

ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОТОМСТВА У ЖЕЛТОПЕРОЙ КАМБАЛЫ

Ю. П. Дьяков

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский*

SEX STRUCTURE OF THE POPULATION AND ITS INFLUENCE ON THE NUMBER OF OFFSPRING YELLOWFIN SOLE

Yu. P. Dyakov

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky*

Половой состав популяции складывается из численности рыб разного пола у составляющих ее поколений. Численность рыб какого-либо пола в поколении в определенный момент времени регулируется двумя составляющими: исходной численностью и смертностью. По отношению к половозрелой части популяции вступает в действие и третья составляющая – скорость полового созревания.

Анализ многолетних первичных материалов показал, что размерно-возрастное соотношение полов в неполовозрелой и половозрелой части популяции желтоперой камбалы восточной части Охотского моря существенно различается. Если среди неполовозрелых рыб всех размерно-возрастных групп численность самок преобладает, то младшие половозрелые особи представлены в основном самцами. По мере их роста и старения доля самок растет, достигая 100 % у крупных и старых рыб.

В достаточно адекватной степени оценить влияние численности, смертности и созревания рыб на формирование половой структуры популяции можно лишь для той ее части, которая полностью учитывается при помощи используемого метода сбора материала – траловой съемки. Поэтому за исходную численность особей разного пола в генерации принимали их число в модальной группе возрастного ряда, полученного при ежегодной оценке собранного материала. К таким модальным группам в подавляющем большинстве случаев относятся шести- и семигодовалые рыбы.

С целью оценки уровня смертности различных по исходной численности генераций камбал для ряда значений численности каждой из них, начиная с возраста ее исходной величины, рассчитали уравнение линейной регрессии по возрасту: $y = a + bx$, где y – численность генерации, млн рыб;

x – возраст генерации, лет. Затем в качестве критерия убыли генерации использовали отношение параметров уравнений b/a .

В период интенсивного неконтролируемого промысла (до середины 1970-х гг.) общая смертность поколений желтоперой камбалы была очень высока при их низкой исходной численности. В условиях ограниченного промысла (после введения 200-мильных экономических зон во второй половине 1970-х гг.) общая смертность снижалась у малочисленных и повышалась у многочисленных поколений. По нашему мнению, это может быть вызвано подавлением естественных механизмов регулирования численности при чрезмерном вылове камбалы и включением их после существенного ограничения антропогенного воздействия. Для оценки предполагаемой динамики численности поколений желтоперой камбалы без воздействия промыслового изъятия прибегли к аналитическому моделированию. С этой целью, взяв за основу известную формулу:

$$\phi = v_F + v_M - v_F v_M \text{ (Засосов, 1970);}$$

получили:

$$v_M = (\phi - v_F) / (1 - v_F) \quad (1);$$

где: ϕ – общая убыль (доли ед.); v_M – естественная убыль (доли ед.); v_F – промысловая убыль (доли ед.).

Для шага в один год, принимая: $\phi = (S_t - S_{t+1})/S_t$; $v_F = n_t/S_t$; где S_t и S_{t+1} – фактически учтенная при траловой съемке численность особей данного поколения (млн рыб) в возрасте t и $t+1$; n_t – фактическое промысловое изъятие особей данного поколения (млн. рыб) в возрасте t ; а также используя формулу (1), получили:

$$N_{t+1} = N_t * [S_{t+1}/(S_t - n_t)] \quad (2);$$

где N_t и N_{t+1} – соответственно, ожидаемая в отсутствие промысла расчетная численность поколения (млн. рыб) в возрасте t и $t+1$.

Построенную модель (2) использовали для оценки ожидаемой при отсутствии промысла численности самцов или самок каждой исследуемой генерации.

Коэффициенты корреляции между величинами исходной численности поколений и критериями b/a являются отрицательными. Это означает, что чем больше исходная численность поколения, тем выше его последующая смертность.

Для исследования формирования половой структуры в половозрелой части популяции желтоперой камбалы рассмотрели созревание многочисленных и малочисленных генераций. К группе многочисленных генераций отнесли те, исходная численность которых была выше средней для всей их совокупности, а к группе малочисленных – с исходной численностью

ниже средней. В каждой группе оценили скорость полового созревания. Модели скорости созревания камбалы имеют вид:

– для малочисленных генераций самцов:

$$\Delta N/\Delta t = 100,0001(10^{-0,239166*(ti-3)} - 10^{-0,239166*(ti-2)});$$

– для многочисленных генераций самцов:

$$\Delta N/\Delta t = 268,9709(10^{-0,429705*(ti-3)} - 10^{-0,429705*(ti-2)});$$

– для малочисленных генераций самок:

$$\Delta N/\Delta t = 100(10^{1,29-0,18509*(ti-1)} - 10^{1,29-0,18509*ti}) / (1 + 10^{1,29-0,18509*ti} + 10^{1,29-0,18509*(ti-1)} + 10^{2,58-0,18509*ti-0,18509*(ti-1)});$$

– для многочисленных генераций самок:

$$\Delta N/\Delta t = 100(10^{2,59-0,35615*(ti-1)} - 10^{2,59-0,35615*ti}) / (1 + 10^{2,59-0,35615*ti} + 10^{2,59-0,35615*(ti-1)} + 10^{5,19-0,35615*ti-0,35615*(ti-1)});$$

где: $\Delta N/\Delta t$ – скорость созревания генерации – доля достигших половозрелости рыб (%) за год;

t – возраст, лет.

