

УДК 597.585.1 : 597—105 : 597—15

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН АЗОВСКИХ БЫЧКОВ РОДА *Gobius* В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОГО СТОКА ДОНА

Е. П. Сказкина

После зарегулирования стока Дона режим Азовского моря резко изменился. Численность, ареалы и уловы проходных и полупроходных рыб сократились. Море стало хамсово-тюлечно-бычковым. Численность бычков в период с 1955 по 1968 г. существенно увеличилась, их уловы возросли более чем в 10 раз и достигли 600—900 тыс. ц (Костюченко, 1970). Основой бычкового промысла является бычок-кругляк *Gobius melanostomus* P., сирман — *G. syrman* Nordman, песочник *G. fluviatilis* P. и мартовик *G. batrachocephalus* P. составляют всего 10% от вылова бычков.

Летом в придонных слоях Азовского моря периодически возникает дефицит кислорода, вызывающий огромные по площади заморы — гибель водного населения от удушья (Книпович, 1932; Дацко, 1951; Федосов, 1955).

Каждый из перечисленных выше видов бычков имеет четко различающийся по грунтам ареал (Ильин, 1927; Карпевич, 1960) и неодинаково реагирует на дефицит кислорода (Шульман, 1956; Сказкина, 1966).

В данной работе изложены результаты исследований влияния кислородного режима Азовского моря на распределение и выживание кругляка, сирмана, мартовика и песочника и сделана попытка установить степень влияния дефицита кислорода на их распределение и запасы. Были проведены полевые наблюдения за поведением бычков в море и исследован энергетический обмен, характеризующий потребности организма в кислороде, а также критические концентрации O_2 для изучаемых видов.

Особенности кислородного режима Азовского моря. Физико-химические условия Азовского моря уникальны по биологической и промысловой продуктивности (Зенкевич, 1963). Кислородный режим моря в первую очередь определяется высокой продуктивностью. Он связан с сезонной динамикой физических и продукционных процессов и поэтому крайне неустойчив (Дацко, 1955; Старк, 1960; Бронфман, 1972; Макарова и Спичак, 1972).

Весной содержание кислорода и насыщение им воды высокое и составляет в среднем 99—108% (Цурикова и Шульгина, 1964). Летом кислородный режим моря ухудшается. В центральных районах моря недостаточно насыщен кислородом даже поверхностный горизонт. В придонном горизонте в некоторых случаях насыщение снижается до нуля (Гидрометеорологический справочник Азовского моря, 1962). Особенно продолжителен дефицит кислорода в июле—августе, когда температура воды достигает максимума и стоят безветренные дни. Чаще всего дефицит кислорода наблюдается в зоне глинистых илов, богатых органическим

веществом и занимающих почти всю центральную часть моря и предпроливье.

Осенью вертикальное распределение кислорода относительно равномерно: происходит интенсивное перемешивание, снижается температура и скорость разложения органического вещества. Среднее насыщение кислородом составляет 98% у поверхности и 90% — у дна.

Зимой содержание кислорода в море высокое, в среднем около 100%. Но в центральных районах при наличии ледового покрова у дна иногда возникает дефицит кислорода, о чем можно судить по гибели бентоса (Старк, Некрасова, 1962).

Дефицит кислорода является причиной гибели водного населения от удушья. Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1953) высказывал мнение, что «дефицит кислорода и, как его следствие, заморы — своего рода бич Азовского моря — бедствие, которое поражает огромные пространства и почти все группы животного населения». Еще в 1924 г. А. Н. Пробатовым был отмечен подход ослабевшей, полуживой от удушья рыбы в бухты Кубанского побережья. Очень сильные заморы зафиксированы летом 1937 и 1946 гг. В июле—августе 1937 г. в придонном слое более чем половины моря наблюдался дефицит O_2 (от 60% насыщения до 0), что привело к массовой гибели водных организмов (Книпович, 1932). В 1946 г. массовая гибель промысловых рыб отразилась на их запасах. По ориентировочным подсчетам В. П. Воробьева, погибло 33% всей зашедшей в море хамсы. Предполагается, что гибель бычков была также значительной.

В 1954, 1957, 1959 и 1961 гг. также были отмечены заморные явления, но в отличие от 1937 и 1946 гг. они были непродолжительными и охватывали небольшие районы в центральной и предпроливной частях моря.

Многие исследователи предполагали, что после зарегулирования стока Дона вероятность возникновения заморов уменьшится (Мордухай-Болтовской, 1953; Федосов, 1955). Однако в период наших наблюдений (1962—1966 гг.), а также в настоящее время (Макарова, 1970; Бронфман, 1972) заморы разной интенсивности наблюдаются ежегодно. В первую очередь от заморов страдает донное население, в том числе и бычки.

Методика полевых наблюдений и экспериментальных работ. Наблюдения за распределением и выживанием четырех видов бычков в Азовском море проводили в 1962—1966 гг. Ежегодно выполняли стандартные траловые съемки — апрельскую, июньскую и октябрьскую. Кроме того, использовали материалы по распределению бычков, собранные Азчеррыбпромразведкой. По количеству станций с уловом рассчитывали величину ареала в тыс. км² для каждого вида. Величина ареалов за 1956—1961 гг. была рассчитана по материалам Азчеррыбпромразведки и АзчерНИРО.

