

УДК 597.562:597—116(261.260)

СВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПЛОДОВИТОСТИ С НЕКОТОРЫМИ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ САМОК САЙДЫ СЕВЕРНОГО МОРЯ

А. Я. Сторожук, А. В. Голованов

Рациональный рыбный промысел невозможен без знания воспроизводительной способности стада, которую нельзя определить без данных по плодовитости. Особенно важны такие исследования для видов, интенсивно облавливаемых, например, для сайды (*Pollachius virens* L.) Северного моря.

Материалы были собраны в северной части Северного моря, в районе Шетландских о-вов в январе—феврале 1972, 1973 и 1974 г. В море проводили полный биологический анализ рыб.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) была определена весовым методом (Анохина, 1969) у 188 самок сайды.

Для оценки степени инвазии печени сайды личинками нематод (*Contracaecum* sp.) подсчитывали число паразитов на поверхности (2,25 см²) печени в трех участках этого органа. Были использованы «условные единицы зараженности» (Z), вычисленные по формуле

$$Z = \frac{H}{\sqrt[3]{Pn}}$$

где H — число паразитов на единицу поверхности печени;
 Pn — масса печени.

Количество липидов в гонадах определяли методом Фолча (Folch et al., 1957).

Обезжиренный остаток, как и обезжиренный безбелковый остаток, т. е. содержимое водно-метаноловой фазы, доводили до постоянного веса высушиванием при температуре плюс 105°С. Сумма этих величин составляла сухой обезжиренный остаток. Поскольку в теле рыб сухой обезжиренный остаток более чем на 90% состоит из белка, а кроме того, между их содержанием существует высокая положительная корреляция ($r=+0,90$) (Миндер, 1967), будем в дальнейшем употреблять термин «белок» как синоним сухого обезжиренного остатка.

Весь материал обработан статистически на ЭВМ «Минск-32» по программе корреляционно-регрессионного анализа. Отдельные параметры вычислены по алгоритмам, приведенным у Н. А. Плохинского (1967).

Индивидуальная абсолютная плодовитость сайды закономерно возрастает с увеличением возраста и размеров самок. Наиболее высокая корреляция отмечена между ИАП и массой рыбы ($r=+0,93$) и наименьшая между ИАП и возрастом ($r=+0,58$) (табл. 1).

Если увеличение ИАП с ростом самок характерно для всех видов рыб, то темпы этого увеличения специфичны не только для отдельных видов, но и для популяций политипических видов (Никольский, 1974). У самок сайды Северного моря темпы нарастания ИАП высоки до 9-летнего возраста. У особей 10—12 лет увеличения ИАП замедляется, а иногда (1972, 1973 г. — даже снижается) (рис. 1). Такая динамика ИАП

с возрастом сайды соответствует общей закономерности изменения плодовитости рыб — постепенному уменьшению нарастания ИАП у самок старшего возраста (Анохина, 1969; Schopka, 1971).

Таблица 1

Индивидуальная абсолютная плодовитость (Y) в зависимости от возраста (A), длины (B) и массы (C — общая, c — порки) сайды по данным 1972—1974 гг. (r — коэффициент корреляции)

1972 г.	1973 г.	1974 г.
$Y = -4619070 + 1119800 \cdot A$ $r = +0,83$	$Y = 1843960 + 644353 \cdot A$ $r = +0,58$	$Y = -8025000 + 1590900 \cdot A$ $r = +0,82$
$Y = 0,0982 \cdot B^{3,9724}$ $r = +0,58$	$Y = 0,0832 \cdot B^{4,0204}$ $r = +0,70$	$Y = 0,1243 \cdot B^{3,9830}$ $r = +0,85$
$Y = -636500 + 746,7 \cdot C$ $r = +0,81$	$Y = -1254000 + 1167,4 \cdot C$ $r = +0,81$	$Y = -1453550 + 1216,9 \cdot C$ $r = +0,93$
$Y = 525000 + 1218,4 \cdot c$ $r = +0,88$	$Y = -123000 + 1422,6 \cdot c$ $r = +0,77$	$Y = -1767700 + 1652,2 \cdot c$ $r = +0,92$

