

**ТРУДЫ  
ВНИРО**

**ТОМ СХХІ**

**БИОЛОГИЯ И ПОВЕДЕНИЕ  
НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ**

LIFE HISTORY AND BEHAVIOUR  
OF SOME COMMERCIAL FISHES  
OF NORTH-EAST ATLANTIC



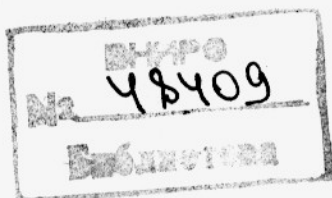
# БИОЛОГИЯ И ПОВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ

СОКР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

М. И. Шатуновский (ответственный редактор),  
С. С. Федоров, Н. И. Ревина, Н. В. Масленникова

Editorial Board:  
M. I. Shatunovsky (Editor in Chief)  
S. S. Fedorov, N. I. Revina, N. V. Maslennikova



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	5
Чуксин Ю. В. Влияние течения на поведение североморской сельди в районах Норвежского желоба и пролива Скагеррак	7
Чуксин Ю. В., Ахромович А. П., Михайлов А. Ю., Архипов А. Ю. Экологические факторы сезонных изменений распределения и поведения скумбрии, ставриды и путассу в районах к западу от Британских островов	11
Чуксин Ю. В., Провоторова А. И., Симченко В. Л., Масленникова Н. В. Размерно-возрастная структура и сезонные изменения биологического состояния скумбрии Северо-Восточной Атлантики	25
Назаров Н. А., Добрусин М. С. Некоторые особенности динамики биологических и физиологических показателей ставриды юго-западного шельфа Ирландии и северной части Бискайского залива	40
Фельдман В. Н. Распределение, численность молоди североморского шпрота и методика прогнозирования его вылова	49
Голубятникова И. П. Оценка запаса сайды Северного моря	53
Сторожук А. Я. Морфо-физиологические и биохимические особенности созревания сайды Северного моря	58
Сторожук А. Я. и Голованов А. В. Связь индивидуальной плодовитости с некоторыми морфо-физиологическими показателями самок сайды Северного моря	66
Богоявленская М. П. Физиолого-биохимические особенности трески Северного моря	73
Мальков А. С., Остапенко А. Т. Рост и смертность тресочки Эсмарка в Северо-Восточной Атлантике	82
Мальков А. С., Тимошенко Н. М. Прогнозирование вылова североморской пикши по данным учетных съемок	85
Шуваев Ю. Д. Питание личинок пикши Северного моря	89
Шевченко Б. В. Исследование рациональной эксплуатации популяции пикши Северного моря на основе продукционной модели	93
Ажгихин И. С., Гандель В. Г., Печенников В. М., Серебрянников Н. В., Финкель В. В. Современное состояние и перспективы использования биологически активных веществ гидробиситов в медицине	100
Шевченко В. В., Шатуновский М. И. О плодовитости пикши Северного моря	110
Рефераты	114

## CONTENTS

Preface	5
Chuksin, Ju. V. Influence of currents on the behaviour of the North Sea herring in the Norwegian Trough and Skagerrak Straits	7
Chuksin, Ju. V., A. P. Akhramovich, A. Ju. Mikhailov, A. Yu. Arkhipov. Ecological factors of seasonal variations in the distribution and behaviour of mackerel and horse mackerel from the area west of British Isles	11
Chuksin, Ju. V., A. N. Provotorova, V. L. Simchenko, N. V. Maslennikova. Age-size structure and seasonal fluctuations in the biological state of mackerel from the Northeast Atlantic	25
Nazarov, N. A., M. S. Dobrusin. Some peculiarities of the dynamics of biological and physiological characteristics of horse mackerel from the south-west shelf of Ireland and north part of the Bay of Biscay	40
Feldman, V. N. The distribution, abundance of juveniles of North Sea sprat and method of forecasting catches	49
Golubyatnikova, I. P. Assessment of the stock of saithe from the North Sea	53
Storozhuk, A. Ya. Morpho-physiological and biochemical peculiarities of maturation of the saithe ( <i>Pollachius virens</i> L.) from the North Sea	58
Storozhuk, A. Ya., A. V. Golovanov. Relationship of individual fecundity and some morphophysiological characteristics in females of saithe from the North Sea	66
Bogoyavlenskaya, M. P. Physiological-biochemical peculiarities of cod from the North Sea	73
Ostapenko, A. T., A. C. Malkov. The growth rate and mortality of Norwegian pout in the Northeast Atlantic	82
Malkov, A. S., N. M. Timoshenko. Forecasting of catches of haddock from the North Sea based on counting surveys	85
Shuvaev, Ju. D. Feeding habits of larvae of haddock from the North Sea	89
Shevchenko, V. V. Investigations of the exploitation rate of the population of haddock from the North Sea on the basis of a production model	93
Azhgikhin, I. S., V. G. Gandal, V. M. Pechennikov, N. V. Se-rebryannikov, V. V. Finkel. Present state and prospective utilization of biologically active substances from hydrobionts in medicine	100
Shevchenko, V. V., M. I. Shatunovsky. On fecundity of haddock from the North Sea	110
Abstracts	114

