
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

УДК 639.2.081.04.004.15

**ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СЕЛЕКТИВНОСТЬ ДОННЫХ ЯРУСОВ К ТРАЛАМ
ПРИ ОБЛОВЕ ЧЕРНОГО ПАЛТУСА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ**

© 2007 г. А.А. Греков

*Полярный научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии, Мурманск 183763*

Поступила в редакцию 20.04.2007 г.

Окончательный вариант получен 22.05.2007 г.

Черный палтус в Баренцевом море облавливается как донными тралами, так и ярусами. Однако в течение года изменения величины его вылова на промысловое усилие у траловых и ярусных судов находятся в противофазе. Ярусами облавливается более крупная рыба по отношению к донным траловым орудиям лова и по мере увеличения размеров рыбы относительная селективность яруса возрастает, но эта зависимость не является устойчивой во времени, определяется биологическим состоянием черного палтуса и имеет сезонный характер.

ВВЕДЕНИЕ

Масштабное освоение запаса черного палтуса в Баренцевом море началось во второй половине XX в., но чрезмерная эксплуатация этих запасов уже к концу 80-х годов привела их к депрессивному состоянию и последующему запрету промысла этого вида. Основным орудием добычи черного палтуса в этот период был донный трал, но, начиная с 90-х годов, вклад ярусных судов в вылов этого вида стал неуклонно возрастать.

Трал и ярус различаются по своему принципу лова: первый облавливает рыбу за счет преодоления ее локомоторных возможностей, а второй использует пищевой инстинкт, привлекая рыбу к наживке (Huse et al., 1997). В силу своих селективных свойств, уловы, получаемые этими орудиями лова, различаются по видовому, размерно-возрастному и половому составу облавливаемых рыб (Готовцев и др., 1998; Греков, 2001; Neilson et al., 1989; Hovgard, Riget, 1990; Lokkeborg, Bjordal, 1992; Jorgensen, Boje, 1992; Nedreaas et al., 1993; Huse et al., 1997). Поэтому, на фоне возрастания промыслового значения ярусного лова в бассейне Баренцева моря, весьма актуальной становится задача изучения селективных свойств этих орудий для определения степени воздействия этого вида промысла на популяцию черного палтуса.

Цель работы – оценить селективные свойства ярусов по отношению к донным тралам при облове скоплений черного палтуса в Баренцевом море с учетом его биологического состояния.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для сравнения селективных свойств донных траловых и ярусных орудий лова были выполнены серии совместных работ по одновременному облову скоплений черного палтуса этими орудиями лова.

Работы выполнялись в соответствии с принятой методикой (Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов..., 2004). Исследования проводились в период 1997-2004 гг. в районе континентального склона (Западный склон Медвежинской банки и район Копытова), где было проведено 11 серий (61 пара) ловов (рис. 1).

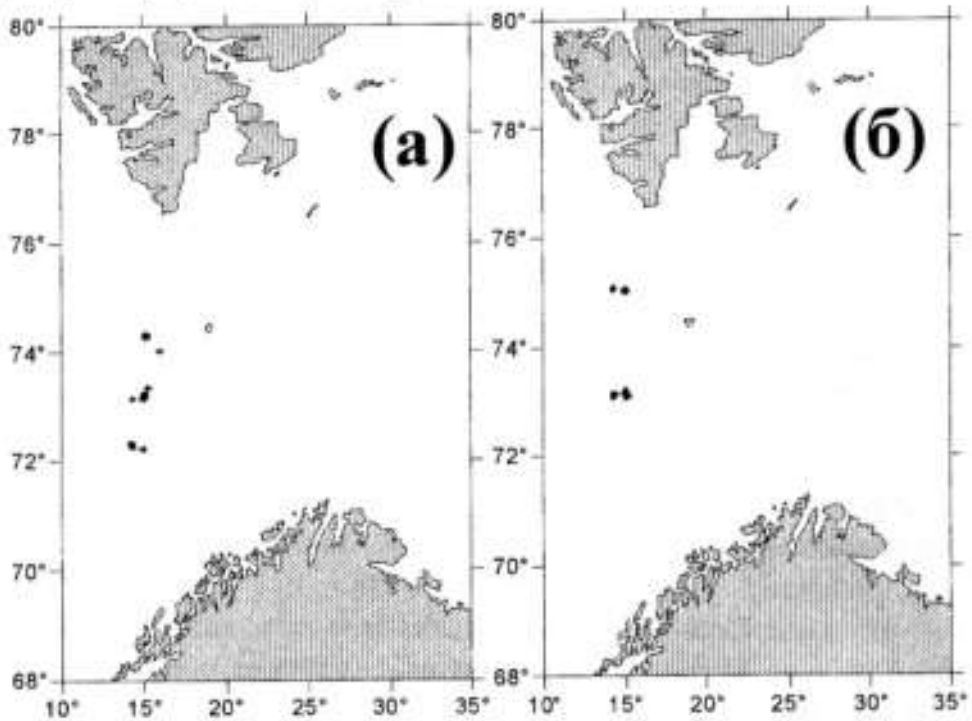


Рис. 1. Позиции проведения совместных ловов «ярус-трал» на скоплениях черного палтуса в Баренцевом море в апреле-мае (а) и октябре-декабре (б) 1997-2004 гг.

Fig. 1. Position of joint «longline-trawl» fishing of Greenland halibut concentrations in the Barents sea in April-May (a) and in October-December (b) 1997-2004.

«Серия» подразумевает под собой одновременную работу ярусного и тралового судов на локальной акватории, выполняющих на одних позициях парные поочередные ловы (пары, где траления выполнялись по длине яруса, сразу после его выборки).

