

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 597.554.3.-11.33.2(262.8)

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ
НЕРЕСТОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ ВОБЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ
УСЛОВИЯХ ВОЛГО-КАСПИЯ**

© 2014 г. Г. Ф. Металлов, Е. Н. Пономарёва, П. П. Гераскин*, А. В. Ковалёва

Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, 344006

** Астраханский государственный технический университет, Астрахань, 414056*

E-mail: genmet@mail.ru

Поступила в редакцию 25.02.2013 г.

Окончательный вариант получен 10.07.2013 г.

В результате многолетнего изучения физиолого-биохимического состояния популяции воблы в современных экологических условиях Волго-Каспийского района установлено, что в предзимоважный и нерестовый периоды у производителей выявляется значительный дефицит липидов и белка, определяющий уровень сформированности половых продуктов, успех нерестовой миграции и, соответственно, промысел. По результатам исследования физиологического состояния производителей воблы был установлен минимальный уровень жира, лимитирующий ее ход на нерест. Предложен путь интеграции полученных данных в методику оценки общего допустимого улова с целью ее совершенствования специалистами, занимающимися промысловой статистикой.

Ключевые слова: вобла, экология, загрязнение, корм, физиология, промысловый запас, нерест.

ВВЕДЕНИЕ

Колебание численности рыб является закономерным следствием изменения естественных факторов среды обитания. Однако в настоящее время численность той или иной популяции рыб определяется не только природными, но и разнообразными факторами антропогенного характера, существенно влияющими и на формирование нерестовых стад.

При оценке промысловой перспективы, в том числе каспийских рыб, эти факторы практически не учитываются, поскольку считаются малозначимыми, в то время как исследования физиологического состояния полупроходных рыб в последние годы (Металлов и др., 2008а; Гераскин и др., 2011; Файзулина, Гераскин, 2011) свидетельствуют о том, что ухудшение экологической обстановки в северном Каспии оказывает

значительное влияние на рыб. В результате основные промысловые характеристики, рассчитанные только на основании ихтиологических данных, без учета их физиологических особенностей, часто не подтверждаются реальными уловами (Кушнаренко, 2008; Металлов и др., 2010; Балыкин, Кушнаренко, 2012).

К настоящему времени накоплен достаточный объём конкретных данных о физиологических потребностях промысловых каспийских рыб, в том числе воблы, в необходимом уровне накопления резервных веществ, определяющих своевременное созревание особей и сроки нерестовой миграции.

В последние годы произошли существенные изменения состояния бактерио-, фито- и зооценозов северного Каспия. В частности, биомасса зообентоса, основного компонента питания воблы, в северном Каспии

снизилась в несколько раз (Козырева, 2008; Ардабьева, 2010; Умербаева и др., 2011).

На фоне снижения кормовой базы северной части Каспийского моря многолетнее воздействие токсических веществ, и особенно углеводов, привело к негативным изменениям в физиологии каспийских промысловых рыб, аналогичным тем, которые наблюдали исследователи в экспериментальных условиях (Уцов и др., 2004; Горбунова, Панарина, 2009). Выявлен дефицит различных биохимических компонентов у осетровых, сельдевых и карповых рыб. У воблы наблюдалось значительное снижение концентрации липидов в мышцах и гонадах (Металлов и др., 1990, 2007, 2008а, 2010; Вылежагина, Панасенко, 2008; Гераскин и др., 2011; Файзулина, Гераскин, 2011).

Жир определяет уровень энергетики рыб, их выживаемость во время зимовки, направленность продукционных процессов в миграционный период и сроки успешного завершения нереста. При его дефиците созревание рыб замедляется, а в критических ситуациях их половые продукты резорбируются. В этом случае рыбы не образуют промысловые скопления, не участвуют в нерестовой миграции и не появляются в промысле. Это характерно при дефиците жира для балтийской салаки и анчоусовидной кильки (Кривобок, Тарковская, 1960; Шульман, 1972; Шатуновский, 1980; Луц и др., 1984; Металлов и др., 1990, 2007; Шульман и др., 1993).

Ранее проведенные экспериментальные исследования и полевые наблюдения показали, что за период зимовки и при переходе в нерестовое состояние вобла теряет до 50% жира (Бокова, 1940; Металлов и др., 2008а; Гераскин и др., 2011), плотва за этот период — не более 20% (Лапина, 1979). Однако сразу после нереста плотва быстро набирает жир, а вобла продолжает истощаться. Это свидетельствует о том, что вобла на всех стадиях жизненного цикла испытывает дефицит корма. Из чего следует сделать вывод, что современная экологическая обстановка в северном Каспии отрицательно влияет как на кормовую базу, так и непосредственно на фи-

зиологию воблы, что в свою очередь должно отражаться на процессе созревания ее производителей и, соответственно, на формировании этим видом нерестовых (промысловых) скоплений.