Гидрохимический режим и кормовая база Азовского моря охарактеризованы с привлечением материалов АзНИИРХА за 1962—1966 гг. В месяцы с резко выраженными заморными явлениями (август 1963 г., июнь 1964 г., июль 1966 г.) проводили специальные кислородные съемки всего моря, а также отдельных бухт и заливов.

Распределение бычков сопоставляли с кислородным режимом придонных горизонтов моря.

Стандартный обмен бычков изучали в замкнутых сосудах по общепринятой методике. Рыбу для опытов отлавливали ставным неводом и выдерживали без пищи сутки. Обмен сирмана и кругляка исследовали весной при температуре 14°С, а мартовика, песочника и кругляка летом при температуре 25°С. Соленость воды составляла 10—12‰.

Критические концентрации кислорода определяли в июле—августе при температуре воды 24—25°С, так как заморы наблюдаются обычно при высоких температурах. В опытах использовали воду, предварительно

обедненную кислородом с помощью zostеры. Момент наступления критического состояния у рыб определяли по резкому изменению поведения, беспокойству, учащению дыхания.

Распределение азовских бычков в 1962—1966 гг. Распределение бычков в Азовском море обусловлено температурой, состоянием грунтов, газовым режимом, распределением кормовых объектов (Костюченко, 1965, 1969). В разные сезоны года эти факторы играют неодинаковую роль. Весной характер распределения бычков зависит в основном от температурного режима моря. В ранние теплые весны бычки раньше покидают места зимовки и подходят к берегам для нереста. Например, теплой весной 1962 г. кругляк уже в апреле образовал плотные скопления в прибрежных районах Белосарайского и Бердянского заливов и вдоль кос. Напротив, в годы с холодными веснами (1963, 1964 гг.) он долгое время остается в центральных районах моря и не образует скоплений в местах нереста. На весеннее распределение кругляка влияет и содержание кислорода зимой: он почти никогда не заходит в предпроливье и Темрюкский залив, где зимой ежегодно наблюдается дефицит кислорода и замор бентоса. Осенью бычки расселяются в Азовском море очень широко, так как кислородный режим почти всегда в удовлетворительном, а кормовая база — в хорошем состоянии.

Летом на распределение бычков решающее влияние оказывает содержание в воде кислорода. Значительное снижение его концентрации может оказаться критическим для перечисленных видов, вызвать их миграции и сокращение ареалов.

Рассмотрим распределение бычков летом по годам.

По данным гидрохимической съемки АзНИИРХа, в первой половине июля 1962 г. (рис. 1) насыщение кислородом воды придонных слоев составляло в среднем 67%. Причиной этому послужила температурная стратификация и, как ее следствие, дефицит кислорода в центральных районах моря. Однако эти явления были непродолжительными, и после шторма во второй декаде не отмечалось ни вертикального расслоения температур, ни существенного дефицита кислорода.

Кислородные условия 1962 г. не лимитировали распределения бычков. Отдельные участки дна, где насыщение воды кислородом было ниже 30—40%, не были заселены кругляком, однако площадь этих участков была невелика и это не отразилось на общей величине его ареала — 93,6% площади моря (см. рис. 1). То же самое относится к сирману, ареал которого в июле был максимальным за период изучения — 88% площади моря. Непродолжительный дефицит кислорода в воде также не оказал существенного влияния на распределение и выживание мартовика, песочника, так как не распространялся на районы их обитания (рис. 2).

1963 г. был одним из самых неблагоприятных по кислородному режиму за изучаемый период: 2—5 июля среднее насыщение кислорода в придонном слое составляло всего 47%. Траловая съемка северной части моря показала наличие больших концентраций кругляка только в тех частях Бердянского и Обиточного заливов, где насыщение кислородом было выше 60% (рис. 3). К середине июля содержание кислорода у дна на 65—70% площади моря упало до 0. Заморные явления охватили всю центральную часть моря, бухты и заливы Крымского побережья, Белосарайский залив. Отсутствие кислорода у дна зарегистрировано на площади гораздо большей (15 тыс. км²), чем в июле 1937 г. (7 тыс. км²) и 1946 г. (14,5 тыс. км²). На этом пространстве погибла большая часть бентоса: из 182 станций на 88 обнаружены погибшие и полуразложившиеся моллюски. В результате замора биомасса бентоса в июле составила всего 65 мг/м² — минимальная величина за предыдущий период изучения Азовского моря.