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Интенсивность промысла в Северной Атлантике в последние десятилетия непрерывно увеличивалась. Общий вылов в этом районе с 1948 по 1974 г. увеличился с 8,0 до 15,8 млн. т.

Значительная часть (до 40%) уловов в этом районе падает на Северное море. По океанологическим условиям, кормовой базе и ихтиофауне это один из наиболее продуктивных районов Мирового океана. Общая продукция Северного моря по всем видам рыб принимается равной 3,6 т/км<sup>2</sup>.

В конце прошлого — начале нынешнего века здесь были выполнены классические исследования Гейнке, Эренбаума, Иорта. Большой вклад в рыбохозяйственные исследования в этом районе внесен советскими учеными. Сотрудниками ПИНРО, АтлантНИРО и перспективных разведок изучены закономерности биологии и распределения ряда важных объектов промысла. В последние десятилетия они собрали и обобщили обширные материалы по биологии и распределению сельди, пикши, сайды, трески. Часть этих материалов использована в предлагаемом сборнике.

Сейчас уровень исследований биологии отдельных видов рыб, а также массовых форм планктона и бентоса в Северном море настолько высок, что имеются все предпосылки для моделирования экосистемы этого водоема.

В последние годы промысловыми флотами некоторых стран осваивались районы к западу и югу от Британских островов, ранее не считавшиеся перспективными в промысловом отношении. В частности, большое внимание ученых и рыбопромысловых организаций привлекает к себе Ирландский шельф. Рыбопродукция в этом районе оценивается примерно в 1,5—2,0 т/км<sup>2</sup>, но производительность промысла низкая из-за большей сложности и изменчивости гидрологического режима и разновременности образования промысловых концентраций отдельных видов.

Для повышения эффективности промысла в этом районе необходимы комплексные исследования биологии и характера распределения отдельных промысловых объектов, которые в последние годы ведутся учеными АтлантНИРО, ВНИРО и Запрыбпромразведки; материалы по этой проблеме частично представлены в сборнике.

## PREFACE

The fishing operations in the Atlantic require comprehensive investigations. The efforts of the prospective exploration services and research expeditions sponsored by the Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO) and Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO) have been aimed at assessing some stocks of commercial species of fish and ascertaining their distribution.

At present a new trend is outlined: transition from the development of resources of the World Ocean to their management. Instead of sporadic oceanographic, ichthyological and other investigations of descriptive nature complex investigations of populations of commercial species are set up to gain knowledge on their abundance and productivity.



The issue includes papers embracing the results of investigations of the stocks, distribution, physiology and biochemistry of pelagic and demersal species of fish from the Northeast Atlantic carried out by workers of the AtlantNIRO, VNIRO and West Fish Explorative Service in the late 1960's and early 1970's.

The first part of the issue is dedicated to studies of the distribution and behaviour of herring, sprat, mackerel and horse mackerel with respect to currents, temperature, seasons and their physiologic and biochemical condition. Data obtained in long-term complex investigations are summarized.

The second part includes results of various biological investigations of saithe, cod, haddock and Norwegian pout. A wide and unified approach to the methods of estimating the abundance of fish is characteristic for most papers.

УДК 639.2.053.1:639.222 (261.263) (268.43)

**ВЛИЯНИЕ ТЕЧЕНИЙ НА ПОВЕДЕНИЕ СЕВЕРОМОРСКОЙ  
СЕЛЬДИ В РАЙОНАХ НОРВЕЖСКОГО ЖЕЛОБА  
И ПРОЛИВА СКАГЕРРАК****Ю. В. Чуксин**

В результате комплексных исследований в 1958—1969 гг. в районах зимовки североморской сельди удалось найти ориентиры ее распространения, выявить сезонную изменчивость по отношению к потокам вод атлантического и балтийского происхождения.