Ярусные суда были оборудованы автоматизированными ярусными линиями фирмы «Mustad». Ярусы оснащались крючками EZ-12/0 или EZ-13/0 на поводках длиной 40 см. Расстояние между креплениями поводков к хребтине составляло 1,3-1,55 м. Для наживления крючков использовался кальмар, в отдельных случаях – в сочетании со скумбрией или сельдью.

Траулеры разных типов с мощностью главного двигателя от 1 100 до 2 800 л.с. облавливали скопления палтуса промысловыми донными травами с горизонтальным раскрытием 17-30 м, вертикальным – 5,5-10 м и размером ячеи в кутковой части – 125-135 мм.

Для оценки относительной уловистости ярусных орудий лова к траловым с учетом биологического состояния черного палтуса все выполненные совместные пары ловов разбиты на 2 периода – апрель-май (период нагула черного палтуса) и октябрь-декабрь (преднерестовый и нерестовый периоды).

Во всех выполненных парах определялась и сравнивалась величина вылова каждого из орудий лова. Выполнялся массовый промер всего улова черного палтуса с разделением на самцов и самок. Длина рыб измерялась от начала рыла до конца хвостового плавника (зоологическая длина) с точностью до 1 см. Размерные ряды черного палтуса формировались по 5-ти сантиметровым классам (26-30, 31-35, 36-40, 41-45 см и т.д.). Половая зрелость рыб определялась по принятой шкале: II – неполовозрелая рыба; III и IV – созревающие особи; V – нерестовые особи; VI – рыба с остаточными признаками прошедшего нереста; VI-II(III) – половозрелая рыба с восстановленными гонадами (VI-II – самцы; VI-III – самки) (Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов..., 2004). Во всех парах относительная селективность яруса к тралу определялась по величине уловов, пересчитанных на равную единицу длины – милью (хода с тралом или длины яруса).

При анализе влияния длины рыбы на изменения относительной селективности яруса к тралам использовали корреляционный анализ, а для выявления динамики этих изменений в зависимости от размеров рыбы использовали регрессионный анализ (Лакин, 1973, Ивантер, Коросов, 2003). Доверительная оценка коэффициентов корреляции определялась по критерию Стьюдента при уровне значимости 0,05. Относительная селективность яруса к тралу была описана логистической функцией (Manual of Methods..., 1996):

$$r(l) = \frac{\exp(a + b \times l)}{1 + \exp(a + b \times l)} \times 100\% \quad (1)$$

где $r(l)$ – доля изъятия рыбы размерного класса l , выраженная в %; a – критерий диапазона селективности, отражающий угол наклона кривой; b – параметр функции, показывающий насколько то или иное значение отстоит от точки, равной (50%) селективности рассматриваемых орудий лова; l – среднее значение размерного класса рыб (28, 33, 38, 43 см и т.д.)

Оптимизированные решения логистической функции находились с помощью программы *Solver-sel* (Tokai, 1997), адаптированной под поставленные задачи и позволяющей рассчитать долю изъятия рыбы (выраженную в %) траловыми и ярусными орудиями лова в зависимости от ее длины.

Для определения коэффициентов относительной селективности яруса к тралу в зависимости от длины рыбы ($K_{\text{я}}$) использовали формулу:

$$K_{\text{я}} = \frac{r(l)_{\text{я}}}{100\% - r(l)_{\text{т}}} \quad (2)$$

где знаменатель $(100\% - r(l)_{\text{ярус}})$ является показателем селективности трала, определенным как разность между общей селективностью обоих орудий лова (100%) и селективностью яруса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В сериях экспериментальных работ черный палтус в траловых уловах был представлен самцами длиной 31-72 см и самками длиной 34-96 см. В уловах ярусов длина самцов варьировала от 36 до 66 см, самок – от 36 до 98 см.

В осенне-зимний период в уловах яруса, в отличие от весны, отмечалось некоторое увеличение доли как мелких, так и крупных особей, а размерный состав уловов черного палтуса, выловленного тралом, не имел различий по сезонам (рис. 2).