Цель настоящей работы — по результатам многолетних исследований жирового и белкового обменов у производителей воблы в предзимовальный и нерестовый периоды установить процент рыб с минимальным уровнем жира, лимитирующим ее ход на нерест, а также предложить путь интеграции полученных данных в методику оценки общего допустимого улова с целью ее совершенствования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собирали в 2003–2010 гг. в морских (северный Каспий) и речных (низовья реки Волга) экспедициях в преднерестовый (апрель–май) и предзимовальный (октябрь–ноябрь) периоды. Физиолого-биохимические исследования проведены на 637 самках воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Атлас ..., 2002). Материал представлен половозрелыми самками 3–4 лет. В последнее время эти группировки составляют 11,4% от общей численности воблы в северном Каспии и 89,5% от ее зрелой части. Навеска снизилась практически в два раза (Кушнаренко, 2008). Начиная с 2000 г. рыбы в возрасте 9–12 лет практически не встречаются. Рыбы, мигрирующие весной в р. Волга, находились на IV, IV-V стадиях зрелости гонад. В осенний период рыбы были менее зрелые — на III, III-IV стадиях.

Исследования физиологического состояния рыб проводили путем изучения содержания суммарных липидов и водорастворимого белка в мышцах и гонадах. Содержание липидов характеризует уровень устойчивости рыб к факторам окружающей среды, репродуктивную способность и готовность их к нерестовому ходу (Шатуновский, 1980). Содержание липидов определяли модифицированным методом ВНИРО (Кривобок, Тарковская, 1962). Липиды экстрагировали из гомогената тканей смесью Фолча (хлоро-

форм-этанол, 2:1) в соотношении ткани и экстрактивного вещества 1:5, экстракт отмывали от нелипидных примесей солевым раствором. Количественное определение суммарных липидов проводили весовым методом.

Концентрация белка — показатель уровня пластического обмена. В некоторых случаях белок является альтернативным источником энергии (Шульман и др., 1993). Концентрацию водорастворимого белка определяли методом Варбурга и Христьяна (Методы биологии развития, 1974). Метод основан на спектрофотометрическом измерении оптической плотности белкового раствора при длинах волн 260 и 280 нм.

Полученные результаты подвергали статистической обработке, используя пакет программ STATISTIKA 6.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В многолетнем аспекте содержание липидов в мышцах и гонадах у самок каспийской воблы, выловленных в северном Каспии в осенний период, изменялось в широких пределах: от 2,6 до 12,2 мг/г и от 13,9 до 58,1 мг/г. Аналогичная тенденция выявлена и в динамике белка в мышцах и гонадах — от 30 до 49 мг/г и от 160 до 212 мг/г соответственно (табл. 1).

По сравнению с начальным периодом исследования (2003 г.) содержание липидов в мышцах у рыб в море осенью 2010 г. снизилось в 2,5–4 раза, в гонадах — в 3–4 раза. Количество белка в мышцах и гонадах также снизилось, но не столь значительно — в 1,3–1,6 раз.

В период нерестовой миграции в р. Волга содержание липидов в мышцах у самок воблы за весь период исследования оставался на одном уровне (5,8–6,0 мг/г) (табл. 2). Однако если в осенние периоды 2003 и 2005 гг. средний уровень липидов в мышцах был закономерно выше (7,3–12,2 мг/г), чем у рыб в весенний период следующего года (6,0–6,4 мг/г), то начиная с 2006 г. производители, выловленные осенью, имели более низкий уровень липидов в мышцах (2,6–5,4 мг/г), чем весной (5,8–6,2 мг/г). Поскольку

ку осенний период является окончанием нагула и запас резервных веществ должен быть значительно выше, чем в период нерестовой миграции, следует констатировать, что ухудшение экологии северного Каспия существенно изменило направленность липидного и белкового обменов. В отличие от воблы у плотвы в осенний период уровень липидов всегда закономерно выше, чем у производителей в период нерестовых миграций (Лапина, 1979). Под влиянием современных условий нагула в северном Каспии упитанность воблы, как в морской, так и в речной периоды жизни снизилась в два раза (табл. 1, 2).