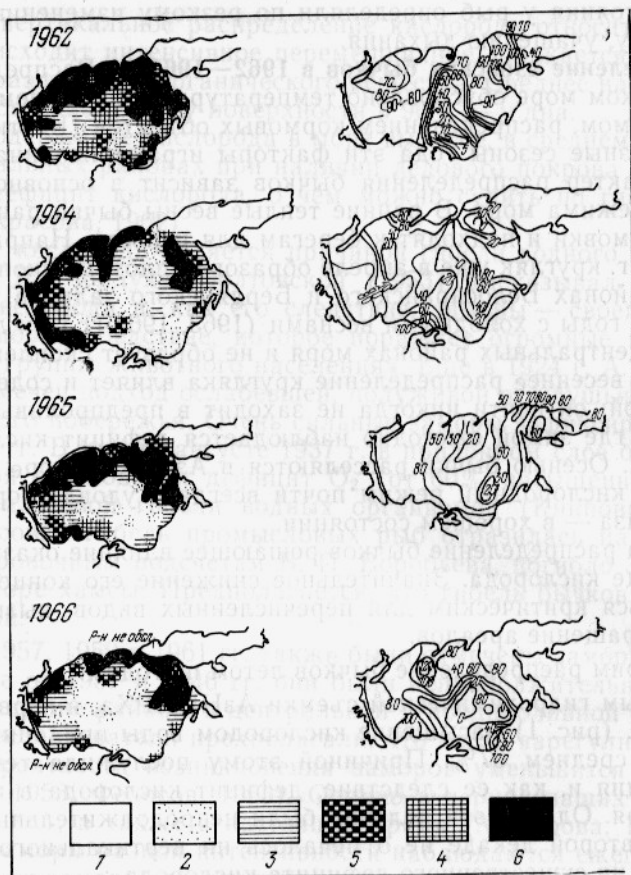


Рис. 1. Распределение бычка-кругляка и насыщение придонных слоев воды кислородом в Азовском море и уловы в 1962, 1964—1966 гг. (июль):

1 — нет улова; 2 — улов менее 10 шт.; 3 — менее 100 шт.; 4 — 101—200 шт.; 5 — более 500 шт.

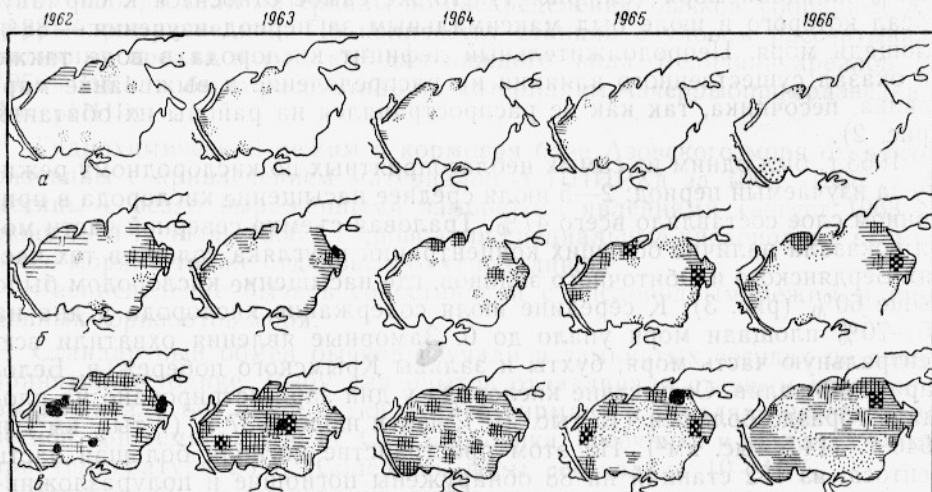


Рис. 2. Распределение бычков: мартовика (а), песочника (б) и сирмана (в) в 1962—1966 гг. (июль) (обозначения те же, что на рис. 1).

Основная масса кругляка мигрировала из заморных областей к берегам, где содержание кислорода приближалось к нормальному. В центральной части моря кругляк почти не встречался. Единичные экземпляры попадали в трал на участках дна с насыщением воды кислородом на 30—40% (см. рис. 3). Ареал кругляка составлял 63% площади моря, что на $\frac{1}{3}$ меньше, чем в 1962 г. Часть рыбы погибла, о чем свидетельствуют выбросы мертвых бычков на берега Крыма, Белосарайского и Тем-

