

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Будаев С.В. и Сбикин Ю.Н. (1989). Оборонительные реакции молоди севрюги на приближающиеся объекты. В кн. *Морфология, экология и поведение осетровых* (под ред. Д.С.Павлова и Ю.Н.Сбикина). Москва: Наука. с. 194-198.

Budaev, S.V. & Sbikin, Y.N. (1989). Avoidance of approaching objects by juvenile sturgeons (*Acipenserstellatus*). In: *Morphology, Ecology and Behaviour of Sturgeons* (Ed. by D.S. Pavlov & Y.N.Sbikin). Moscow: "Nauka", pp.194-198 (In Russian).

УДК 597.442

ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ МОЛОДИ СЕВРЮГИ НА ПРИБЛИЖАЮЩИЕСЯ ОБЪЕКТЫ

С.В. Будаев, Ю.Н. Сбикин

Оборонительное поведение молоди осетровых изучено недостаточно, в то же время знание его особенностей совершенно необходимо и при конструировании и использовании орудий лова, и при прогнозировании воздействия на популяции осетровых рыб тех или иных гидротехнических сооружений, и при определении уровня пресса хищников.

В отдельных работах [Касимов, 1980; Лукьяненко и др., 1984; Сбикин, 1984, Левин, 1984] имеются отрывочные данные о поведении молоди осетровых при нападении хищников в экспериментальных условиях. При этом отмечается, что оборонительные реакции у нее выражены очень слабо, особенно у " заводских" рыб. А.И. Кушнаренко [1971] проводилось изучение их оборонительных реакций на сетное полотно; автор также приходит к выводу о низкой способности " заводской" молоди избегать контакта с ним.

Целью нашей работы была попытка количественно охарактеризовать оборонительные реакции молоди севрюги на приближающиеся объекты. В связи с этим выяснялась зависимость особенностей внешнего проявления реакции и ее силы от формы, размеров и скорости движения раздражителя, а также от его расположения относительно подопытной рыбы.

Опыты проводили на молоди севрюги (*Acipenserstellatus*) искусственной генерации (Бертьольский осетровый завод, Астраханская обл.) в возрасте от 3 до 4 мес, длиной 6–10 см. Замеры проводили на сытых рыбах в аквариуме 90 × 30 × 15 см при температуре воды около 17°C и освещенности 400–1000 лк.

В качестве пугающих объектов применяли насаженные на стержни пластмассовые диски и пластилиновые полусфера диаметром 1,2; 2,5; 5 и 10 см. Перемещали их вручную с двумя скоростями: около 10 и 30 см/с. Для выявления особенностей реагирования в зависимости от пространственного расположения раздражителя и рыбы объекты приближали к ней сзади или спереди. В ряде опытов использовали прозрачные диски, а также проводили наблюдения за ослепленными особями. В работе использовали 30 рыб; в каждой серии опытов проводили по 25–30 замеров на разных особях.

Одним из критериев оценки силы реакции служила относительная частота реагирования рыб – процент случаев проявления реакции от общего количества предъявлений раздражителя. Считали, что оборонительная реакция присутствует только в тех случаях, когда молодь не допускает тактильного контакта с объектом.

Другими показателями оценки силы реакции служили расстояние, на котором рыбы начинали реагировать на раздражитель, и изменение скорости их плавания после предъявления раздражителя. Эти параметры определяли с помощью киносъемки, которую проводили на одиночных особях, всего было обработано около 60 кинограмм. В случаях приближения раздражителя спереди за расстояние реагирования принимали расстояние между раздражителем и рыбой в момент характерного изгиба ее тела при резком изменении направления движения, а при приближении сзади – минимальное расстояние во время приближения раздражителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Достоверных различий между характером и силой реагирования молоди на диски и полусфера одинаковых размеров обнаружено не было. В то же время особенности внешнего проявления реакции зависят от расположения приближающегося объекта относительно тела рыбы. Чаще всего при обнаружении раздражителя, движущегося навстречу, рыба резко изгибалась тело и быстро меняла направление своего движения на противоположное. После этого следовал резкий бросок. Реже, при небольших скоростях движения раздражителя, рыбы могли отворачивать в сторону или огибать приближающийся объект сверху. В случае приближения раздражителя сзади рыбы или резко поднимались вверх, или ускоряли свое движение по прямой, почти не меняя направления. Примерно в 40% таких случаев молодь, ускоряя движение, плыла по дуге и, оказываясь за раздражителем, начинала двигаться в направлению его движения.