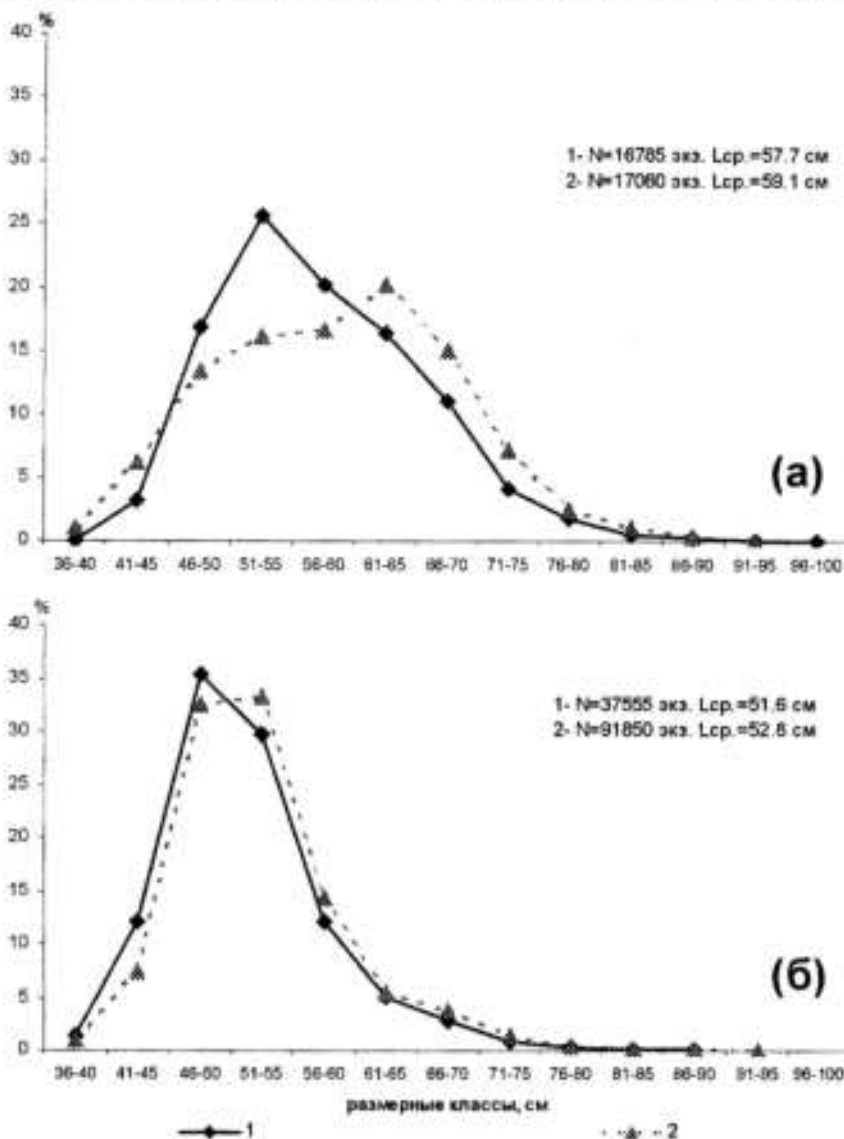


Рис. 2. Размерный состав ярусных (а) и траловых (б) уловов черного палтуса в весенний (1) и осенне-зимний периоды (2).

Fig. 2. Length composition of long-line (a) and trawl (б) catches of Greenland halibut in spring (1) and autumn-winter (2) periods.

Весенний период. В этот период черный палтус начинает формировать свои нагульные скопления, при облове которых было выявлено, что с увеличением размеров рыбы селективность яруса по отношению к тралу возрастает, и связь эта является статистически достоверной. Коэффициент корреляции относительной селективности яруса к тралу и длиной самцов равен 0,81, а самок – 0,82. Логистические кривые относительной селективности яруса в зависимости от размеров рыбы отражены на рисунке 3. Также определены коэффициенты относительной селективности яруса (уравнение 2), изменения которых могут быть описаны экспоненциальной кривой (рис. 4).

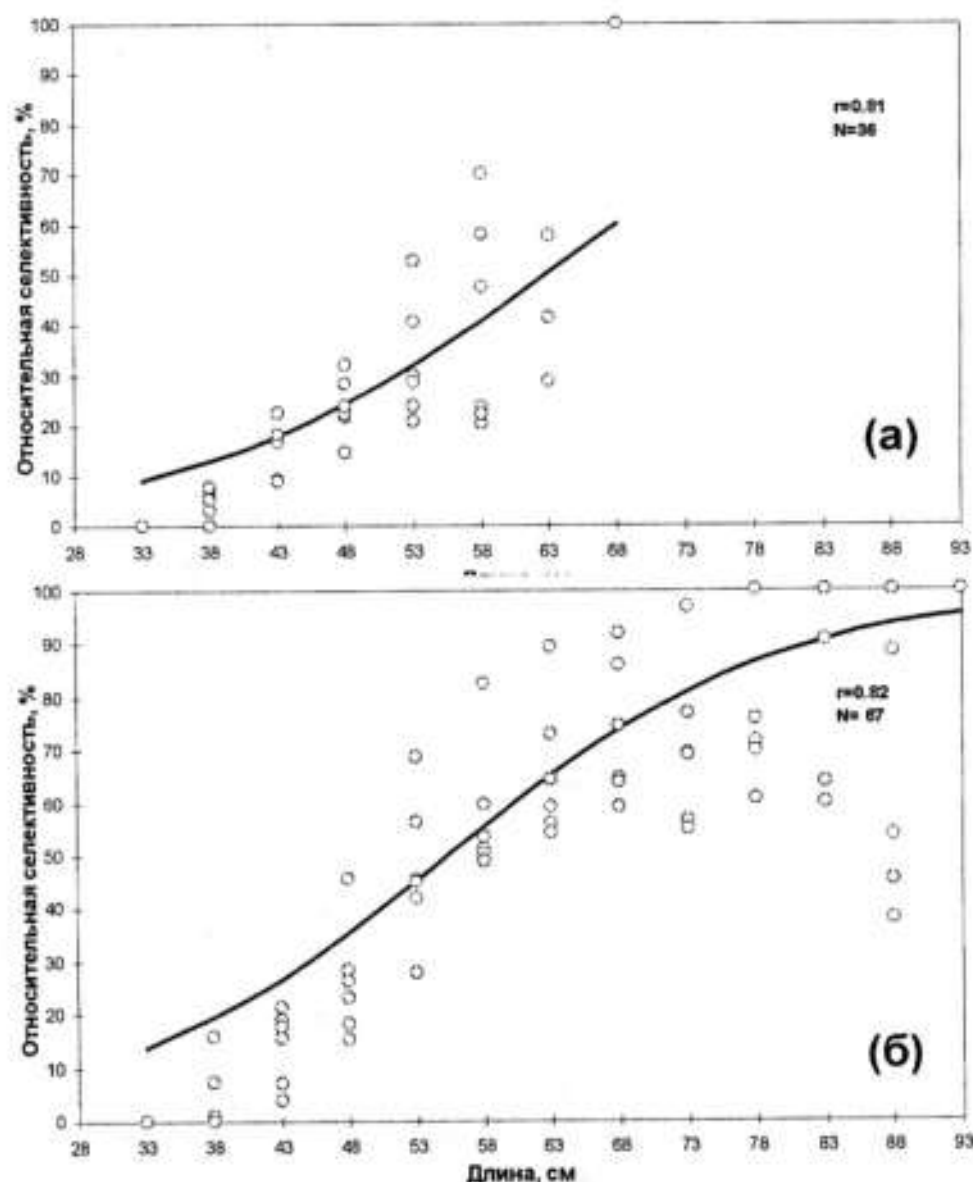


Рис. 3. Эмпирические значения и логистические кривые относительной селективности яруса к тралу при облове нагульных скоплений черного палтуса (а – самцы, б – самки).