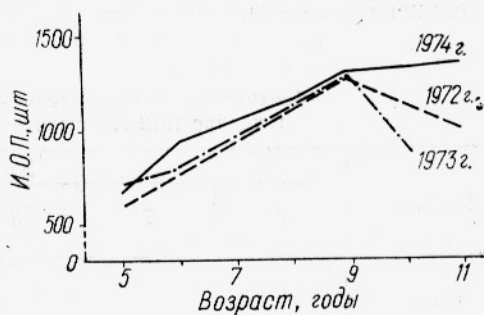
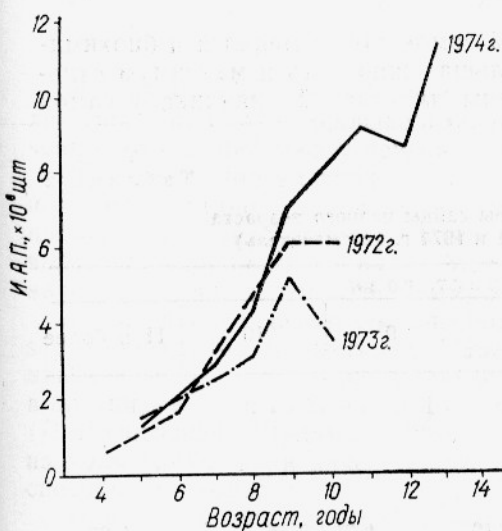


Рис. 1. Кривые зависимости индивидуальной абсолютной (ИАП) и относительной (ИОП) плодовитости самок сайды от их возраста в 1972—1974 гг.

У двух очень крупных самок сайды 12 и 14 лет, выловленных в 1974 г., ИАП была необычно высока — 12 и 19 млн. икринок соответственно.

Резкое увеличение ИАП у старых рыб также отмечено для некоторых популяций (Анохина, 1969; Никольский, 1974). У старых самок многих видов в яичниках много мелких икринок, которые после нереста обычно рассасываются. В. В. Васнецов (цит. по Никольскому, 1953) предполагает, что при улучшении условий питания рыб старших возрастов эти икринки нормально развиваются и выметываются, т. е. — это тот резерв, который обеспечивает резкое увеличение ИАП при улучшении обеспеченности пищей.

ИАП увеличивается не только с возрастом, но и по мере роста самок. Снижение темпов нарастания ИАП отмечено при длине сайды 90 см и общей массе 6 кг.

С увеличением размеров и возраста сайды существенно изменяется и индивидуальная относительная плодовитость (ИОП), которая возрастает с увеличением размеров и возраста сайды. Однако у самок в возрасте 10 лет (при длине тела 95 см и массе 6,5 кг соответственно)

нарастание ИОП приостанавливается (в 1974 г.), или даже резко падает (в 1972 и 1973 г.) (рис. 1).

В 1972 и 1973 г. наиболее крупные икринки отмечены у самок среднего возраста (рис. 2).

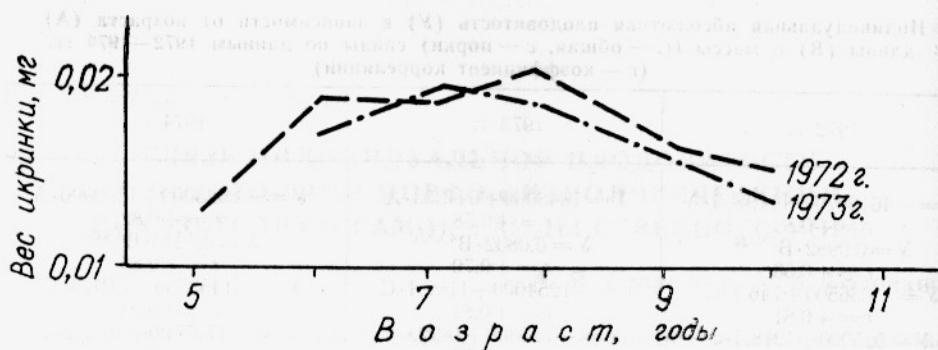


Рис. 2. Изменение сырого веса икринок сайды разного возраста в январе 1972—1973 гг.

С увеличением размеров и возраста самок сайды менялся и биохимический состав яичников (табл. 2). Большая жирность и максимум относительного содержания белка отмечены для тканей яичника у самок среднего возраста.