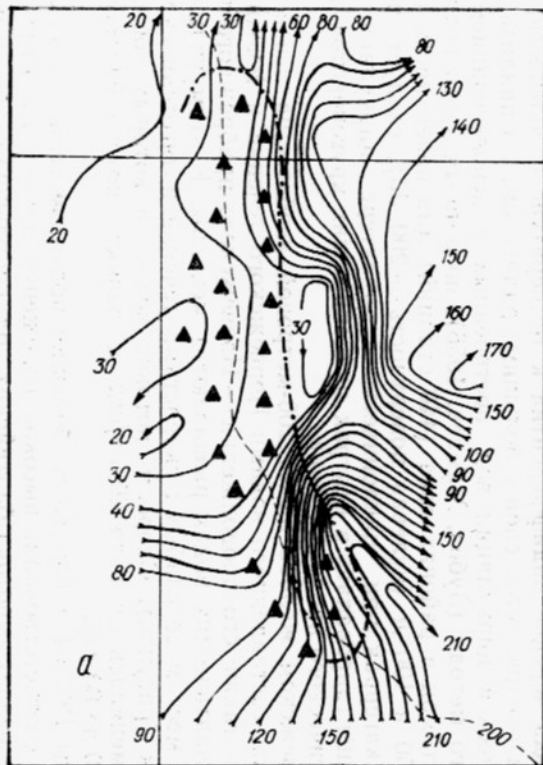
Установлено, что сельдь зимует в водах атлантического происхождения и избегает более холодных балтийских вод (Чуксин, 1971). Составление распределения промысла и данных 18 гидрологических съемок позволило сделать вывод о том, что в январе—марте ночью сельдь наиболее часто обитает в слоях с температурой 5—8°C и соленостью — 34—35,5‰. В североморских районах Норвежского желоба эти значения характеризуют модификацию атлантических вод. В феврале—марте при суточных вертикальных миграциях сельдь не поднималась выше горизонтов 40—80 м, т. е. находилась глубже основного потока балтийских вод с температурой 4°C и ниже.

Осенью (в южных районах желоба) и весной (в северных районах) сельдь часто обитает и в атлантических, и в балтийских водах, выходя при суточных вертикальных миграциях в поверхностный слой. В это время сельдь нередко индифферентна к температуре и солености, преодолевая в течение суток слой с большим градиентом. Из анализа карт геострофической циркуляции вод, построенных с использованием динамического метода (Зубов, Мамаев, 1956), по данным 12-ти гидрологических съемок в районах лова (440 станций) для поверхности и горизонтов 50 и 100 м (нулевая поверхность — 200 дб), следует, что в проливе Скагеррак при циклоническом характере циркуляции вод сельдь концентрировалась в центрах циклонических круговоротов, в водах атлантического происхождения.

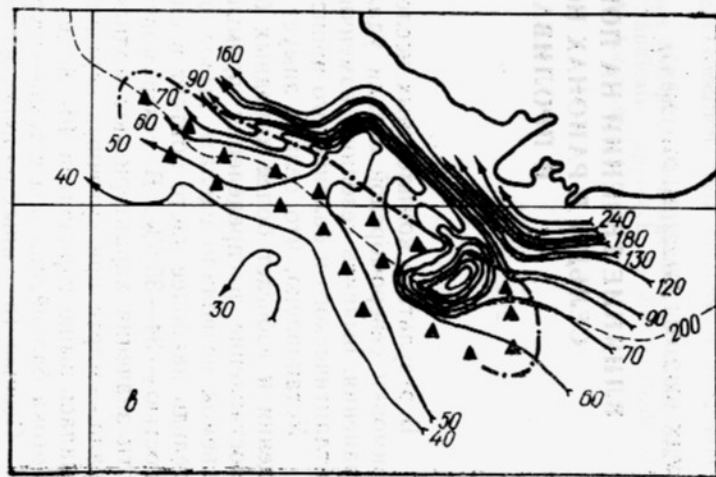
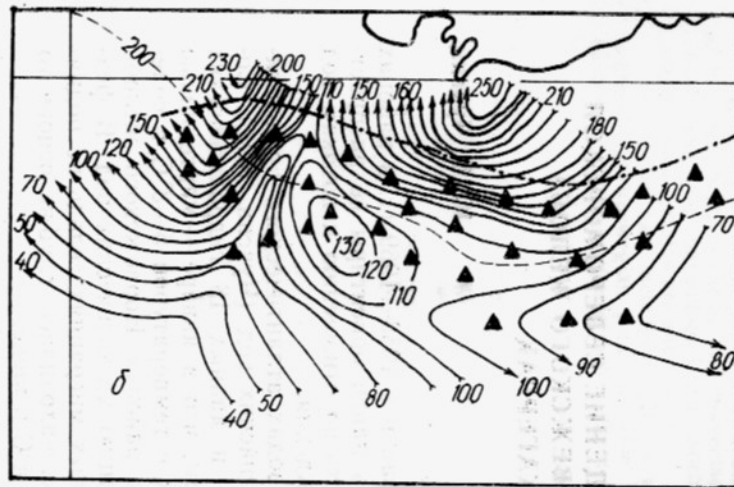
В Норвежском желобе вдоль 200-метровой изобаты на левой стороне потока, составленного водами Норвежского течения и течения из Балтики (а также его продолжения — Норвежского прибрежного течения), в атлантических водах развиваются меандры. К этим участкам, а также к местам со слабыми скоростями течений и тяготели скопления сельди (рисунок). Скорость потоков воды, в которых обитала сельдь, изменялась от 1 до 20 см/сек, а скорость потока балтийских вод — от 20 до 80 см/сек.