Наблюдения показали, что сила реакции подопытных рыб зависит от размера раздражителя, с которым, в частности, была связана частота реагирования. При этом характер этой зависимости был связан также и с расположением раздражителя относительно рыбы. Так, в случае приближения

раздражителя спереди при увеличении его диаметра до 2,5–5 см частота реагирования сначала увеличивается до 46–84%, а затем при диаметре раздражителя 10 см уменьшается до 20–16%. В случае приближения раздражителя сзади с увеличением его диаметра (до 2,5–5 см) частоты реагирования увеличиваются до 78–84% и при дальнейшем увеличении размеров раздражителя остаются примерно на том же уровне.

Частота реагирования рыб на небольшие объекты (диаметром 1,2–2,5 см) зависит и от скорости движения последних: на малой скорости (10 см/с) частота реагирования примерно в 4 раза больше, чем на большой (30 см/с).

В результате обработки кинограмм оказалось, что расстояние реагирования также связано со скоростью движения раздражителя: коэффициент корреляции в случае приближения его спереди $0,74 \pm 0,2$, а при приближении сзади $0,93 \pm 0,09$.

В то же время не было обнаружено зависимости между скоростями движения приближающих объектов и скоростью плавания реагирующих рыб. Средние скорости перемещения особей после действия на них раздражителя составили: в случае приближения диска спереди 48 ± 7 см/с, а сзади – 55 ± 3 см/с. При этом максимальные скорости могли достигать 77–88 см/с.

Индивидуальные различия в частоте реагирования у разных особей сильно отличались: так, у одной из них они составляли в среднем 33%, у другой же – 85%. Однако индивидуальных различий в скоростях плавания при испуге и в расстояниях реагирования обнаружено не было.

В случае приближения к рыбе спереди прозрачного диска диаметром 5 см частоты реагирования на него оказались гораздо меньше, чем на такой же непрозрачный. В случае приближения этого диска сзади молодь реагирует на него так же часто, как и на непрозрачный диск. Подобная закономерность наблюдалась и в реагировании ослепленных рыб.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно [Рекубратский, 1967; Выскребенцев, 1984], типы оборонительных реакций отличаются у рыб разных систематических и экологических групп. При этом они связаны с особенностями плавательной активности последних непосредственно перед появлением опасности. Молодь севрюги, обитатель открытых пространств, обладает высокой плавательной активностью [Сбикин, Лапина, 1982] и, таким образом, демаскирована движением. В связи с этим увеличение скорости движения при испуге является для нее наиболее эффективным способом избегания опасности. При этом внешнее проявление оборонительных реакций (маневры, совершаемые мальками севрюги) в некоторых чертах сходно с таковым у костистых рыб, описанным Д.В. Радаковым [1972]. Так, часто наблюдаемое изменение направления движения молоди на противоположное направлению движения раздражителя позволяет рыбам в минимальный срок достичь наибольшего удаления от источника опасности.

Однако выбор оборонительной тактики возможен только при обнаружении хищника на достаточно большом расстоянии. Жертва успевает в большинстве случаев успешно сменевировать и избежать опасности, если обнаруживает хищника на расстоянии 1,5 длины тела последнего [Webb,

1985]. Уменьшение же этой дистанции до величины, меньшей, чем 0,5, сводит к минимуму эффективность обороны [Pitcher, Turner, 1966].

Полученные данные свидетельствуют о том, что основным рецептором, воспринимающим приближающиеся объекты у молоди севрюги, по всей видимости, является боковая линия. Об этом говорят и очень малые расстояния, а также опыты с прозрачными дисками и ослепленными рыбами. Зрение и хеморецепция если и имеют какое-либо значение в формировании оборонительного поведения, то играют весьма вспомогательную роль.

Ранее [Тюрюков, 1986; Павлов, Тюрюков, 1986, 1988] было показано, что механизм ориентации рыб на движущиеся объекты в темноте является гидродинамическим. Однако очевидно, что турбулентность не имеет в наших опытах существенного значения. Вероятно, здесь основное значение приобретают другие гидродинамические эффекты, а именно явления, связанные с особенностями обтекания передней части движущегося объекта.

Известно, что перед движущимися в жидкости объектами возникает локальная область гидродинамических возмущений: обтекающий поток разделяется с образованием своеобразной "застойной" зоны – возникает поле скоростей. Рыбы могут воспринимать резкое увеличение динамического давления, а также изменения направления обтекающего потока, градиенты и пульсации его скоростей боковой линией, и, вероятно, другими механорецепторами [Павлов, Лебедев, Штаф, 1981; Дислер, Смирнов, 1974]. Вероятно, эти возмущения служат рыбам сигналом о приближении хищника или препятствии в потоке воды на критическое расстояние [Павлов, Тюрюков, 1986, 1988]. При этом характер реакции подопытной молоди севрюги близок к мобилизационно-panicному [Выскребенцев, Савченко, 1977].