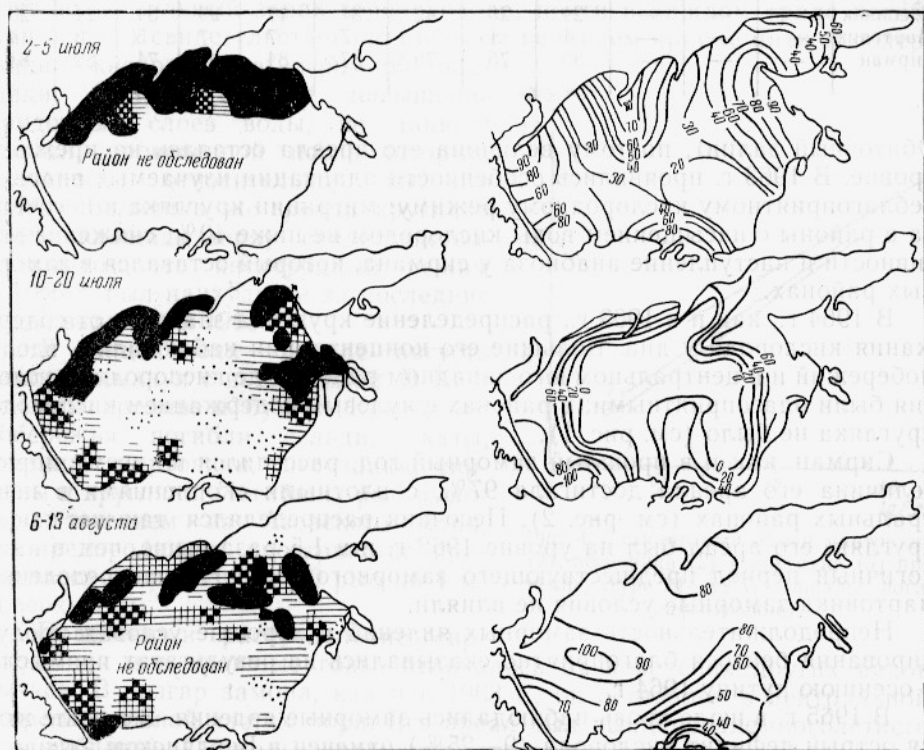


Рис. 3. Распределение бычка-кругляка и насыщение придонных слоев воды кислородом в июле — августе 1963 г. (обозначения те же, что на рис. 1).

рюкского заливов. В августе вновь были проведены съемки обычных бычковых районов и гидрохимические наблюдения за кислородным режимом. Большой дефицит кислорода сохранился лишь в восточной части предпроливного района и Темрюкском заливе. Кругляк расселился от берегов к центральным районам моря, где в июле он отсутствовал или встречался единично.

Распределение песочника в 1963 г. мало отличалось от распределения кругляка. Его ареал в июле сократился вдвое по сравнению с 1962 г. Он попадал в трал лишь в прибрежной полосе моря и Обиточном заливе, где насыщение воды кислородом достигало 70—80%.

В отличие от кругляка и песочника сирман во время замора продолжал оставаться в центральной и предпроливной частях моря. Величина его ареала по сравнению с 1962 г. почти не сократилась и была выше среднемноголетней (см. таблицу). Однако сирманы, пойманные в заморных районах, были в крайне угнетенном состоянии, почти без признаков жизни. Они оживали только после некоторого пребывания на воздухе, очевидно благодаря хорошо развитому кожному дыханию (Шульман, 1956).

Заморные явления не распространились на обычные районы обитания мартовика (узкая прибрежная полоса Крыма, Арабатской стрелки и

Величина ареалов бычков в июле (в % к площади Азовского моря) с 1956 по 1966 г.

	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	Среднее
	Насыщение воды у дна кислородом, %											
Бычки	88,2	70,8	70,0	49,0	81,6	66,9	66,9	47,0	52,3	54,0	58,0	
Кругляк	88	84	81	72	91	92	94	63	78	74	58	79
Песочник	—	—	—	24	26	42	31	17	29	34	24	28
Мартовик	—	—	—	4	1	1	7	7	7	5	3	4
Сирман	—	—	—	80	76	79	87	84	81	74	82	81

Обиточный залив), поэтому величина его ареала осталась на прежнем уровне. В 1963 г. проявились особенности адаптации изучаемых видов к неблагоприятному кислородному режиму: миграция кругляка и песочника в районы с насыщением воды кислородом не ниже 40%, снижение активности и наступление анабиоза у сирмана, который оставался в заморных районах.

В 1964 г., как и в 1963 г., распределение кругляка зависело от содержания кислорода у дна. Большие его концентрации наблюдались вдоль побережий и в центральном юго-западном районе, где кислородные условия были благоприятными; в районах с нулевым содержанием кислорода кругляка не было (см. рис. 1).

Сирман, как и в прошлый заморный год, расселился по всему морю, величина его ареала достигала 97%, с плотными скоплениями в центральных районах (см. рис. 2). Песочник распределялся так же, как и кругляк; его ареал был на уровне 1962 г. и в 1,5 раза выше, чем в аналогичный период предшествующего заморного года. На распределение мартовика заморные условия не влияли.

Непродолжительность заморных явлений и хорошие условия продуцирования бентоса благоприятно сказывались на результатах промысла в осеннюю пугину 1964 г.

В 1965 г. в июле вновь наблюдались заморные явления. В начале июля острый дефицит кислорода (9—25%) отмечен в Бердянском заливе и центральной части моря. В середине и конце июля заморные явления продолжались в тех же районах — среднее насыщение придонных слоев моря составляло всего 54%. К началу августа в результате ветровой деятельности содержание кислорода в придонном горизонте поднялось до 85—91%.

Величина ареала кругляка приближалась к величине его ареала в 1964 г. Большие концентрации кругляка наблюдались в Обиточном заливе, вдоль Арабатской стрелки северо- и юго-восточного побережья. В центральном и юго-восточном районах кругляк встречался единично.