Fig. 3. Empirical values and logistic curves of relative long-line selectivity when fishing feeding concentrations of Greenland halibut (a – males, б – females).

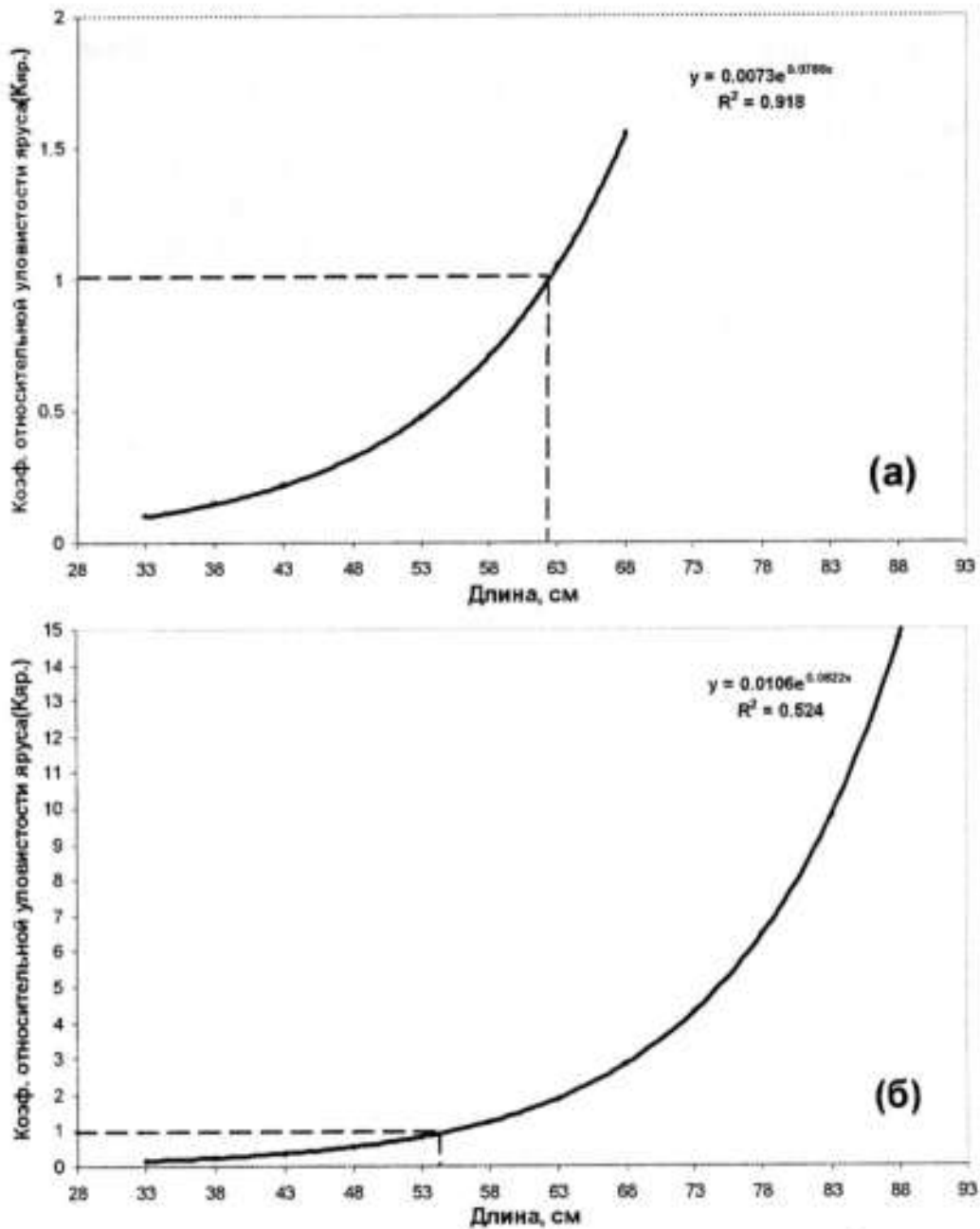


Рис. 4. Экспоненциальные кривые изменений коэффициентов относительной селективности яруса в зависимости от длины самцов (а) и самок (б) черного палтуса в весенний период.
 Fig. 4. Exponential curves of variations in coefficients of relative long-line selectivity depending on length of males (a) and females (b) of Greenland halibut in spring period.

По результату исследований в весенний период траловые орудия лова лучше ярусных облавливали самок черного палтуса длиной до 55,3 см и самцов до 62,7 см ($K_{\text{ярус}} < 1$), а более крупная рыба лучше ловилась донными ярусами ($K_{\text{ярус}} > 1$).

В апреле-мае основу уловов обоих орудий лова составляли неполовозрелые (с гонадами во II стадии зрелости), созревающие (III стадия) и посленерестовые (VI-II(III) стадии) особи (рис. 5).