В наших опытах наиболее четко рыбы реагируют на приближающиеся объекты, диаметр которых составляет примерно 0,5 длины их тела: в этом случае частота реагирования была наиболее высокой. Это связано, очевидно, с тем, что перед более мелкими раздражителями возникают небольшие зоны возмущений, на которые рыбы не успевают реагировать. Более крупные объекты хотя и возбуждают большие зоны возмущений, но в этих зонах слабо выражены градиенты скоростей и изменения направления потока, что также делает их малозаметными для относительно небольших рыб [Dijkgraaf, 1962].

При этом в случае быстрого приближения раздражителя спереди молодь находится в очень невыгодном положении, так как при этом скорость его приближения к ней равна сумме скоростей рыбы и раздражителя. Кроме того, в этом случае молодь неизбежно теряет некоторое время на разворот. Все это, возможно, и приводит к наблюдаемому снижению частоты реагирования рыб на крупные (диаметр 10 см) объекты, приближающиеся к ним спереди.

В связи с изложенным можно предположить, что нападение в светлое время суток дневных хищников с хорошо развитым зрением является для молоди севрюги наиболее опасным. Эффективность оборонительных реакций молоди этих рыб ночью будет намного выше, так как ночные хищники при охоте в темноте, так же как и осетровые, главным образом ориентируются с помощью боковой линии и тактильной рецепции.

ЛИТЕРАТУРА

Выскребенцев Б.В. Сравнительно-экологические аспекты изучения поведения некоторых морских рыб // Экологические аспекты поведения рыб. М.: Наука, 1984. С. 13–17.

Дислер Н.Н., Смирнов С.А., Морфологические и функциональные особенности органов чувств системы боковой линии рыб // Основные особенности поведения и ориентации рыб. М.: Наука, 1974. С. 57–81.

Кушаренко А.И. Реакция молоди осетровых на сетное полотно // Материалы к объединенной научной сессии ЦНИОРХ и АзНИИРХ. Астрахань, 1971. С. 55–57.

Левин А.В. Поведение и распределение молоди русского осетра в Западной части Северного Каспия на первом году жизни: Дис.... канд. бiol. наук. Астрахань, ЦНИРХ МРХ СССР, 1984. 179 с.

Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых. Волгоград, 1984. С. 139–158.

Павлов Д.С., Лебедев И.Г., Штраф Л.Г. Управление поведением покатной молоди рыб в потоке воды при помощи тактильно-гидравлических ориентиров // Поведение рыб. М.: ВАСХНИЛ, 1981. С. 89–104.

Павлов Д.С., Тюрюков С.Н. Роль гидродинамических стимулов в поведении и ориентации рыб вблизи препятствий // Вопр. ихтиологии. 1988. Т. 28, вып. 2. С. 303–314.

Павлов Д.С., Тюрюков С.Н. Гидродинамический механизм ориентации рыб в потоке воды вблизи препятствий // Рыбоводство, 1986. № 1.

Радаков Д.В. Стойность рыб как экологическое явление. М.: Наука, 1972. 174 с.

Рекубратский В.А. Экологические стереотипы пищедобывающего и защитного поведения рыб // Поведение и рецензии рыб. М.: Наука, 1967. С. 121–125.

Сбикин Ю.Н. Проблемы изучения поведения осетровых // Экологические аспекты поведения рыб. М.: Наука, 1984. С. 46–54.

Сбикин Ю.Н., Лапина Н.Н. Двигательная и пищевая активность молоди севрюги при резком повышении солености воды // Вопр. ихтиологии. 1982. Т. 22, вып. 5. С. 864–869.

Тюрюков С.Н. Гидродинамический механизм ориентации щуки (*Esox lucius L.*) на жертву // Распределение миграции рыб во внутренних водоемах. М., 1968. С. 160–173.

Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя: Пер. с нем. М.: Наука, 1969.

Dijkgraaf S. The function and significance of the lateral line organs // Biol. Revs. Cambridge Phil. Soc. 1985. Vol. 38, N 1. P. 51–105.

Pitcher T.J., Turner J.H. Danger at dawn: experimental support for the twilight hypothesis in shaling minnows // J. Fish Biol. 1986. Vol. 29, Suppl. A. P. 59–70.

Webb P.W. Form and function in fish swimming // Sci. Amer. 1986. Vol. 251. P. 58–69.