов.

Хирономиды, привлеченные к прудам, должны найти около ламп участки водной растительности, или выставленные взамен ее субстраты из растительного материала. Для их изготовления пригодна любая прибрежная и надводная растительность. Ее следует употреблять после некоторой просушки, что облегчает перевозку, постройку субстратов, повышает их плавучесть и увеличивает срок эксплуатации. Для обеспечения субстратами водной площади 2—3 га достаточно 300—500 кг такого материала.

РАССЕЛЕНИЕ ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД ПО ВОДОЕМУ

Хирономиды, прилетевшие к излучателям, откладывают яйца около них на ограниченной площади водной поверхности.

Если бы личинки, выходя из кладок, опускались здесь же на дно, то это привело бы к скоплениям их в этих местах. В действительности этого не происходит. Молодые личинки, покидая яйцевые кладки, начинают вести планктонный образ жизни и в это время расселяются по всему водоему.

Плавание молодых личинок хирономид в составе прудового планктона наблюдалось нами в 1950 году (Алексеев, 1955).

Временно планктонный образ жизни молодых личинок хирономид, описан рядом авторов (Мордухай-Болтовской и Шиловой, 1955; Константинов, 1958; Шилова, 1958; Калугина, 1959).

Наличие пищи в кишечниках молодых личинок, пребывающих в планктоне, отмечалось неоднократно. Однако способ восприятия пищи плавающими личинками не был установлен. Мы заметили, что такие личинки улавливают пищевые частицы из воды крючками и щетинками задних подталкивателей. Формирование пищевого комка производится с помощью субментума, мандибул и крючков передних ложноножек (Алексеев, 1956).

ЗАСЕЛЕНИЕ ВЫРАСТНЫХ ПРУДОВ ЛИЧИНКАМИ ХИРОНОМИД

Работы по заселению прудов личинками хирономид проводились на Рогожкинском рыбноводном заводе в дельте Дона. В 1958 году работы велись на пяти прудах площадью 2 га каждый. Интенсификационные мероприятия по прудам распределялись так:

№№ прудов	Вид интенсификации
16	Минеральные удобрения: 150 кг. суперфосфата; 220 кг аммиач. селитры. Растительные субстраты — 200 кг Излучатели — ЛН — 250 вт, ПРК-4, БУВ-30.
17	Излучатели — ПРК-4, БУВ-30. Растительные субстраты — 200 кг.
18	Растительные субстраты — 200 кг
19	Контрольные пруды.
20	Интенсификация не применялась.

Все пруды заливались и спускались почти одновременно; заливание — 2.V, спуск — 2—4.VII. В бентосе преобладали личинки хирономид, а среди них — личинки мотылей. Численность и вес этих личинок в пробах бентоса составляли:

№№ прудов	3.VI		15.VI		26.VI	
	экз/м ²	г/м ²	экз/м ²	г/м ²	экз/м ²	г/м ²
16	6192	18,8	6002	30,0	1790	12,5
17	8264	21,7	6683	33,7	2620	18,2
18	1135	3,3	1029	5,1	330	2,2
19	791	2,3	750	3,7	227	1,6
20	1088	3,1	847	4,3	93	0,7

В наибольшей численности личинки хирономид населяли пруды 16 и 17, на которых стояли излучатели. В этих же прудах было выращено более всего рыбы. В пруде 16 учтено при спуске 18600 шт. молоди осетра средней навеской 4,13 г, в пруде 17 — 45175 шт. 2,33 г; в прудах 18 и 19 соответственно 9527 и 1271 шт. с навесками 1,70 и 2,70 г.

Способ заселения выращенных прудов личинками хирономид был рекомендован для применения в производственном масштабе.

В рыбоводный сезон 1960 года на прудах Северной группы Рогожкинского завода было поставлено по две лампы накаливания мощностью 100 вт. Слабая энергия не обеспечивала яркого накала ламповых спиралей и насекомые к лампам почти не летели. Учитывая это, мы поставили дополнительно на прудах №№ 5, 6 и 7 лампы ПРК-4, по одной на пруд.

В пробах бентоса обнаружено 17 форм личинок хирономид, но численность и вес их почти полностью определялись личинками мотылей. Изменение численности и биомассы этих личинок детально наблюдалось на прудах №№ 5, 6 и 7, на которых стояли лампы ПРК. Анализ проб дал следующие показатели:

№№ прудов	5		6		7	
Показатели Даты	г/м ²	экз/м ²	г/м ²	экз/м ²	г/м ²	экз/м ²
2 VI	0,51	172	0,0	0,0	0,34	116
8 VI	2,31	578	4,50	1125	8,30	2076
16 VI	6,82	1364	13,10	2620	12,02	2405
23 VI	16,70	2328	20,47	2856	24,10	3358
1 VII	15,81	2208	29,46	2862	27,31	2646
6 VII	12,13	1464	30,72	3744	27,58	3360
14 VII	5,2	588	21,12	2028	19,62	2184

Массовый вылет мотылей на прудах замечался нами дважды — 20—23 июня и 2—6 июля. Первый вылет не повлек за собой снижения численности личинок в прудах №№ 6 и 7, но вызвал некоторое уменьшение ее в пруде № 5.

Численность личинок в прудах №№ 6 и 7 продолжала увеличиваться до второго вылета.