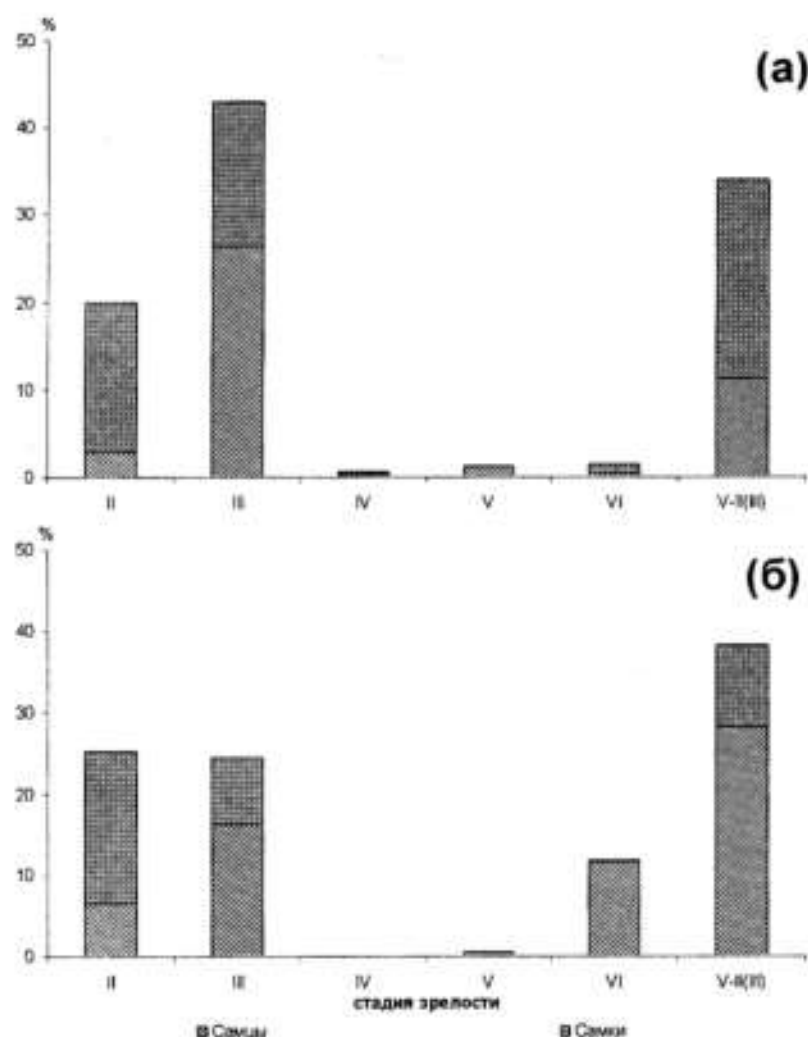


Рис. 5. Стадии зрелости гонад у черного палтуса при облове его нагульных скоплений ярусом (а) и тралом (б) в апреле-мае.

Fig. 5. Maturity stages of gonads in Greenland halibut when fishing their feeding concentrations by long-line (a) and trawl (b) in April-May.

В уловах яруса преобладала созревающая рыба (III стадия) и ее доля была выше, чем у трала, а доля посленерестовых особей (VI стадия) была значительно меньше.

Осенне-зимний период. Исследования, проведенные в октябре-декабре, показали, что в этот период увеличения селективных свойств яруса по отношению к тралу с увеличением размеров рыбы практически не происходит. Очень слабая, близкая к критическому значению, положительная корреляция выявлена только для самок черного палтуса ($r=0,28$ при 61 паре сравниваемых размерных классов), а для самцов эта связь перестает быть достоверной ($r=0,31$ при 38 парах сравниваемых размерных классов). Кроме того, у самцов проявляется обратная тенденция увеличения в ярусных уловах более мелкой рыбы.

Общий вылов самок у яруса по отношению к тралу в осенне-зимний период значительно снижался. Тралом лучше облавливались самки практически всего

размерного диапазона, за исключением наиболее крупных особей, длина которых превышала 88 см, а суммарный вылов самцов тралом численно превосходил уловы яруса почти в 10 раз. Вылов самцов отдельных размерных групп у трала был больше в 3-5 раз (рис. 6).