У современных самок воблы в период нерестовой миграции в р. Волга содержание липидов в мышцах находилось в пределах 6,0 мг/г. Однако среди этих рыб выявлены производители с содержанием липидов 3,0–4,0 мг/г. С учётом 50%-ных потерь за период зимовки и в преднерестовый период рыбы должны были иметь этот показатель в размере как минимум 6,0 мг/г, чтобы совершить нерестовую миграцию.

По данным Шихшабекова (1985), у самок каспийской воблы, входившей на нерест в реки Дагестанского побережья в середине 80-х гг. XX в., содержание липидов в мышцах превышало его значения у современных самок в 3–5 раз. Аналогично высокие концентрации липидов в мышцах ($29,7 \pm 1,2$ мг/г) определены у самок воблы, выловленных в прибрежных водах Республики Калмыкия осенью 2005 г. Такой высокий уровень жира в мышцах воблы, выловленной у западного побережья северного Каспия, определяется высоким уровнем их кормовой обеспеченности в этих районах моря (Ардабьева и др., 2006).

Рыбы, имеющие в осенний период содержание жира менее 6,0 мг/г, остаются в море, что подтверждается прямыми наблюдениями в северном Каспии весной. Часть самок воблы, выловленных в море в преднерестовый период, находилась на II стадии зрелости гонад, а у других рыб отмечалась массовая резорбция ооцитов. Безусловно, это отрицательно сказывается на формиро-

Таблица 1. Многолетняя динамика содержания общих липидов и водорастворимого белка в тканях самок воблы в северном Каспии в осенний период

Длина, см	Масса, г	Упитанность по Фультону	Липиды, мг/г		Водорастворимый белок, мг/г	
			мышцы	гонады	мышцы	гонады
2003						
18,0±0,4	152±12,00	2,40±0,09	12,2±2,7 n = 8	58,1±6,4 n = 10	49,0± 2,90	212,0±6,4
n = 11			n =11			
2004, n= 33						
18,7±0,3	134±6,62	2,04±0,05	7,3±0,5	22,1±0,1	49,5±0,90	191,0±3,1
2005, n= 28						
18,8±0,3	124±7,10	1,87±0,02	7,7±1,0	-	43,8±3,20	-
2006, n= 35						
17,1±0,3	98±5,81	1,76±0,03	2,6±0,1	-	-	-
2007, n= 54						
17,7±0,3	101±4,00	0,98±0,01	3,2±0,2	13,9±0,2	61,0±3,70	160,0±5,5
2008						
19,1±0, 0	140±6,17	1,06±0,01	4,8±0,3	20,2±0,8, n = 49	30,0±0,60, n = 50	177,0±2,6, n = 47
n = 50						
2009, n= 73						
17,0±0,2	108±4,70	1,13±0,02	5,4±0,4	21,7±1,5	36,0±1,90	195,0±3,2
2010, n= 47						
18,4±0,3	124±6,10	1,03±0,01	5,0±0,4	14,3±0,8	45,0±2,45	171,5±6,2

Таблица 2. Многолетняя динамика содержания общих липидов и водорастворимого белка в тканях самок воблы в реке Волга в весенний период

Длина, см	Масса, г	Упитанность по Фультону	Липиды, мг/г		Водорастворимый белок, мг/г	
			мышцы	гонады	мышцы	гонады
2004						
17,0±0,29	106,0±3,90	2,20±0,11	6,0±0,8	24,0±3,1	46,20±3,6	160±4,5
n= 10					n= 6	
2005						
19,0±0,57,	152,0±15,70	1,90±0,09,	6,4±1,8,	25,0±5,2,	62,10±4,8,	186±12,0,
n= 18		n= 7	n= 18	n= 14	n= 18	n= 3
2006, n= 50						
20,0±0,36	171,0±7,64	2,20±0,11	5,8±0,3	24,0±3,1	-	-
2007						
20,0±0,22	155,0±6,06	1,90±0,20,	5,8±0,6	23,0±1,5	-	-
n= 29		n= 25	n= 29			
2008						
22,0±0,59	229,0±16,00	1,14±0,02	6,2±0,8	18,6±2,0	33,00±2,8	151±8,6
n= 41					n= 34	
2009, n=34						
24,3±0,44	322,7±19,30	1,23±0,02	6,2±0,6	19,3±0,9	26,04±1,7	132,8±3,7
2010, n= 29						
21,0±0,40	207,0±12,90	1,18±0,02	5,5±0,5	26,3±1,4	24,00±1,9	96±3,9

вании нерестовых (промысловых) скоплений воблы (Файзулина, Гераскин, 2011).

