

УДК 597-152.6:597.587.9 (262.5)

## О ДИНАМИКЕ СТАДА ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ-КАЛКАНА И ЕГО РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.П.Попова, Л.М.Кокоз  
АзчерНИРО

Анализ многолетних материалов по биологии камбалы-калкана - одного из видов ценных промысловых рыб Черного моря - позволил выявить некоторые закономерности динамики численности этого вида и наметить пути более рационального освоения его запасов.

Из всего комплекса факторов, влияющих на состояние запасов этой рыбы, важнейшими являются условия выживания в раннем возрасте и воздействие промысла на половозрелую часть популяции.

Популяционная численность калкана невелика, что связано с ограниченностью его нерестового и нагульного ареалов в Черном море. Запасы этой рыбы подвержены как многолетним, так и ежегодным колебаниям.

Понижение величины уловов в последнее десятилетие объясняется воздействием промысла на половозрелую часть популяции, а также динамикой биологической продуктивности водоема.

Численность отдельных поколений калкана определяется условиями воспроизводства. Калкан относится к пелагофильным полициклическим рыбам. Плодовитость этого вида достигает 13 млн. икринок. Максимальное число икринок в планктоне (600-700 шт. в улове) наблюдается в поверхностном слое над глубинами 25-40 м. Нормально развивающаяся икра встречается при

температуре 11-16° и солености 17-19‰. В планктонных пробах содержится 80-90% мертвой икры на первой стадии развития, 6-7% - на второй (по Рассу), т.е. только 2-3% икры достигает третьей - четвертой стадий развития.

Наблюдается также большая гибель молоди при переходе ее от пелагического к донному образу жизни в связи с наличием в Черном море сероводородной зоны ниже 100-метровой изобаты.

Поэтому, несмотря на высокую плодовитость калкана, выживает незначительное количество особей. Величина пополнения промыслового стада камбалы невелика: 170-350 тыс. шт. в промысловом возврате.

Основными факторами, определяющими выживание камбалы в эмбриональный период, являются температура воды и волнение моря. Для выживания молоди немаловажное значение имеют кормовые условия в период перехода ее от пелагического к донному образу жизни. Между численностью отдельных поколений и характером циркуляции вод при различных ветровых полях наблюдается определенная зависимость. Наиболее высокая численность молоди отмечается при преобладании южных ветров вдоль западного и восточного побережий. При такой системе циркуляции вод икра и пелагическая молодь калкана выносятся течением к шельфовой зоне, где условия для их развития и выживания, особенно в период перехода к донному образу жизни, более благоприятны.

Снижение урожайности наблюдается при преобладании вдоль западного берега южных ветров, а вдоль восточного - северных, поскольку при такой системе циркуляции вод значительная часть молоди выносятся в открытые районы и погибает.

Наименьшая численность молоди отмечается в годы с преобладанием весной на всей акватории района северных и северо-восточных ветров, т.е. при явлениях стгонного характера.

Все это говорит о том, что для калкана в Черном море складываются напряженные условия воспроизводства.

Поддержание численности калкана на определенном уровне обеспечивается такими адаптивными свойствами вида, как высокая плодовитость, порционность икротетания, раннее созревание самцов, развитие икры и распределение пелагической молоди в верхнем, более прогретом, слое воды.

Одним из важных приспособлений вида к специфическим условиям жизни в Черном море является питание осенью и зимой массовыми пелагическими рыбами. Особенно интенсивно питается калкан в суровые зимы.

Таким образом, популяционная численность калкана в Черном море определяется нерестовым и нагульным ареалами и условиями воспроизводства, поэтому она подвержена и многолетним, и годовым колебаниям [7].

Динамика численности промыслового стада определяется величиной пополнения и степенью воздействия промысла на половозрелую часть стада. По структуре промыслового стада калкан относится к третьему типу [5]. Остаток при благоприятном состоянии запаса преобладает над пополнением. Пополнение состоит из нескольких возрастных групп, созревающих неодновременно. Самцы созревают в возрасте 5-6 лет, самки - в возрасте 6-7 лет.