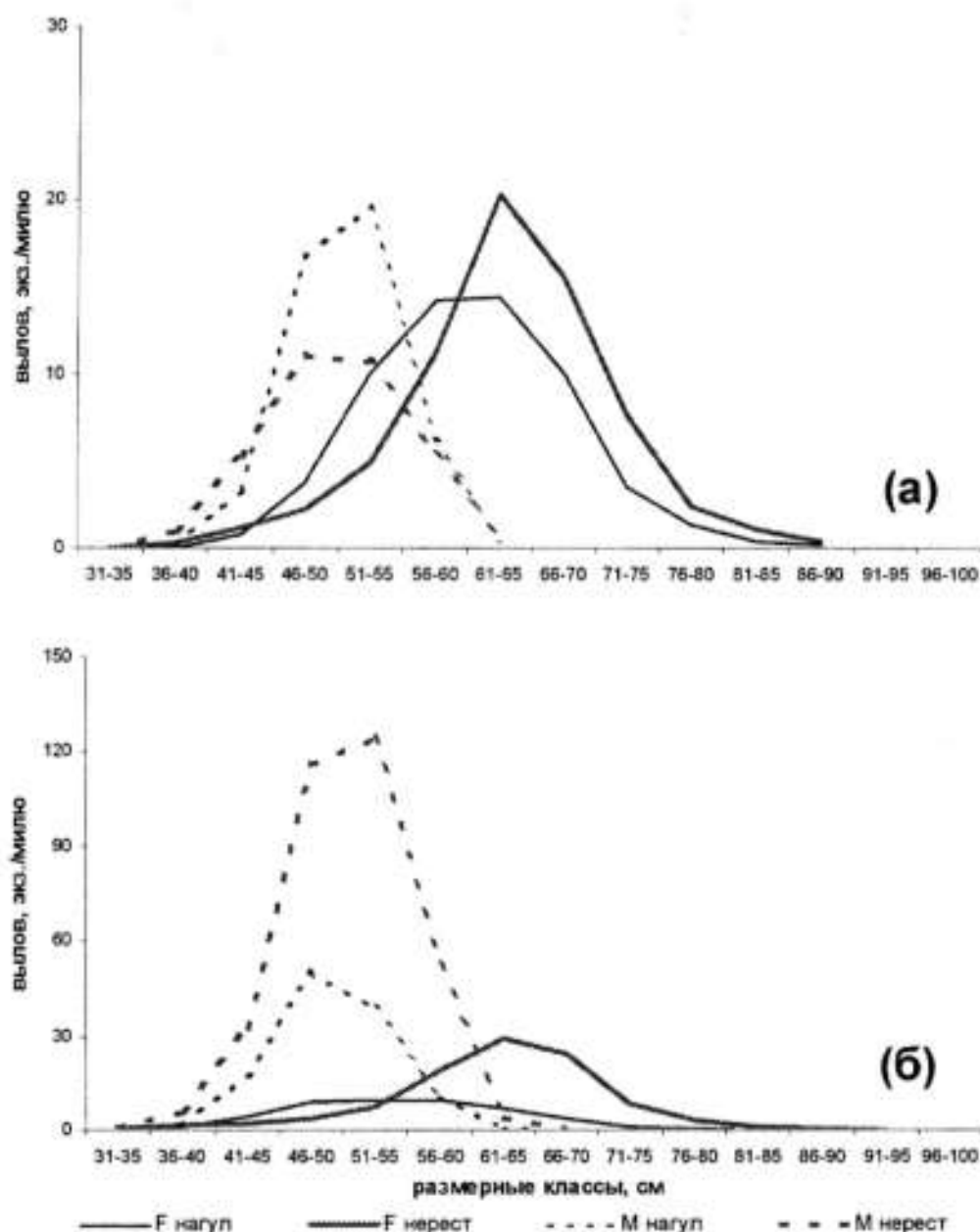


Рис. 6. Изменение величины вылова ярусом (а) и тралом (б) самцов и самок черного палтуса различных размеров при облове его нерестовых и нагульных скоплений.

Fig. 6. Variation in catch size of different size Greenland halibut by long-line (a) and trawl (b) in fishing their spawning and feeding concentrations.

Уловы трала формировались из неполовозрелой, созревающей (III и IV стадии) и нерестящейся (V стадии) рыбы. Максимальная доля приходилась на преднерестовую рыбу с гонадами в IV стадии зрелости (40%) (рис. 7). В ярусных

уловах наибольший вылов (32%) приходился на рыб с половыми железами в стадии зрелости VI-II(III), которых в уловах трала было всего 2,4%.

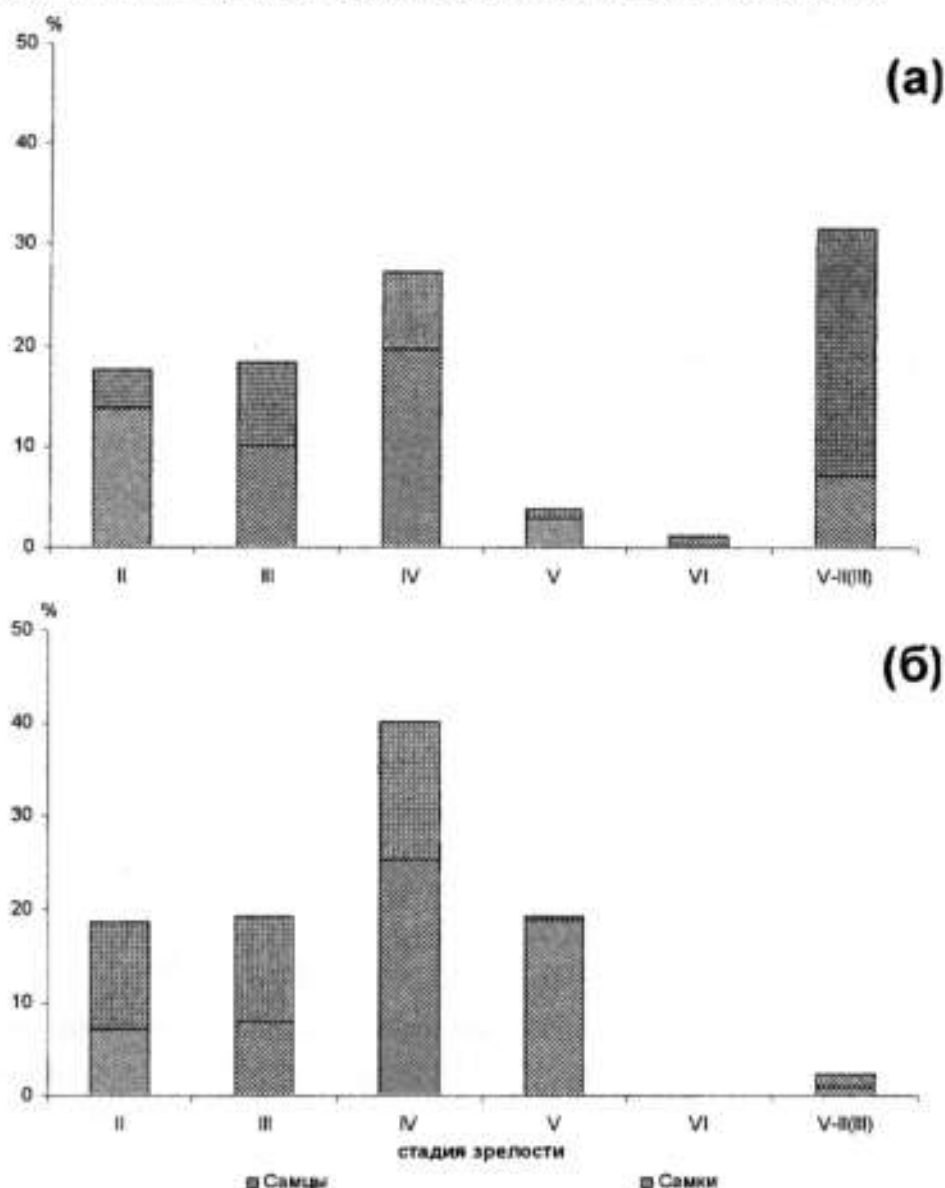


Рис. 7. Стадии зрелости гонад у черного палтуса при облове его преднерестовых и нерестовых скоплений ярусом (а) и тралом (б) в октябре-декабре.