Таблица 2

Биохимические показатели икры сайды разного возраста в январе 1972 г. (числитель) и 1974 г. (знаменатель)

Показатели	Возраст, годы					
	6	7	8	9	10	11 и более
Содержание в яичнике, % сырого вещества						
липидов	$4,87 \pm 0,64$	4,98	$5,34 \pm 0,10$	$4,71 \pm 0,66$	$5,03 \pm 0,26$	$4,87$
белка	$24,94 \pm 1,75$	25,35	$26,45 \pm 0,77$	$22,48 \pm 1,21$	$22,97 \pm 1,36$	$22,41$
Содержание в одной зрелой икринке, 10^{-5} , мг						
липидов	582	—	682 ± 158	649 ± 81	—	—
белка	899 ± 107	788 ± 56	826 ± 53	805 ± 55	780 ± 58	768 ± 77
	2654	—	3880 ± 403	3707 ± 313	—	—
	3894 ± 385	3508 ± 288	3909 ± 160	3542 ± 169	3974 ± 304	3492 ± 343

Были также прослежены изменения показателей у самок одного возраста с разными размерами тела и одних размеров, но разного возраста. При увеличении возраста самок одинаковой длины ИАП возрастает (табл. 3). Таким образом, у быстрорастущих особей сайды одного возраста ИАП повышена, как и у старших рыб одной длины.

Плодовитость самок сайды в зависимости от возраста, размеров и индекса печени в тыс. икринок

Показатели	Возраст, годы						
	5	6	7	8	9	10	11 и более
Длина, см							
50—59,5	—	1278	—	—	—	—	—
60—69,5	1218	1895	2339	—	—	—	—
70—79,5	—	2685	2963	—	—	—	—
80—89,5	—	—	—	4616	6241	—	—
90—99,5	—	—	—	—	7541	7704	—
100—109,5	—	—	—	—	—	9382	—
110 и более	—	—	—	—	—	10308	—
Индекс печени, %							
3—4,9	—	—	—	2453	—	—	5881
5—6,9	—	1177	2050	4290	5489	5257	8057
7—8,9	—	2216	2582	4827	6042	7189	12062
9—10,9	—	1977	2581	5000	7209	10283	—
11—12,9	—	2441	3575	4475	8826	11877	15567

Величина ИАП у рыб одного возраста зависит также от содержания липидов. Поэтому у производителей сайды был исследован индекс печени — отношение массы печени к массе рыбы без внутренностей.

Как это видно из табл. 3, ИАП сайды в пределах каждой возрастной группы становится больше по мере увеличения индекса печени. Как правило, при увеличении индекса печени у одновозрастных самок повышается жирность яичника. Менее заметна связь между величиной индекса печени и относительным содержанием белка в гонадах самок.

На воспроизводительную способность рыб в большой степени влияет зараженность их паразитами. Известно, что в зависимости от степени инвазии может не только уменьшиться количество резервных веществ в организме, но и нарушатся функции органов вплоть до их деградации (Петрушевский, Шулман, 1958). Эти изменения, естественно, влияют на количественные и качественные характеристики воспроизводительной способности рыб.

Инвазия печени сайды Северного моря личинками *Contracoecum* sp. очень высока и, безусловно, влияет на ее воспроизводительную способность. Была найдена достоверная отрицательная зависимость между величиной ИАП сайды в возрасте шести лет и условной единицей зараженности (коэффициент корреляции, $r = -0,70$, $p < 0,01$).

Таким образом, плодовитость и качество половых продуктов самой сайды не постоянны, а изменяются в зависимости от возраста и размеров производителей, уровня энергетических запасов организма и степени нематоза печени самок.

Показатели воспроизводительной способности самок могут меняться у рыб одного размера или возраста в разные годы (Пискунов, 1952). У сайды величины исследованных показателей в 1972—1974 гг. оказались неодинаковыми (рис. 3). Так, в 1974 г. ИАП самок сайды была выше ($p < 0,01$), чем в 1972 г. Достоверных различий между линиями регрессии массы самок без внутренностей на ИАП в 1972—1973 и 1973—1974 гг. обнаружить не удалось (табл. 4).

Темп нарастания ИАП сайды с увеличением размеров и возраста самок в эти годы был также неодинаков: в 1974 г. он был выше и вместо падения ИАП у старых самок, как это было в 1972 г., нарастание плодовитости у них не снижалось (см. рис. 1). Темпы увеличения плодовитости рыб нарастают при лучшей обеспеченности популяции пищей,

что отмечено для сельди Сахалина (Пискунов, 1952), воibly Северного Каспия и североморской сельди (Никольский, 1974).