Несколько поколений в составе промыслового стада создают условия, при которых численность калкана в отличие от ряда пелагических рыб Черного моря с коротким жизненным циклом не подвергается столь резким колебаниям. При промысловом возврате численность одного поколения изменяется не более чем вдвое (170-350 шт.). Величина улова в исследованный период уменьшилась с 28,8 до 6,8 тыс.ц, т.е. в 4-5 раз. Эта величина определяется не только состоянием запаса, но и распределением и поведением рыб, а также организацией промысла.

Степень воздействия промысла в зависимости от особенностей биологии и динамики численности вида различна [1, 2, 4, 6, 9].



Этот вопрос рассматривался в 1955 г. в связи с отрицательным воздействием тралового лова на стадо камбалы-калкана северо-восточного района [8] и в 1960-1961 гг. при изучении влияния сетного лова на запас этой камбалы [9]. В связи со значительным уменьшением уловов этой рыбы мы опять возвращаемся к анализу влияния сетного лова на промысел камбалы.

Определение интенсивности промысла (коэффициента эксплуатации промыслового стада) и общей смертности (промысловой и естественной) является одной из важнейших задач прогнозирования.

Если для решения этих вопросов воспользоваться математической моделью популяции, предложенной Бевertonом и Холтом [3], и ввести коэффициент мгновенной промысловой смертности  $F$  и коэффициент мгновенной естественной смертности  $M$ , то скорость уменьшения популяции

$$\frac{dn}{dt} = - (F + M) N.$$

Если в момент  $t_0$  число рыб  $N_0$ , то в дальнейшем число рыб

$$N_t = N_0 e^{-(F+M)(t-t_0)} \quad \text{и, следовательно,}$$

$$e_n N_t = \{e_n N_0 + (F+M)t_0\} - (F+M)t,$$

т.е. получаем линейную зависимость между  $e_n N_t$  и  $t$ . При этом  $F$  и  $M$  принимаются постоянными, не зависящими от возраста рыб или плотности популяции. Наклон прямой ( $t, e_n N_t$ ) равен  $(F+M)$ .

Если за  $t_0$  принять возраст, начиная с которого камбала полностью представлена в уловах (этот возраст близок к шести годам), по оси абсцисс отложить возраст рыб в улове, по оси ординат - натуральные логарифмы уловов рыб данного возраста в среднем за период 1964-1968 гг., то наклон прямой дает значение  $(F+M) \approx 0,83$  (рис. I).

Кривая возрастного состава уловов построена по данным Евпаторийского промыслового района, в котором складываются наиболее напряженные отношения между промыслом и запасом. По-видимому, в целом по морю значение  $(F+M)$  несколько меньше (0.6-0,8).