Процентное соотношение размерных групп личинок мотылей по численности определено нами в пробах из пруда № 6:

Дата	Длина личинок в мм				
	1	5	10	15	20
23 VI	14,1	22,7	37,2	26,0	
1 VII	10,8	19,2	21,6	48,4	
6 VII	1,3	12,9	66,2	19,6	
14 VII	14,6	20,0	36,7	28,7	

Биомассы личинок мотылей (г/м²) в бентосе других прудов приведены в следующей таблице:

№№ прудов даты	3	4	10	11	13
2 VI	0,0	0,02	0,0	0,2	0,0
8 VI	1,7	3,0	2,2	2,7	3,3
16 VI	3,5	3,3	3,9	1,1	—
23 VI	2,5	3,7	2,7	1,5	2,3
1 VII	—	4,1	1,7	1,0	—

Наименьшая биомасса личинок находилась в прудах, на которых излучатели не устанавливались (№№ 11 и 13).

В прудах, на которых, помимо ламп накаливания, стояли ПРК-4, биомасса была наибольшей — 16,7; 27,5; 30,7 г. (Алексеев, 1961).

Для прудов с лампами ПРК характерна обратная пропорциональность между величинами наибольшей биомассы мотылей и весом рыбопродукции:

№№ прудов	5	6	7
Биомасса мотылей, г/м ²	16,7	30,7	27,5
Рыбопродукция, кг/пруд	265	82	155

БИОЦЕНОТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛИСТОНОГИХ, РАКООБРАЗНЫХ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ

Большой ущерб рыбоводству наносят низшие ракообразные из группы настоящих листоногих.

Известно снижение, или полная потеря рыбопродуктивности в результате выедания рачками кормовой базы рыб (Богатова, 1959; Вельтищева, 1961).

Мы обратили внимание на то, что рачки взмучивают донный грунт и насыщают воду взвесью почти до полной непрозрачности (Алексеев, 1960). На дно водоема такая взвесь выпадает за сутки слоем 0,75—1,0 мм. За сезон слой выпавшей взвеси достигает 30—40 мм. Минеральный остаток при прокаливании такого осадка составляет 86,17% первоначального веса пробы. (Алексеев, 1965).

Личинки хирономид в прудах, заселенных листоногими, оказываются под непрерывным «дождем» минеральной взвеси. В таких условиях грунтовые личинки хирономид погибают почти все. Для личинок в планктонный период жизни минеральная взвесь особенно вредна.

Угнетение грунтовых личинок хирономид минеральной взвесью, поднятой со дна, исследовано А. С. Константиновым (1958—1959). Несомненно, что в прудах, населенных листоногими, привлечение хирономид окажется малоэффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными кормовыми организмами бентоядных рыб в рыбоводных прудах являются личинки комаровидных насекомых — хирономид. Заселение ими рыбоводных прудов происходит из яйцевых кладок, внесенных в воду прилетевшими насекомыми.

При немногочисленном лёте хирономид к прудам и небольшом числе отложенных яиц кормовая база рыб не обеспечивает получения необходимой рыбопродукции.

Привлечение хирономид на свет и предоставление им условий для откладывания яиц может быть эффективным способом заселения прудов их личинками. Для привлечения хирономид следует применять ультрафиолетовые или люминесцентные лампы с наибольшей энергией излучения в спектральной области 380—320 мк. Лампы накрываются абажурами для предотвращения лёта к ним крупных жуков.

Около ламп, установленных на прудах, должна быть водная растительность, или искусственные растительные субстраты, необходимые самкам насекомых для откладывания яиц.

Привлечение хирономид на свет увеличивает численность и биомассу их личинок в 5—10 раз по сравнению с такими показателями в прудах, где это мероприятие не применяется.

Привлечение насекомых на свет заселяет пруды преимущественно личинками крупных форм хирономид — мотылей.

Применение рекомендуемого способа делает менее резкими и непродолжительными снижения биомассы личинок, вызываемые вылетом взрослых особей.

Способ обеспечивает неоднократное вселение личинок в пруды путем привлечения самок различных популяций, летающих в разное время.

Применение излучателей на прудах способствует формированию местной популяции хирономид.

Рекомендуемый способ может быть наиболее эффективен при условии применения его в общей системе интенсификационных мероприятий, известных в прудовом рыбоводстве.

Основное содержание диссертации изложено в следующих статьях:

1. Повышение продуктивности пруда при выращивании молоди лосося. Рыбное хозяйство, № 5, 1954.

2. О расселении личинок хирономид по водоему. Вопросы ихтиологии, № 5, 1955.

3. Опыт промышленного разведения осетровых в Азово-Донском районе. Труды АзНИИРХ, т. 3, 1960.

4. Пути повышения рыбопродуктивности прудов на осетровых рыбоводных заводах Дона. Труды АзНИИРХ, т. 3, 1960.

5. Состояние бентоса выростных осетровых прудов на Рогожкинском рыбоводном заводе. Аннотации к работам, выполненным АзНИИРХ в 1960 г., сборник 1, 1961.

6. Определение кормности бентоса выростных осетровых прудов методом пробных площадок. Аннотации к работам, выполненным АзНИИРХ в 1960 г., сборник 1, 1961.

7. Увеличение кормовой базы рыб привлечением насекомых к прудам. Брошюра. Москва, 1962.

8. Биоценотическое значение листоногих ракообразных в рыбоводных прудах. Вопросы ихтиологии, в. 2, 1965.

9. О питании личинок хирономид в планктонный период жизни. Доклады Высшей школы. Биологические науки, в. 1, 1965.



13