Ареал сирмана в 1965 г. был меньшим, чем в предыдущие годы. Бычок избегал центральной и юго-восточной частей моря с жидкими грунтами, зараженными сероводородом. Песочник распределялся так же, как кругляк. Значительно сократился ареал мартовика, так как заморные явления распространялись и на прибрежные районы северной части моря.

1966 г. был самым неблагоприятным из всех наблюдаемых. Накопление в морской воде большого количества органического вещества (в 2 раза выше средних показателей) создало предпосылки для возникновения летних заморов. Лето было жарким и маловетренным. Замор, вероятно, начался в конце июня. К сожалению, мы не располагаем сведениями о кислородном режиме моря в разгар замора, съемка проводилась после шторма, в период некоторого улучшения режима.

На 70% площади погиб бентос. По данным АзНИИРХа, июльская

биомасса бентоса была в два раза ниже апрельской, что свидетельствует о большой силе и продолжительности замора. Такое резкое снижение биомассы наблюдалось лишь в 1963 г.

Распределение кругляка также очень напоминает его распределение в июле 1963 г. В центральной части моря кругляк отсутствовал. Большие концентрации бычка отмечались лишь в районах с насыщением не ниже 40%. Ареал кругляка в июле занимал всего 58% площади моря и был минимальным за период, начиная с 1956 г. Состояние моря (болотный цвет воды, сильный запах сероводорода, почти в каждом трале погибший бентос) свидетельствовало о совсем недавнем крайне низком содержании кислорода на огромной площади. Однако среднее насыщение придонных слоев воды, по данным съемки, проведенной после шторма, оказалось относительно высоким (57%). Величина же ареала кругляка (58% площади моря) свидетельствовала о том, что кислородный режим в 1966 г. был наихудшим за последние годы, включая и 1963 г.

В конце июля — начале августа замор вспыхнул с новой силой. В Керченском проливе и бухтах Крымского побережья погибли сельди, скаты, мартышка, мартовики, песочники, сирманы и кругляки. Погибших рыб выносило течением из Азовского моря, и в предпроливном пространстве приходилось в среднем по 10 рыб на 1 м² поверхности.

Поведение и распределение сирмана, как и в прошлые годы, отличалось от поведения других видов бычков. В разгар замора, как и в 1963 г., он оставался в центральной и предпроливной частях моря. Его ареал был выше среднемноголетнего (см. таблицу). Сирманы, попадавшие в трал в заморных районах, где, кроме них, не обнаружено ничего живого, были в состоянии анабиоза.

Ареал песочника был несколько выше, чем в 1963 г., так как замор не распространялся на обычные его обитания.

Бычок-мартовик существенно пострадал от замора, так как дефицит кислорода распространился на Обиточный и Бердянский заливы и на Крымское побережье. Значительная часть популяции мартовика погибла от удушья, ареал его сократился почти вдвое по сравнению с обычным.

Результаты изучения энергетического обмена и чувствительности бычков к дефициту кислорода. Изучение энергетического обмена кругляка, мартовика и песочника показало, что потребности в кислороде у этих видов неодинаковы (рис. 4). Скорость потребления кислорода колеблется у мартовика массой 20—70 г в пределах 0,272—0,165 мл/(г·ч), у песочника массой 3—40 г — от 0,306 до 0,169; у кругляков массой 3—50 г — от 0,264 до 0,177. Различия в обмене у мартовиков с одноразмерными песочниками статистически достоверны ($P > 0,95$). У кругляка интенсивность обмена несколько ниже, чем у песочника, но различия между ними не достоверны для большинства размерных групп ($P < 0,95$).

Скорость потребления кислорода у кругляка и сирмана также неодинакова: в среднем уровень обмена у кругляка на 25—30% выше, чем у сирмана (Сказкина, 1966). Таким образом, наиболее высокий уровень обмена у бычка-мартовика, несколько ниже у песочника и кругляка и минимальный у сирмана.

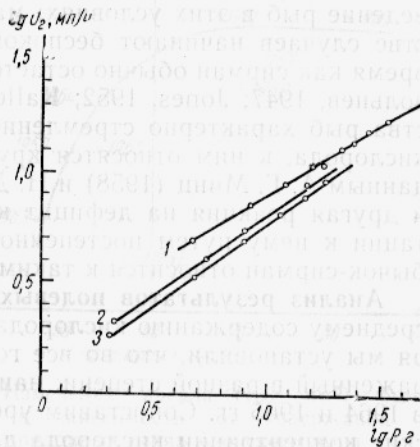


Рис. 4. Стандартный обмен мартовика (1), песочника (2) и кругляка (3) при температуре 24—25°С (шкалы логарифмические).