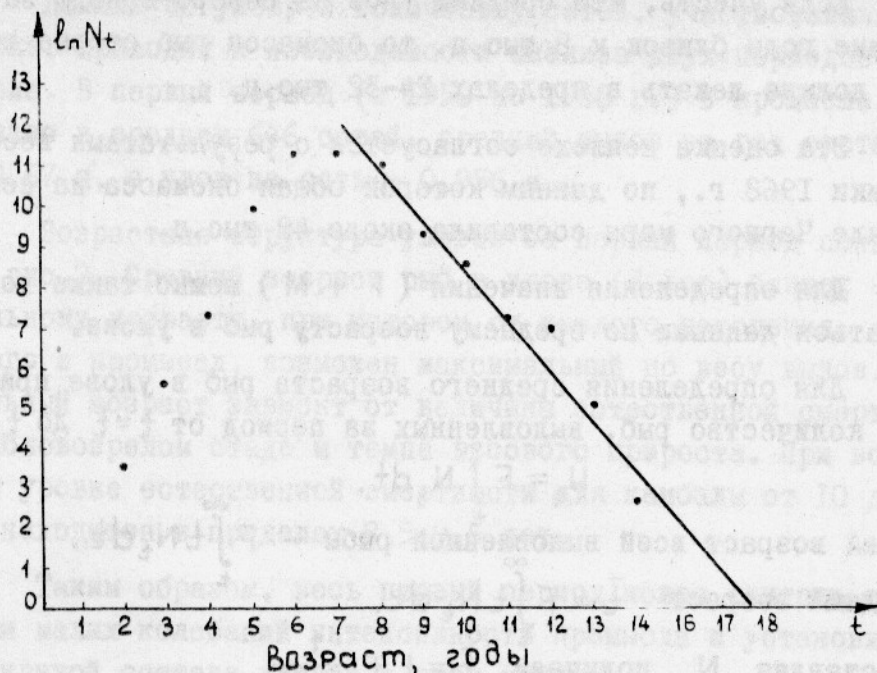


Рис. I. Возрастной состав черноморской камбалы. Ординаты - натуральные логарифмы среднего количества рыб данной возрастной группы, выловленного камбальными сетями в среднем за 1964-1968 гг. Наклон кривой дает величину коэффициента общей смертности  $(F + M) = 0,83$

Чтобы по значению  $(F + M)$  определить общегодовую убыль, примем что количество рыб в конце года  $N_1 = N_0 e^{-(F+M)}$ . Отсюда общегодовая смертность и вероятность гибели

$$\frac{N_0 - N_1}{N_0} = 1 - e^{-(F+M)},$$

годовое выживание -  $e^{-(F+M)}$ .

Для установления их границ  $(F + M)$  исходим из того, что годовое выживание  $e^{-0,6} \approx 0,55$ ;  $e^{-0,8} \approx 0,45$ , а общегодовая убыль - порядка 45-55%.

Если принять естественную годовую смертность рыб равной 20% и считать, что все половозрелые особи подходят в зону действия ставных орудий лова (чего на практике может и не быть), то интенсивность промысла составит 25-35%.

Если учесть, что средний улов на северо-западе за последние годы близок к 8 тыс.ц, то биомасса рыб старше шести лет должна лежать в пределах 24-32 тыс.ц.

Эта оценка неплохо согласуется с результатами весенней съемки 1968 г., по данным которой общая биомасса на северо-западе Черного моря составила около 49 тыс.ц.

Для определения значения  $(F + M)$  можно также воспользоваться данными по среднему возрасту рыб в улове.

Для определения среднего возраста рыб в улове примем, что количество рыб, выловленных за период от  $t=t'$  до  $t = \infty$

$$Y_n = F \int_t^{\infty} N_t dt.$$

Общий возраст всей выловленной рыбы —  $F \int_t^{\infty} t N_t dt.$

Средний возраст  $\bar{t} = F \int_t^{\infty} t N_t dt.$

Подставляя  $N_t$ , получаем  $\bar{t} = t + \frac{1}{F+M}.$

Для популяции, находящейся в устойчивом состоянии, возраст рыб старше  $t'$  в улове

$$\bar{t} = t' + \frac{1}{F+M}.$$

Однако при определении  $(F + M)$  этим способом возникают трудности в определении возраста  $t'$ , с которого рыба полностью представлена в улове. В последние годы  $t \approx 6,8$  лет;  $t \approx 5,5$  лет;  $\frac{1}{F+M} = 6,7-5,5$ ;  $(F + M) \approx 0,73.$

Таким образом, значение  $(F + M)$ , определенное по среднему возрасту рыб в улове, приводит к тем же границам (0,6-0,8).

Анализ развития промысла камбалы на северо-западе основывался на данных по ее вылову в районе Черноморск-Евпатория, составляющему от 0,1 до 0,2 ее общего улова.

Наиболее показателен для характеристики промысла улов на сеть за сезон. Улов на сеть за срезку менее показателен, так как число срезов существенно зависит от хода промысла и может меняться более чем вдвое. Поэтому, выбрав показатель уловов на сеть за сезон, мы провели анализ изменений в организации промысла с 1950 по 1968 г.