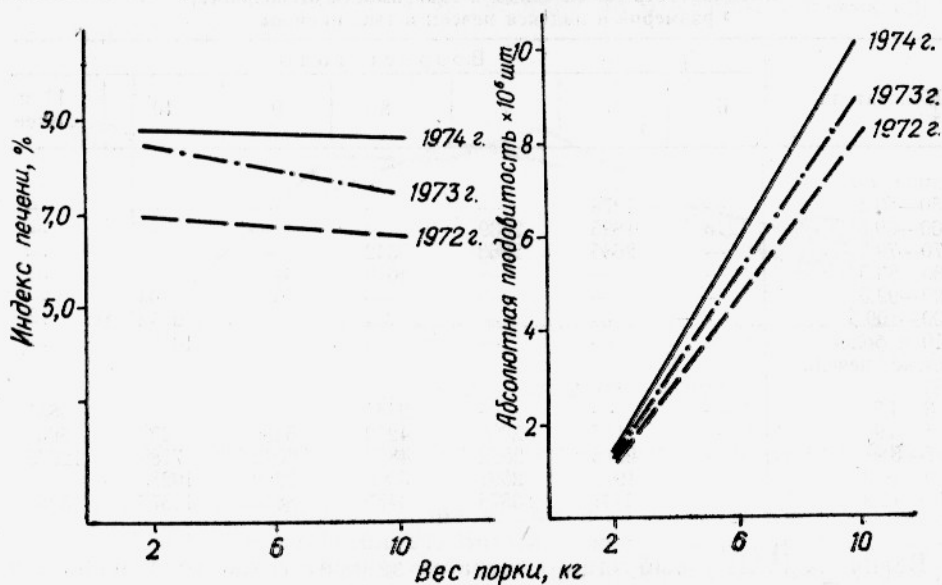


Рис. 3. Относительная масса печени (индекс печени) и абсолютная плодовитость у самок сайды в зависимости от массы тела в 1972—1974 гг.:

a — изменение индекса печени у преднерестовых производителей; *b* — связь абсолютной плодовитости с массой сайды.

Таблица 4

Результаты сравнения
линий регрессии
массы рыбы
без внутренностей
на ИАП

Годы	$t_{B_1-B_2}$	$t_{A_1-A_2}$
1972—1973	$1,38 < t_{05}$	$0,02 < t_{05}$
1973—1974	$1,06 < t_{05}$	$0,01 < t_{05}$
1974—1975	$2,64 > t_{01}$	$0,07 < t_{05}$

Неодинаков был и биохимический состав половых продуктов самок в 1972 и 1974 гг. Содержание липидов и белка было выше в 1974 г. (см. табл. 2). Количество биохимических анализов яичника для каждого возрастного интервала оказалось недостаточным, чтобы получить значимые различия. В результате анализа данных по всем возрастным группам отдельно для 1972 и 1974 гг. получены достоверные отличия по процентному содержанию липидов ($p < 0,001$) и белка ($p < 0,02$) в яичниках сайды. Сред-

нее же содержание липидов и белка в одной икринке было выше в 1974 г. Однако эти различия оказались не достоверными. Очевидно, абсолютное содержание белка и липидов в одной икринке — величина достаточно стабильная и несмотря на изменение внешних условий, влияющих на воспроизводительную способность сайды, варьирует в узких пределах, что достигается с помощью регуляционных механизмов: изменения ИАП, уплотнения желтка и других.

Таким образом, в 1974 г. по сравнению с 1972 г. не только увеличилась ИАП самок сайды, но и проявилась тенденция к увеличению процентного содержания жира и белка в выметываемых икринках.

Известно, что вариабельность размеров и других показателей икринок и личинок рыб увеличивается с ухудшением качества производителей и коэффициент вариации (С.В.) ряда морфометрических признаков может служить показателем качества потомства (Поляков, 1960).

Вариабельность размеров икринок обусловлена положением в яичнике (Мейен, 1940). Ооциты, расположенные близко к основным кровеносным сосудам, снабжаются питательными веществами лучше, чем те,

которые удалены от крупных кровеносных сосудов. При ухудшении физиологического состояния самок — снижении содержания резервных веществ — процент икринок, попавших в неблагоприятные условия питания и роста, увеличивается, возрастает и разнокачественность ооцитов.

Обработав шотландские данные по летней съемке тресковых рыб (О-группа) Северного моря в 1973 г. (Hislop, 1973) и результаты летней объединенной съемки в 1974 г. (Шотландия, Англия, Нидерланды) (Hislop, Holden, Daan, 1974), мы сравнили вариабильность размеров личинок сайды в эти годы; С.В. длины для 1974 г. равно 13,4%, для 1973 г. — 18,1%.