У обоих полов раньше начинают созревать рыбы малочисленных поколений, и в младших возрастных группах доля зрелых рыб у малочисленных поколений выше, чем у многочисленных. Несмотря на то, что начало созревания самцов многочисленных генераций происходит позднее, скорость их созревания до 6-7-летнего возраста выше, чем у самцов малочисленных поколений. Затем она становится практически равной. Скорость созревания наиболее младших и наиболее старших самок многочисленных поколений ниже, а средневозрастных самок существенно выше, чем у поколений низкой численности.

Для оценки влияния возраста и размеров рыб на соотношение полов в соответствующих размерно-возрастных классах выполнили двухфакторный дисперсионный анализ неортогонального иерархического комплекса (Лакин, 1980), где за фактор A был принят возраст (лет), а за фактор B – длина рыб (см). Расчеты показали статистически высоко достоверное влияние длины рыб на изменение соотношения полов у камбалы. Критерий зависимости этого показателя от возраста ниже значимого порога достоверности. Сила влияния возраста камбалы на соотношение полов равна 15 %, ее длины – 55 %, а других факторов – 30 %. Таким образом, половая структура популяции восточно-охотоморской желтоперой камбалы зависит, главным образом, от размеров составляющих ее особей. Влияние возраста носит второстепенный характер и реализуется через изменение длины рыб.

С целью исследования поведения системы «родители – потомство» и возможного прогнозирования численности поколения построили модель ее динамики в зависимости от двух факторов: величины родительского стада и доли в нем самок. Двухфакторную модель построили на основе

двух уравнений: уравнения Риккера, характеризующего связь численности потомства с числом родителей, и полинома третьего порядка, использованного для аппроксимации связи численности потомства с долей самок в родительской части популяции.

Модель выглядит следующим образом:

$$R = 0,65315Se^{-0,00269S} - 0,00054N^3 + 0,02869N^2 + 0,10927N + 3,30950;$$

где: R – численность поколения потомства в возрасте 6 лет (млн рыб); S – численность родителей (млн рыб); N – доля самок в родительском стаде (%).

Модель показала, что существует градиент повышения численности потомства по мере роста доли самок, до определенных пределов, у родителей низкой и средней численности. Дальнейшее смещение у них соотношения полов в сторону самок вызывает снижение численности потомства, причем у поколений, рожденных от малочисленных родителей, это происходит при более высокой доле самок в родительском стаде, чем у потомства родительского стада средней численности. Потомство, рожденное от многочисленных родителей, практически не показывает роста численности с увеличением доли самок-родителей до 40–50 %-го уровня, после достижения которого число рожденных потомков резко снижается. Можно отметить, что при оптимальной (средней) численности родительского стада наилучшее для воспроизводства соотношение полов сдвинуто в сторону самцов. Таким образом, при низкой численности родительского стада существенную роль в формировании потомства играет, по всей видимости, популяционная плодовитость, которая, возрастая с увеличением доли самок до определенных пределов, приводит к повышению численности рожденного поколения. При средней численности родителей формирование потомства зависит и от степени оплодотворенности икры, т. к. соотношение полов у родителей в случае рождения высокочисленных генераций сдвинуто в сторону самцов, оптимальное количество которых составляет 1.5–3 на самку. В условиях многочисленного родительского стада формирование потомства находится под влиянием плотностных факторов, когда возрастание доли самок-родителей и, следовательно, популяционной плодовитости не приводит к существенному росту численности рожденного поколения («компенсация»), а дальнейшее увеличение их доли ведет к падению численности потомства («сверхкомпенсация»).

При сравнении результатов оценки численности потомства по модели Риккера и построенной двухфакторной модели оказалось, что в период после введения двухсотмильных экономических зон и ослабления давления неконтролируемого промысла на популяцию желтоперой камбалы динамика численности поколений, родившихся после 1977 г., в шестилетнем возрасте несколько лучше описывается двухфакторной моделью.

Соответствующие среднелетние отклонения модельных величин от эмпирических значений составляют для двухфакторной модели 31.7 %, а для модели Риккера – 39.8 %. На наш взгляд, полученные результаты позволяют рекомендовать построенную нами двухфакторную модель для целей прогнозирования численности поколений.

ЛИТЕРАТУРА

Засосов А. В. 1970. Теоретические основы рыболовства. – М. : Пищ. промышленность. – 292 с.

Лакин Г. Ф. 1980. Биометрия. – М. : Высшая школа. – 292 с.