Данные по улову и количеству сетей, участвовавших в промысле, приводят к необходимости анализа двух периодов промысла. В первый период (с 1950 по 1958 г.) в промысле участвовало в среднем 646 сетей, средний вылов за год составил 600,67 ц, а улов на сеть - 0,956 ц.

Возрастная структура уловов за первый период показана на рис.2. Средний возраст рыб в улове (8 лет) близок к оптимальному возрасту, при котором от каждого поколения, вступающего в промысел, возможен максимальный по весу вылов. Оптимальный возраст зависит от величины естественной смертности в половозрелом стаде и темпа весового прироста. При возможном уровне естественной смертности для камбалы от 10 до 20% он находится в пределах 8,5-9,5 лет.

Таким образом, весь первый период можно считать периодом малых колебаний интенсивности промысла и установившейся кривой состава уловов в этом районе.

Второй период, охватывающий 1959-1968 гг., разбивается на два этапа. На первом этапе в промысле участвовало в среднем 1670 сетей, средний годовой вылов составлял 1762 ц, а улов на сеть - 1,084 ц. На втором этапе эти показатели были соответственно равны 1440, 870 и 0,6.

Во второй период интенсивность промысла возросла в 2-2,5 раза; на первом этапе (1959-1964 гг.) соответственно возрос и вылов. Улов на усилие практически оставался на прежнем уровне.

При переходе на новую интенсивность промысла структура уловов меняется до тех пор, пока не придет в соответствие с установившимся уровнем промысла [2].

После перехода на новый устойчивый уровень (переходный период закончился к 1965 г.) получаем новую установившуюся кривую возрастного состава уловов (рис.2) и новую величину вылова. Величина улова при новом уровне промысла для данного района практически та же, что и в первом периоде, т.е., несмотря на повышение интенсивности промысла, рост уловов прекращается.

За два года до и через два года после повышения интенсивности промысла численность выловленной камбалы была примерно одинаковой, тогда как вес улова уменьшился в среднем на 30%.

Такое падение веса уловов связано в основном с изменением их структуры. По-видимому, интенсивность сетного промысла на северо-западе в первый период лежала в пределах 15-20% и была значительно ближе к оптимальной (10-12%), чем во второй период (25-35%).

Затрачивая больше рыболовных усилий, промысел в последние годы вылавливает меньше. При таком положении интенсивность промысла, превышающая оптимальную, может привести к перелову, что по-видимому, и произошло в данном случае.

Теоретические расчеты также показали, что при повышении интенсивности промысла с 10-15% до 25-35% вес уловов снизился на 25-35%.

По-видимому, приведение интенсивности промысла к оптимальной (примерно через 6 лет) обеспечит увеличение веса уловов в среднем на 30% (см.рис.2).