Критическое состояние у мартовика и песочника наступало при 1,8—1,6 мл O_2 на 1 л, у кругляка при 1,4—1,2 мл и у сирмана при 0,8—0,9 мл, т. е. у мартовика и песочника оно наступает при наиболее высокой концентрации O_2 , у сирмана — при наименьшей. Критические концентрации кислорода не являются константными, так как могут существенно меняться в зависимости от температуры и физиологического состояния рыб, длительности пребывания в воде с пониженным содержанием O_2 (Лозинов, 1952; Hoff, 1967; Hill 1969). Однако при стандартных условиях опытов высокому уровню обмена у мартовика соответствует и самая высокая среди бычков величина критической концентрации O_2 , а минимальному уровню обмена сирмана — самая низкая. Характерно и поведение рыб в этих условиях: мартовик, песочник и кругляк в большинстве случаев начинают беспокоиться и плавать по респирометру, в то время как сирман обычно остается неподвижным вплоть до гибели (Привольнев, 1947; Jones, 1952; Kalle, 1965; Hill, 1969 и др.). Для большинства рыб характерно стремление покинуть зону с низким содержанием кислорода, к ним относятся кругляк, мартовик и песочник. Однако по данным А. Г. Минц (1958) и Н. Д. Никифорова (1953), у рыб существует и другая реакция на дефицит кислорода, которая выражается в адаптации к нему путем постепенного снижения уровня обмена. Очевидно, бычок-сирман относится к таким рыбам.

Анализ результатов полевых и экспериментальных наблюдений. По среднему содержанию кислорода в придонных горизонтах Азовского моря мы установили, что во все годы, кроме 1962, в море был замор, выраженный в разной степени: наиболее сильно в 1963 и 1966 гг., слабее — в 1964 и 1965 гг. Сопоставим уровни энергетического обмена и критические концентрации кислорода для каждого из четырех видов бычков с их отношением к дефициту кислорода в природных условиях. Среди исследованных видов наиболее высокий уровень обмена у мартовика. Критическое состояние у него наступает при высоком насыщении (около 1,8 мл/л). Мартовик обитает в районах, где обычно высокое содержание кислорода у дна (зона скалистых грунтов у северо-западного и Крымского побережий). Если же дефицит кислорода распространяется и на прибрежные районы, как это было в 1966 г., мартовик в массе гибнет от удушья.

У песочника уровень энергетического обмена несколько ниже, чем у мартовика. По нашим наблюдениям, он избегает районов с насыщением ниже 70—80%. При падении содержания кислорода в восточном районе, где обитает песочник, ниже этой величины он мигрирует в прибрежную зону с содержанием кислорода, приближающимся к нормальному.

Уровень обмена и чувствительность к дефициту кислорода у кругляка несколько ниже, чем у мартовика и песочника. Критическая концентрация кислорода для него соответствует 30—40% насыщения. Если в июле 1962 г. кругляк расселялся почти на всей площади моря, то в остальные годы его можно было обнаружить лишь в тех районах, где насыщение воды кислородом было не ниже 30—40%. Плотные концентрации кругляка были в узкой прибрежной полосе и на тех участках моря, где насыщение воды кислородом превышало 60%. В районах с насыщением ниже 30% кругляк встречался единично.

Особое место среди бычков занимает сирман. У него самый низкий уровень обмена, а критическое состояние наступает при наименьшем для исследованных видов содержании кислорода: около 0,9 мл O_2 на 1 л, что соответствует 10—20% насыщения. Пороговая концентрация кислорода для сирмана приближается к 0 (Шульман, 1956; Карпевич, 1960). По данным Г. Е. Шульмана, кожное дыхание у сирмана составляет 35% общего, а у кругляка — только 13%. Высокая интенсивность кожного дыхания также говорит о приспособленности этого вида к дефициту к

лорода. В отличие от бычков других видов за время заморозов он остается в районах с очень низким содержанием кислорода. Однако эти приспособления в годы с обширными по площади и продолжительными заморами не спасают сирмана от гибели. В 1963 и 1966 гг. среди мертвых бычков, выброшенных на берег Азовского моря, преобладал сирман. Кругляк, хуже приспособленный к низкому содержанию кислорода, сохраняет свою численность, мигрируя из районов с неблагоприятными кислородными условиями.

Влияние газового режима мы попытались оценить количественно. Для этого, по данным учетных съемок, были определены площади ареалов бычков с 1956 по 1966 г. (см. таблицу). Полученные величины сопоставили со средним насыщением воды кислородом в придонных слоях.

Рассмотрим ареалы кругляка, имеющего наибольшее промысловое значение. В годы со средним насыщением воды кислородом выше 65% он занимает почти все море (88% площади). Максимальные ареалы в июле приходятся на 1961—1962 гг., когда газовый режим не лимитировал распределение кругляка. В годы с насыщением

воды кислородом менее 60% (заморные годы) ареал кругляка сокращался на 15—40%. В эти годы площади ареалов находятся в прямой зависимости от степени насыщения воды кислородом (рис. 5).

Мартовик обитает в прибрежной зоне, и дефицит кислорода обычно не распространяется на районы его обитания. Однако в 1966 г. заморные явления распространились на прибрежную зону, и ареал мартовика существенно сократился.

Ареал песочника так же, как и кругляка, четко изменяется под влиянием дефицита кислорода. В 1962, 1964 и 1965 гг. дефицит кислорода не распространялся на обычные районы обитания песочника, площадь его ареала составляла 31; 29 и 34% от площади моря. В 1963 и 1966 гг. она сократилась до 17 и 24%.