Fig. 7. Maturity stages of Greenland halibut gonads when fishing the fish prespawning and spawning concentrations by long-line (a) and trawl (б) in October-December.

Из рисунка б видно, что в осенне-зимний период в ярусных уловах отмечалось увеличение вылова крупных самок и мелких самцов черного палтуса. В первом случае это преимущественно особи с гонадами в стадии зрелости VI-III, а во втором – неполовозрелые особи (II стадия). Нерестящиеся особи (с текучими половыми продуктами в V стадии зрелости) ярусом облавливались в незначительном количестве, их доля в уловах была в 5 раз меньше, чем у трала (3,8% против 19,4%).

В осенне-зимний период по отношению к весне плотность скоплений черного палтуса в пересчете на 1 морскую милю траления увеличивалась в 2,7 раза (со 165 до 439 экз.), а средняя производительность лова возрастала с 675 кг/ч до 1 959 кг/ч траления.

Количество облавливаемых ярусом особей в пересчете на 1 милю его длины незначительно сокращалось со 105 экз. – весной, до 101 экз. – осенью, а производительность лова снижалась со 171 до 165 кг/1000 кр.

ОБСУЖДЕНИЕ

В целом результаты исследований подтверждают преобладание более крупной рыбы в уловах яруса по отношению к тралу, поэтому с учетом полового диморфизма черного палтуса можно сказать, что траловый промысел ориентирован на изъятие из популяции самцов (в среднем 60-80% улова), а ярусные орудия лова в большей степени ориентированы на вылов самок (50-90%).

В весенних сериях работ для самок черного палтуса увеличение относительной селективности яруса отмечалось с более мелких особей (55 см), чем для самцов (62 см), что может быть обусловлено рядом причин.

Во-первых, для этого вида, как и для некоторых других (Godø et al., 1997), свойственна внутривидовая конкурентная борьба за использование кормовой базы и лидерство в ней принадлежит самкам как более крупным особям (Смирнов, 2006; Bjordal, Lokkeborg, 1996). Даже при равной длине с самцами, самки более упитанны и имеют большую массу тела, что обеспечивает им более высокую двигательную активность (Смирнов, 2006). Благодаря этому они, отреагировав на запах наживки, могут быстрее достигать яруса (Bjordal, Lokkeborg, 1996) и, наоборот, успешней избегать попадания в трал (Albert et al., 2006).

Во-вторых, при длине 51-55 см уже более 96% самцов достигают половой зрелости, в то время как среди самок этой длины доля зрелых особей составляет около 10% (Смирнов, 2006). Массовое созревание самок происходит при длине 61-75 см (Ковцова, 1986). В апреле-мае по результатам тралового лова сохраняется значительная доля (11,6%) самцов с остаточными признаками прошедшего нереста (VI стадия), доля которых в уловах ярусов составляла менее 0,5% (рис. 4). Как будет указано ниже, в нерестовый период со сменой у рыбы пищевой мотивации на репродуктивную, доступность палтуса для яруса снижается. В связи с этим, возможно, что не успевшие восстановиться после нереста самцы черного палтуса в апреле-мае еще не начинают активного питания и ярусами практически не облавливаются, в то время как неполовозрелые самки в это время нагуливаются, активно реагируют на наживку и успешно попадают на крючки яруса. Это также может быть причиной увеличения селективных свойств яруса с более мелких самок и в этом случае определяющее значение в величине вылова играют не селективные свойства орудия лова по отношению к самцам или самкам, а

биологическое состояние объекта лова. В более поздний период, по мере восстановления черного палтуса после нереста и началом его массового нагула, производительность лова этого вида ярусами значительно увеличивается, достигая своего максимума летом (Греков, 2001; Греков, Шестопал, 2003).

Осенью и зимой, в преднерестовый и нерестовый периоды, когда половозрелый палтус почти не питается (Рекомендации по рациональной эксплуатации..., 1989), участвующие в нересте рыбы (с гонадами в V стадии зрелости) ярусом практически не облавливались, а основной ярусный вылов приходился на крупных самок с гонадами в стадии VI-III. При этом рыба с остаточными признаками прошедшего нереста (VI стадия) в уловах обоих орудий лова практически отсутствовала, что позволяет нам утверждать, что ярусами облавливались особи, не принимающие участие в текущем нересте. Увеличение вылова мелких неполовозрелых самцов также обусловлено тем, что эта рыба не была задействована в нересте и продолжала питаться.

В отличие от яруса, в уловах трала от весны к осени возрастал вылов как крупных самок, так и самцов всех размерных классов, из чего видно, что в осенне-зимний период концентрирование палтуса и уплотнение его скоплений в районе нерестилищ благоприятствует облову активными орудиями лова (тралами), в то время как снижение пищевой активности нерестовой рыбы негативно отражается на эффективности лова пассивными орудиями (ярусами).

Это подтверждается и результатами более ранних исследований, где указывается, что максимальных величин (до 1 500 кг/ч траления) среднемесячная производительность тралового лова черного палтуса достигает в преднерестовый и нерестовый периоды, а минимальных (до 200 кг/ч траления) – в весенне-летний период нагула (Готовцев и др., 1998), когда ярусный лов является наиболее эффективным.