Выявленная тенденция динамики содержания липидов в мышцах характерна и для таковой липидов в икре. В конце 1950-х гг. в икре рыб IV—V стадии зрелости концентрация липидов составляла в среднем 30–35 мг/г (Чепракова, Васецкий, 1962). У современных самок воблы, заходящих на нерест в Волгу, содержание липидов в икре в 1,5 раза ниже (18,6–25,0 мг/г). Такая же картина отмечается и в отношении концентрации белка в мышцах и гонадах (табл. 2).

Анализ многолетних данных по содержанию суммарных липидов в мышцах и гонадах у современных производителей воблы позволил разработать способ оценки потенциально готовых к нерестовым миграциям самок, который защищён патентом на изобретение (Металлов и др., 2008б).

Указанная задача решается таким образом, что прогнозная численность заходящих на нерест производителей воблы корректируется с помощью данных по доле рыб с критическим содержанием липидов в мышцах в предзимовальный период. Он определяется минимальным уровнем липидов в мышцах рыб в Волге, суммированным с 50%-ными потерями жира за зимовку и преднерестовый период. Речь идет, как правило, об особях, потерявших способность к нерестовой миграции из-за тотальной резорбции ооцитов или их несозревания (II стадия зрелости гонад) вследствие низкой обеспеченности энергетическими ресурсами.

На основании анализа многолетних данных (2003–2010 гг.) по содержанию жира в мышцах показано, что его уровень у мигрирующей на нерест воблы не должен быть ниже 6 мг/г. За весь период наблюдения в среднем 40% рыб имели уровень жира менее 6 мг/г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в северном Каспии, который находится под постоянным антропогенным влиянием, далеко не всегда формируются необходимые экологические усло-

вия для полноценного нагула промысловых рыб, в том числе воблы. В результате этого часть производителей не может участвовать в нересте, снижая численность нерестового стада. С целью дальнейшего совершенствования существующих методов промыслового прогнозирования необходимо учитывать физиологическое состояние (как качественную характеристику) потенциальных производителей, формирующих нерестовые стада, при дальнейшем совершенствовании прогнозирования, которое предусматривало бы тесное интегрирование ежегодно получаемых и обобщённых физиологических данных с материалами ихтиологических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ардабьева А.Г. Фитопланктон Северного Каспия в период стабилизации уровня моря // *Вопр. промысл. океанологии*. 2010. Вып. 7. № 2. С. 229–239.

Ардабьева А.Г., Тарасова Л.И., Малиновская Л.В. Кормовая база Северного Каспия в 2005 г. // *Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2005 год*. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006. С. 123 – 133.

Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю.С. Решетникова. Т. 1. М.: Наука, 2002. 379 с.

Балыкин П.А., Кушнаренко А.И. О методах исследования водных биологических ресурсов // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. 2012. № 2 (122). С. 38–43.

Бокова Е.Н. Потребление корма воблой // *Тр. ВНИРО*. 1940. Т. XI. Ч. II. С. 5–22.

Вылегжанина Е.Е., Панасенко Н.Н. Принцип «нулевого сброса» не соответствует нулевому уровню экологического риска // *Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна»*. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. С. 193–197.

Гераскин П.П., Файзулина Д.Р., Дубовская А.В., Аксёнов В.П. Особен-

ности физиологического состояния воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) Волго-Каспийского бассейна в период нерестовой миграции // Экологические исследования Казахского сектора Каспийского моря и прибрежной зоны. Алматы: Изд-во ТОО КАПЭ, 2011. С. 31–35.

Горбунова Г.С., Панарина Н.В. Влияние бурового шлама, бурового раствора и нефти на гематологические показатели некоторых видов рыб Каспия // Матер. III Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2009. С. 4–49.

Диаров М.Д., Гиладжеев Е.Г., Ергалиев Ж.Т. Перспективы освоения углеводородных ресурсов и ожидаемые негативные последствия их на окружающую среду Казахстанского сектора Каспийского моря // Матер. I Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2005. С. 76–79.

Козырева Е.В. Условия нагула взрослой популяции воблы в западной части Северного Каспия в 2007 г. // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. С. 232–235.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Определение сроков нерестовых миграций салаки на основании изучения её жирового обмена // Тр. ВНИРО. 1960. Т. XLII. С. 171–188.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Определение жира в теле рыб // Руководство по методике исследований физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 134–142.