Наши наблюдения показали, что дефицит кислорода почти не влияет на величину ареала сирмана. Средняя величина его ареала в заморные годы 1959, 1963—1966 гг. составляла 80%, а в годы с относительно нормальным кислородным режимом — 81%. Ареал сирмана в июле 1963 и 1966 гг. был выше, чем в 1964 и 1965 гг., когда кислородный режим был несколько лучше. Возможно, что это объясняется конкурентными отношениями с кругляком, который при заморах покидает центральные районы моря, а в «нормальные» годы его ареал совпадает с ареалом сирмана.

Обнаруженная связь между средним насыщением придонных слоев вод Азовского моря кислородом и величиной ареала бычка-кругляка представляет известный практический интерес. Наступление дефицита кислорода в водоемах можно использовать для прогнозов миграций. На этом явлении основаны прогнозы хода рыб разных видов в Оби и других заморных реках (Мосевич, 1947; Привольнев, 1948).

В заморные годы кругляк распределяется неравномерно — основная его масса сосредотачивается в узкой прибрежной полосе с глубинами ме-

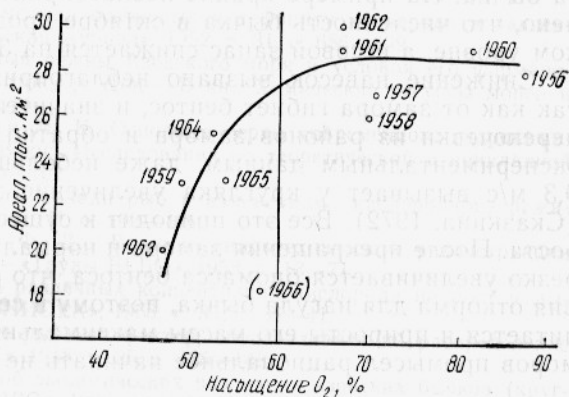


Рис. 5. Изменения ареала (тыс. км²) бычка-кругляка в зависимости от содержания O₂ в придонных слоях Азовского моря.

нее 3—5 м. Траловая же съемка не может охватить мелководных районов, поэтому запасы бычка недоучитываются, как, например, в 1963 и 1966 гг. При возникновении предпосылок дефицита весной можно прогнозировать характер распределения кругляка и величину его ареала летом. А так как после прекращения замора осенью кругляк избегает районов с остаточными заморными явлениями в грунтах, можно предполагать и веротные районы его промысла осенью.

Кислородный режим существенно влияет на запас бычка-кругляка. Причем от заморов главным образом страдает не численность, а биомасса бычка. На примере крайне неблагоприятных 1963 и 1966 гг. установлено, что численность бычка в октябре продолжает оставаться на высоком уровне, а весовой запас снижается на 30—38% (Костюченко, 1966).

Снижение навесок вызвано неблагоприятными условиями откорма, так как от замора гибнет бентос, и значительными потерями энергии на переключки из районов замора и обратно летом и осенью. По нашим экспериментальным данным, даже небольшая скорость плавания — 0,3 м/с вызывает у кругляка увеличение затрат на обмен в 2,4 раза (Сказкина, 1972). Все это приводит к существенному замедлению темпа роста. После прекращения замора и нормализации кислородных условий резко увеличивается биомасса бентоса, что создает благоприятные условия откорма для нагула бычка, поэтому в сентябре и октябре он активно питается и приросты его массы максимальны. После сильных летних заморов промысел рациональнее начинать не в сентябре, а в октябре.

Выводы

1. Критические концентрации кислорода для мартовика, песочника, кругляка и сирмана неодинаковы: у мартовика и песочника критическое состояние наступает при 1,8—1,6 мл O_2 /л, у кругляка — при 1,4 мл O_2 /л, у сирмана — при 0,9 мл O_2 /л.

2. Наблюдения за распределением бычков в Азовском море показали, что мартовик, отличающийся наибольшей чувствительностью к дефициту кислорода, обитает в районах с наилучшим газовым режимом. В зонах обитания кругляка и песочника периодически наступает дефицит кислорода. Бычок-сирман населяет районы с ежегодным существенным дефицитом кислорода. Таким образом, последовательное снижение уровня обитания от мартовика к сирману связано с экологией этих видов.

3. Между содержанием кислорода у дна летом и величиной ареала кругляка установлена прямая связь. Снижение содержания кислорода у дна ниже 60% сокращает ареал бычка-кругляка на 15—40%. При возникновении предпосылок дефицита кислорода весной можно прогнозировать характер распределения кругляка и величину его ареала летом.

4. Дефицит кислорода отрицательно влияет на запасы бычка-кругляка и в заморные годы (1963, 1966) приводит к снижению его биомассы к октябрю на 30—38% вследствие плохих кормовых условий и расхода энергии на миграции. Так как в такие годы максимальные приросты приходятся на сентябрь—октябрь, промысел целесообразнее начинать не в сентябре, а в октябре.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бронфман А. М. Современный гидролого-гидрохимический режим Азовского моря и возможные его изменения. — «Труды АЗНИИРХа», 1972, с. 20—40.

Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л., Гидрометиздат, 1962. 853 с.

Дацко В. Г. О причинах замора рыб в Азовском море. — «Труды АзчерНИРО», 1951, вып. 15, с. 191—200.

Дацко В. Г. Гидрохимические условия в Азовском море при заморных явлениях. «Гидрохимические материалы», 1955, т. 25, с. 28—41.

Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. М.—Л. Изд-во АН СССР, 1949. 524 с.
Карпевич А. Ф. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну.—«Труды АзНИИРХ», 1960, т. 1, вып. 1, с. 3—115.

Книпович Н. М. Гидрологические исследования в Азовском море.—«Труды Азовско-Черноморской научно-промысловой экспедиции», 1932. 426 с.

Костюченко В. А. Распределение бычка-кругляка в Азовском море в связи с распределением его кормовой базы.—«Труды АзчерНИРО», 1955, вып. 16, с. 157—166.

Костюченко В. А. Закономерности распределения и миграций бычка-кругляка в Азовском море.—«Труды АзчерНИРО», 1969, вып. 26, с. 14—29.

Костюченко В. А. О регулировании промысла бычка в Азовском море.—«Труды ВНИРО», 1970, т. 71, вып. 2, с. 51—67.

Лозинков А. Б. Отношение молоди осетровых к дефициту кислорода в зависимости от температуры.—«Зоологический журнал», 1952, т. 31, с. 686—699.

Макарова Г. Д. Кислородный режим Азовского моря и условия его формирования в период зарегулированного стока р. Дон.—В кн.: Химические ресурсы морей и океанов. М., «Наука», 1970, с. 109—114.

Макарова Г. Д. и Спичак М. К. Основные черты современного гидрохимического режима Азовского моря.—В кн.: Исследования по теоретической и прикладной химии моря. М., «Наука», 1972, с. 95—102.

Милиц А. Г. Приспособленность молоди рыб к изменениям кислородного режима.—«Вопросы ихтиологии», 1958, вып. II, с. 102—115.

Мордухай-Болтовский Ф. Д. Влияние гидротехнической реконструкции Дона на биологию Азовского моря.—«Труды ВГБО», 1953, с. 13—71.

Никифоров Н. Д. Влияние различных концентраций кислорода на рост и дыхание молоди лосося.—«Известия ВНИОРХ», 1953, т. 33, с. 36—41.

Привольнев Т. И. Дыхание рыб как фактор, обуславливающий распределение их в водоеме.—«Известия ВНИОРХ», 1948, т. 25, с. 125—148.

Сказкина Е. П. К вопросу об экологических различиях азовских бычков (кругляка и сирмана).—«Труды АзчерНИРО», 1966, вып. 24, с. 35—38.

Сказкина Е. П. Об активном обмене азовских бычков.—«Труды ВНИРО», 1972, т. XXXV, с. 138—144.

Старк И. Н. Годовая и сезонная динамика бентоса в Азовском море.—«Труды АзНИИРХ», 1960, т. 1, вып. 1, с. 167—231.

Старк И. Н., Некрасова М. Я. Состояние бентоса Азовского моря и Таганрогского залива в 1962 г. и закономерности его развития в зависимости от экологических условий.—В кн.: Сборник аннотаций работ АзНИИРХ, выполненных в 1963 г. Ростов-на-Дону, 1964, с. 44—46.

Федосов М. В. Причины возникновения дефицита кислорода в Азовском море.—«Труды ВНИРО», 1955, т. XXXI, с. 80—94.

Цурикова А. П., Шульгина Е. Ф. Гидрохимия Азовского моря. Л., 1964. 260 с.

Шульман Г. Е. К вопросу о кожном дыхании бычков.—«Зоологический журнал», 1956, т. XXXV, вып. 2, с. 314—316.

Hill, L. G. Reactions of the American eel to dissolved oxygen tensions. Tex. J. Sci. v. 20, N 4, 1969, pp. 305—313.

Hoff, E. V. Lethal oxygen concentration for three marine fish species. J. Wat. Poll. Contr. Fed. v. 39, No. 2, 1967, p. 267.

Jones, I. R. E. The reactions of fish to water of low oxygen concentration. J. Exp. Biol. No. 29, 1952, pp. 403—415.

Kalfe, K. Possible effects of oxygen lack on shoaling fish. Spec. Publ. Intern. Comm. Northwest. Atlant. Fish. No. 6, 1965, pp. 645—646.

*Distribution and energetic metabolism in the Azov goby (gen. Gobyus)
under the regulated Don flow*

E. P. Skazkina

SUMMARY

The energetic balance and critical concentrations of oxygen have been studied in four species of Azov goby. A direct relationship between the resistance of the species to a certain deficit of oxygen and the gas regime in their habitat has been ascertained. Concentrations of oxygen lower than 60% in the bottom layer reduce the habitat of the round goby by 15—40% and the stock declines by 30—38% by weight. To restore the stock of goby it is recommended that the autumn fishery for goby should start in September instead of October in years characterized by low concentrations of oxygen.