Как видим, в сезонном аспекте производительность тралового и ярусного лова черного палтуса находятся в противофазе и выявленные связи увеличения селективных свойств яруса по отношению к тралу с увеличением размеров рыбы не являются устойчивыми во времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения величины вылова черного палтуса на промысловое усилие в течение года у траловых и ярусных судов находятся в противофазе. В осенне-зимний период уплотнение его скоплений в районе нерестилищ благоприятствует облову тралами, в то время как снижение пищевой активности нерестовой рыбы негативно отражается на эффективности лова ярусами. В весенне-летний период, наоборот, с началом активного нагула черного палтуса производительность ярусного лова возрастает, а рассредоточение рыбы по акватории снижает производительность тралового лова.

Ярусами облавливаются более крупная рыба по отношению к донным траловым орудиям лова и по мере увеличения размеров рыбы относительная уловистость яруса возрастает, однако установлено, что эта зависимость определяется биологическим состоянием черного палтуса и имеет сезонный характер. Связь является устойчивой в период нагула черного палтуса (весенне-летний период), а в его преднерестовый и нерестовый периоды (осенью и зимой) она значительно ослабевает или утрачивает свою достоверность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Готовцев С.М., Смирнов О.В., Шестопал И.П. Результаты исследований черного палтуса норвежско-баренцевоморской популяции в 1996-1997 гг. Мат. отчет. сессии ПИНРО по итогам научно-исследоват. раб. в 1996-1997 гг. Мурманск: ПИНРО, 1998. С. 80-89.

Греков А.А. Сравнительный анализ уловов тралом и ярусом при экспериментальном облове скоплений черного палтуса. Мат. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию ПИНРО. Мурманск: ПИНРО, 2001. С. 24-32.

Греков А.А., Шестопал И.П. Возможности ярусного лова донных рыб в Баренцевом море и сопредельных водах // Донные экосистемы Баренцева моря: Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО, 2003. Т. 142. С. 272-284.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. Пособие / Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 304 с.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. 2-е изд., испр. и доп. М.: ВНИРО, 2004. 300 с.

Ковцова М.В. Черный палтус. Сб. Ихтиофауна и условия ее существования в Баренцевом море. Апатиты: ММБИ, 1986. С. 46-48.

Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических вузов. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.

Рекомендации по рациональной эксплуатации запасов черного палтуса норвежско-баренцевоморского стада. Сост. Низовцев Г.П. Мурманск: ПИНРО, 1989. 93 с.

Смирнов О.В. Черный палтус норвежско-баренцевоморской популяции. Мурманск: ПИНРО, 2006. 117 с.

Albert O.T., Harbitz A., Larsen R.B., Karlsen K.-E. Spatial structure and encounter rate of Greenland halibut in front of bottom-trawls. In: Ross Shotton (Ed.): Conference on the Governance and Management of Deep-sea Fisheries. FAO Fisheries Proceedings 3/2. 2006. Part 2. 487 p.

Bjorndal A., Løkkeborg S. Longlining (Fisheries). Fishing News Books. A division of Blackwell Science Ltd. 1996. 156 p.

Godø O.R., Huse I., Michaelsen K. Bait defence behaviour of wolffish and its impact on long-line catch rates // ICES J. Mar. Sci. 1997. V. 54. Pp. 273-275.

Hovgard H., Rigel F. A Long-line Estimate of Swept Area Abundance of Cod in Inshore Areas off West Greenland / Scientific Council Meeting, June 1990 // NAFO SCR Doc. 90/29. Ser. №1746. 12 p.

Huse I., Nedreaas K., Gundersen A. Relative selectivity in trawls, longlines and gillnets on Greenland halibut. Gear Selection and Sampling Gears: Proceed. of the 7-th IMR-PINRO Symp. Murmansk: PINRO Press, 1997. Pp. 107-119.

Jorgensen O., Boje J. A comparison of selectivity in trawl and long-line fishery for Greenland halibut // NAFO SCR Doc. 92 / 55. 1992. Ser. №2105.

Lokkeborg S., Bjordal A. Species and size selectivity in longline fishing: a review. Fishery Research, 13. 1992. Pp. 311-322.

Manual of Methods of Measuring the Selectivity of Towed Fishing Gears // ICES Coop. Res. Rep. 1996. №215. 126 p.

Nedreaas K., Soldal A.V., Bjordal A. Performance and biological implications of multi-gear fishery for Greenland halibut (*Reinhardius hippoglossoides*) // NAFO SCR Doc. 93/118. 1993. Ser. №2312.

Neilson J.D., Waiwood K.G., Smith S.J. Survival of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) caught by longline and otter trawl gear // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1989. V. 46. Pp. 887-897.

Tokai T. Maximum likelihood parameter estimates of a mesh selectivity logistic model through SOLVER on MS-Excel // Bull. Jpn. Fish. Oceanog. 1997. V. 61. №3. Pp. 288-298.

RELATIVE SELECTIVITY OF A BOTTOM LONGLINE TO A TRAWLS AT FISHING GREENLAND HALIBUT IN THE BARENTS SEA

© 2007 y. A.A. Grekov

Polar Research Institute of Fisheries and Oceanography, Murmansk
The Greenland halibut in the Barents Sea fishing by both bottom trawls, and longline. However, during a year, variations in Greenland halibut catch size per a fishing effort are in antiphase for trawl and long-line vessels. Longline fishing larger fish than trawl and with the increase in fish size the selectivity of long-line in relation to trawl rise. However this dependence is not steady in time, is determined by a biological condition of Greenland halibut and has a seasonal nature.