В сезоны 1963/64 и 1964/65 гг. большим подходом сельди в проливе Скагеррак соответствовали: высокое положение потока атлантических вод, слабое развитие потока балтийских вод, небольшие скорости обоих потоков.

В 1965 г. со II декады января район скоплений сельди в проливе Скагеррак находился под воздействием усилившейся мощной ветви атлантических вод, возвращавшихся (в циклонической циркуляции) в



Геострофическая циркуляция вод поверхностного слоя и распределение льда:  
 а — 19—22 марта 1963 г.; б — 15—20 ноября 1963 г.; в — 22—29 января 1966 г.



Северное море. Большие косяки и скопления сельди, мигрировавшие ночью в поверхностный слой, все больше рассеивались потоками и дрейфовали с течением в Северное море. Основные скопления сельди были вынесены из пролива к концу I декады февраля.

В сентябре — октябре, когда скорости потоков балтийских и атлантических вод невелики, сельди обитают в обеих водных массах и активно питаются у поверхности в балтийских водах; в ноябре — марте, когда интенсивность потоков вод наибольшая (Ижевский, 1961; Соскин и Розова, 1957) — держатся глубоко и лишь в атлантических водах.

По нашим наблюдениям и по данным Харальдсвика (Haraldsvik, 1966), такое поведение сельди вызвано не охлаждением балтийских вод, а усилением влияния какого-то нового фактора, видимо, скорости течения. Именно усиление потока балтийских вод (до 1—2 узлов), мешающее удерживать стацию обитания, вызывает защитную реакцию сельди и смену поведения. Сельдь теперь надолго «поселяется» в медленных атлантических водах. Только слабыми течениями можно объяснить длительное пребывание ее косяков в одних и тех же районах. Нетрудно подсчитать, что при условии дрейфа сельди в балтийских водах ночью (в среднем 10 ч в сутки) при скоростях потока 1—2 узла потребовалось бы всего от 12 до 24 дней, чтобы популяция была вынесена в Норвежское море. Иными словами, популяция, населяющая зимой балтийский поток, представляла бы собой зависимую популяцию с областью выселения в Норвежском море.

В апреле — июне интенсивность циркуляции вод наименьшая. В это время в Норвежском желобе фронтальная зона размывается, поток балтийских вод отклоняется на запад, в северных и центральных районах моря образуется замкнутая циклоническая циркуляция вод.

Этим изменениям в природе соответствуют резкие изменения поведения сельди и отношения ее к экологическим факторам. Сельдь при вертикальных миграциях выходит в поверхностные слои воды, населяет не только атлантические, но и балтийские воды, которые в начале периода нередко по-зимнему холодны. Активность сельди резко возрастает. Используя весеннюю вспышку копепод, она интенсивно питается и накапливает жир. У осенних сельдей проходят начальные этапы вителлогенеза.

Таким образом, «переводу стрелки» в циркуляции вод соответствуют физиологические изменения и соответствующее поведение сельди. Теперь ей выгодно использовать атлантический поток для перемещений на больших акваториях моря, освоения новых стадий.

Итак, поток балтийских вод зимой лимитирует распространение сельди (и некоторых других видов) и является изолирующим фактором; область же, занятая этим потоком, экологически непригодна для обитания.