Кушнаренко А.И. К совершенствованию оценки промыслового запаса рыб Северного Каспия // Вопр. рыболовства. 2008. Т. 9. № 2(34). С. 307–318.

Лапина Н.Н. К оценке масштабов некоторых обменных процессов плотвы Можайского водохранилища в течение годового цикла // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1979. № 2. С. 28–32.

Луц Г.И., Рогов С.Ф., Пряхин Ю.В. Некоторые закономерности колебаний численности пелагических рыб Азовского моря — тюльки, сельди и хамсы // Вопр. ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 1. С. 3–10.

Металлов Г.Ф., Гераскин П.П., Шелухин Г.К., Аксёнов В.П. Физиолого-биохимическая оценка состояния русского осетра в современных условиях Волго-Каспия // Физиолого-биохимический статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). Рыбинск: ИБВВ РАН, 1990. С. 181–187.

Металлов Г.Ф., Пономарёв С.В., Седов С.И. и др. Некоторые аспекты жирового и белкового обмена у каспийских килек в современных экологических условиях // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: международный симпозиум. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 479–481.

Металлов Г.Ф., Гераскин П.П., Кушнаренко А.И. и др. Многолетняя динамика липидного и белкового обменов у каспийской воблы // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008а. С. 244–247.

Металлов Г.Ф., Гераскин П.П., Аксёнов В.П. Способ оценки потенциально готовых к нерестовым миграциям самок воблы: Патент на изобретение № 2325801. 2008б. 3 с.

Металлов Г.Ф., Пономарёв С.В., Аксёнов В.П., Гераскин П.П. Физиолого-биохимические механизмы эколого-адаптивной пластичности осморегулирующей системы осетровых рыб. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. 192 с.

Методы биологии развития (Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические) / Под ред. Т.А. Детлаф и др. М.: Наука, 1974. 619 с.

Рылина О.Н., Попова О.В., Попов О.П. и др. Экотоксикологический мони-

- торинг Волго-Каспийского бассейна // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2002 год. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2003. С. 54–74.
- Умербаева Р.И., Саркисян Н.А., Зубанов С.А., Исмагулов А.А. Динамика планктонных и бентосных сообществ в районе месторождения им. Ю. Корчагина на Северном Каспии // Защита окружающ. среды в нефтегаз. комплексе. 2011. № 10. С. 48–54.
- Уцов С.А., Горбунова Г.С., Абдусаматов А.С., Курапов А.А. Влияние токсикантов нефтегазовой индустрии на показатели липидного обмена рыб Среднего Каспия // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2003 год. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2004. С. 88–91.
- Файзулина Д.Р., Гераскин П.П. Физиолого-биохимическая характеристика воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) и леща (*Abramis brama*) в современных экологических условиях Волго-Каспийского бассейна // Вопр. рыболовства. 2011. Т. 12. № 3 (47). С. 535–542.
- Чепракова Ю.И., Васецкий С.Г. Особенности зрелой икры воблы (*Rutilus rutilus caspicus* Jak.) в связи с характером нерестового стада // Вопр. ихтиологии. 1962. Т. 2. Вып. 2 (23). С. 262–274.
- Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 288 с.
- Шихшабеков М.М. Влияние измененных условий на репродуктивные циклы южных широт // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах южных широт. М.: Наука, 1985. С. 134–148.
- Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.
- Шульман Г.Е., Аболмасова Г.И., Столбов А.Я. Использование белка в энергетическом обмене гидробионтов // Успехи соврем. биологии. 1993. Т. 113. Вып. 5. С. 576–586.

THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF FORMATION OF SPAWNING POPULATIONS OF ROACH IN MODERN CONDITIONS OF THE VOLGA-CASPIAN

© 2014 y. G. F. Metallov, E. N. Ponomareva, P. P. Geraskin*, A. V. Kovaleva

Southern Science Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, 344006

** Astrakhan state technical university, Astrakhan, 414056*

As a result of long term studying of the physiological and biochemical status of roach populations in modern environmental conditions of Volga-Caspian region it was revealed that breeders has a significant shortage of lipids and protein during prewintering and spawning periods, determined the level of sexual products development, the success of spawning migration and, respectively, the commercial catches. The minimal level of fat, limiting its spawn migration, was determined as a result of studying of physiological status of breeders. The way of new data integration to the method of evaluation of total legal catch with aim of its further improvement by the specialists of catch's statistics was offered.

Keywords: roach, ecology, pollution, nutrition, physiology, commercial stock, spawning.