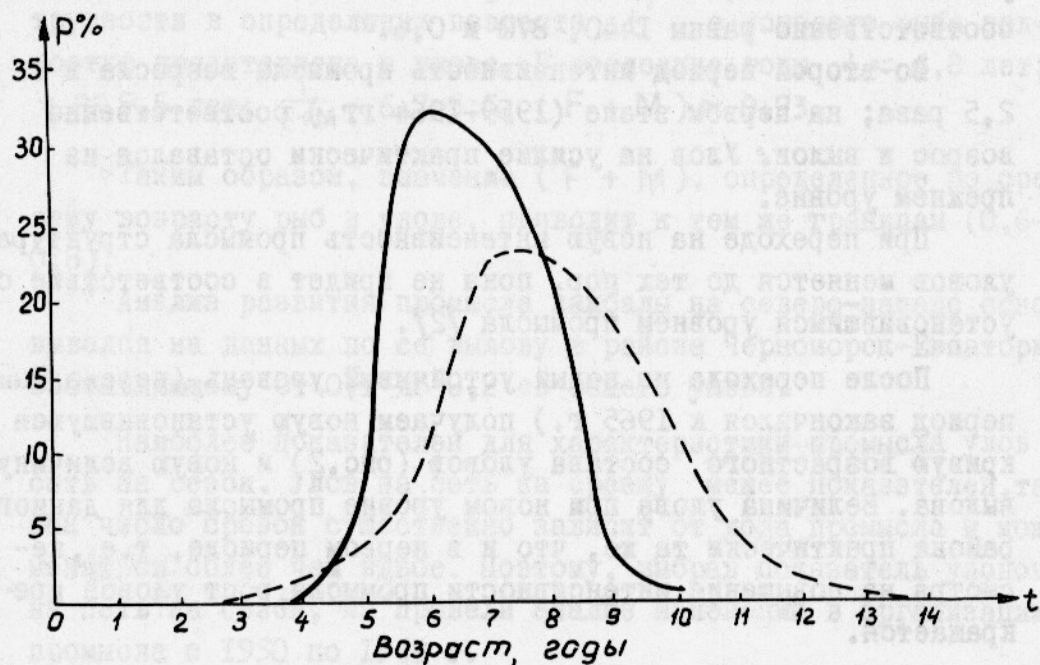


Рис.2. Возрастная структура уловов камбалы за 1950-1958 (- - -) и 1964-1968 (—) годы



Из изложенного можно заключить, что оптимальная интенсивность промысла камбалы-калкана должна лежать в пределах 10-12%. При такой интенсивности средний возраст рыб в уловах составит 8,5-9,5 лет [9]. Существующая интенсивность промысла, лежащая в пределах 25-35%, привела к падению веса уловов в среднем на 30% и понижению качества вылавливаемой рыбы.

По-видимому, лучшим методом управления промыслом является регулирование его интенсивности, в данном случае - приведение ее в соответствие с оптимальной.

Однако это лишь предварительные заключения. Дальнейшая обработка материалов и уточнение применяемой математической модели популяции позволит судить об их правомерности.

#### Л и т е р а т у р а

1. Баранов Ф.И. К вопросу о динамике рыбного промысла. - "Бюлл.рыбн.хоз-ва", 1925, № 8, с.7-11.
2. Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства.Сб."Очерки по биол.осн.рыбн.хоз-ва".М.,изд-во АН СССР, 1961, с.69-94.
3. Бевертон Р.Дж.Х., Холт С.Дж. Обзор методов определения смертности облавливаемых популяций рыб.-М., 1958, изд.ВНИРО, 58 с.
4. Дементьева Т.Ф. Закономерности колебаний численности основных промысловых рыб и методы прогнозов.-Тр.конф. по вопр.рыбн.хоз-ва. М.,изд-во АН СССР,1951,с.19-36,
5. Монастырский Г.Н. О теории оптимального улова проф. Ф.И.Баранова. - "Успехи соврем.биол.", т.28, 1949, № 3, с.415 - 428.
6. О закономерностях динамике популяции рыб. - Тр.совещ.ихтио. комисс. АН СССР, вып.13, 1961, с.7 - 20. Авт.: Дементьева Т.Ф., Марти Ю.Ю., Моисеев П.А., Никольский Г.В.
7. Попова В.П. Биология и промысел черноморской камбалы-калкана. - Тр.ВНИРО, т.28, 1954, с.455 - 459.
8. Попова В.П. Влияние тралового лова на состав стада камбалы-калкана в северо-восточной части Черного моря.- Тр.АзчерНИРО, вып.16, 1955, с. 87 - 95.

9. Попова В.П. Некоторые закономерности динамики численности камбалы-калкана Черного моря.-Тр.АзчерНИРО, вып.24, 1966,

ON THE DYNAMICS OF THE STOCK OF TURBOT FROM THE BLACK SEA AND THEIR RATIONAL EXPLOITATION

V.V.Popova, L.M.Kokoz

S U M M A R Y

The numerical strength of turbot in the Black Sea is not high due to a limited space of feeding and spawning grounds. The most important factors affecting the stock are conditions for survival of specimens at early stages of development and fishing mortality rate of adult individuals. Thanks to their adaptation properties, actually high fecundity, spawning by portions and early maturation of males as well as the fact that the development of eggs occur in the warm upper layer where later the pelagic young are distributed, the species have adapted themselves to unfavourable reproduction conditions in the Black Sea.