Таким образом, воспроизводительная способность сайды в 1974 г. была хорошей, в 1973 г. — средней, в 1972 г. — плохой.

Как видно из рис. 3, индекс печени самцов и самок сайды зимой 1974 г. был выше, чем в 1972 г., как у половозрелых (самки $p < 0,02$, самцы $p < 0,01$), так и у неполовозрелых (самки $p < 0,01$, самцы $p < 0,01$) рыб. В 1973 г. средняя величина индекса печени преднерестовой сайды была выше, чем в 1972 г. и близка к уровню 1974 г.

Таким образом, более качественной икра была у преднерестовых самок сайды, находящихся в лучшем физиологическом состоянии.

ВЫВОДЫ

1. Увеличение индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) у сайды с возрастом и размером самок подчиняется общей закономерности изменения плодовитости у рыб. Видовая специфичность связи «ИАП—возраст, ИАП—размеры» — у сайды проявляется в темпах нарастания плодовитости в онтогенезе. Данные характеристики варьируют по годам.

2. Количественная и качественная характеристики воспроизводительной системы сайды взаимосвязаны и, кроме того, зависят от резервных возможностей организма, темпа роста самок, их возраста и степени инвазии печени производителей личинками нематод.

3. ИАП сайды различается по годам в зависимости от физиологического состояния преднерестовых особей. В 1974 г. при лучшем физиологическом состоянии рыб ИАП увеличено и качество половых продуктов самок улучшено. Это позволяет использовать индекс печени преднерестовой сайды в комплексе с другими показателями (абиотическими и биотическими) для прогнозирования урожайности поколений данной популяции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Анохина Л. Е. Закономерности изменения плодовитости рыб. М., «Наука», 1969, 259 с.

Мейен В. А. О причинах колебания размеров икринок у костистых рыб. ДАН СССР, 1940, т. 28, № 7, с. 654—656.

Миндер Л. П. Оводненность тканей рыбы и ее влияние на гастрономические и технологические свойства рыбы-сырца. Труды ПИНРО, 1967, вып. 22, с. 5—38.

Никольский Г. В. О некоторых закономерностях динамики плодовитости рыб. В сб. «Очерки по общим вопросам ихтиологии». М.—Л., изд-во АН СССР, 1953, с. 199—206.

Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. М., изд-во «Пищевая пром-сть», 1974, 447 с.

Петрушевский Г. К., Шульман С. С. Паразитарные заболевания рыб в промысловых водоемах СССР. В сб. «Основные проблемы паразитологии рыб». Изд-во ЛГУ, 1958, с. 301—320.

Пискунов И. А. О плодовитости сельди, размножающейся у западного берега о. Сахалина. «Зоол. журн.», 1952, т. 31, вып. 1, с. 115—122.

Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. Изд-во МГУ, 1967, 81 с.
Поляков Г. Д. Приспособительное изменение размерно-весовой структуры одновозрастной популяции рыб в связи с условиями питания. «Вопросы ихтиологии», 1960, вып. 16, с. 11—33.

Folch, J., M. Lees, S. C. H. Stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. V. 226, No. 1, 1957, pp. 498—509.

Hislop, J. R. G. Scottish investigation on the abundance and distribution of pelagic O-group gadoids in the northern North Sea in 1973. ICES, C.M./F: 47, 1973, p.p. 1—4.

Hislop, J. R. G., M. J. Holden, N. Daan. A combined report on the pelagic O-group gadoid surveys undertaken by Scotland, England and Netherland in the North Sea in 1974. ICES, S.M./F, 1974, pp. 1—6.

Schopka, S. A. Comparative studies on the rate of reproduction in populations of herring and cod. Ber. Dt. Wiss. Komm. Meer. Bd. 22, No. 1, 1971, pp. 32—79.

Relationship of individual fecundity and some morphophysiological characteristics in females of saithe from the North Sea

A. Ya. Storozhuk, A. V. Golovanov

SUMMARY

The individual absolute fecundity and individual relative fecundity of saithe change with age and size of females. Beside the increase in the number of eggs the content of protein and lipids in the ovary changes with age. The qualitative and quantitative characteristics of the reproduction system of saithe are interrelated and depend on the growth rate of females, their age and extent of invasion of the liver with larvae of nematodes. The differences found in the individual absolute fecundity of saithe in the years compared agree with the estimates of the physiological condition of spawners obtained with the use of morpho-physiologic-biochemical indicators.