Отношение сельди к течению наиболее ярко проявляется в сезонном ходе суточных вертикальных миграций. Изменением вертикальных миграций обеспечивается либо сохранение, либо смена стадий. Учитывая, что атлантические воды зимой служат общей стадией обитания сельди, скумбрии и нескольких видов эвфаузиид, эта адаптация, возможно, осуществляется как на популяционном, так и на биоценотическом уровне.

С 1962 г. районы лова сельди в Норвежском желобе располагались все южнее, а в сезоны 1963—1964 и 1964—1965 гг. североморская сельдь в больших количествах мигрировала в пролив Скагеррак. Известно, что после 1959 г. отмечалась тенденция к похолоданию вод Северного моря, что связывалось с увеличением повторяемости северных ветров, сокращающих заток теплых атлантических вод в Северное море (Holden, 1967).

Основная причина изменений распределения сельди в районах зимовки в 1962—1965 гг.—ослабление в эти годы потока атлантических вод, обусловившее уменьшение переноса, пассивного дрейфа сельди и вынос ее осенью в более южные районы Норвежского желоба, примыкающие к проливу Скагеррак.

#### ВЫВОДЫ

1. Отношение сельди к течению наиболее ярко проявляется в сезонном ходе суточных вертикальных миграций.
2. У сельдей весеннего и осеннего нереста наблюдается одинаковая сезонная изменчивость реакций к потокам вод атлантического и балтийского происхождения.
3. Поток балтийских вод зимой служит естественной преградой, лимитирующей распространение сельди.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Зубов Н. Н., Мамаев О. М. Динамический метод вычисления элементов морских течений. Л., Гидрометеоздат, 1956, 115 с.
- Ижевский Г. К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. М., Пищепромиздат, 1961, 216 с.
- Соскин И. М., Розова Л. В. Водобмен между Балтийским и Северным морями. Тр. ГОИН, вып. 41, 1957, с. 9—30.
- Чуксин Ю. В. Влияние океанографических факторов на распределение и поведение сельди в Норвежском желобе и проливе Скагеррак. Тр. АтлантНИРО, вып. XXXIII, Калининград, 1971, с. 129—152.
- Haraldsvik, S. The Norwegian herring fisheries in the North Sea and Skagerrak, 1965. Ann. Biol. Copenhagen, 22, 1966 pp. 148—153.
- Holden, M. J. Fishing: the next ten years. Hydrospace, 1967, vol. 1, No. 1, pp. 56—59.

*Influence of currents on the behaviour of the North Sea herring in the Norwegian Trough and Skagerrak Straits*

Ju. Chuksin

#### SUMMARY

The current of Baltic waters serves as a natural barrier for herring in winter since the area occupied by the flow is not ecologically suitable for them. The current affects the seasonal course of diurnal vertical migrations. Besides, it is very likely that the behaviour of herring depends on metabolic adaptation expressed by selection of a narrow temperature zone, escapement from cooler Baltic waters, preference to the mean temperature of acclimation and average level of metabolism.



УДК 597.587.2+597.587.1+597—15+597—151(41)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОВЕДЕНИЯ СКУМБРИИ,  
СТАВРИДЫ И ПУТАССУ, В РАЙОНАХ К ЗАПАДУ  
ОТ БРИТАНСКИХ ОСТРОВОВ****Ю. В. Чуксин, А. П. Ахрамович,  
А. Ю. Михайлов, А. Ю. Архипов**

Скумбрия и ставрида населяют одни и те же районы к западу от Британских островов. Их миграционные пути, формы распределения и поведения сходны, а сезонные ритмы биологических процессов различаются.

Рыбы этих видов обитают на материковой отмели, менее развитой на севере Бискайского залива, расширяющейся у входа в пролив Ла-Манш и охватывающей акваторию Кельтского моря и сравнительно узкую полосу к западу от Ирландии, Гебридских и Оркнейских островов, а также к западу, северу и востоку от Шетландских островов. К югу от Ирландии расположено много подводных хребтов, банок, а вдоль кромки материковой отмели — несколько крупных каньонов, опускающихся к основанию материкового склона. Пролив Ла-Манш связывает Кельтское море с южной мелководной частью Северного моря. Склон и материковая отмель омываются ветвями Северо-Атлантического течения, одна из которых прослеживается в Кельтском море и Бискайском заливе и несет свои воды в Северное море. Другая ветвь этого течения следует вдоль материкового склона к западу от Ирландии и дальше на север, выходя между Фарерскими и Шетландскими островами в Норвежское море. Часть воды поступает в Северное море вокруг Шетландских островов. Воды Северо-Атлантического течения, поступая на шельф, к западу от Шотландии и Ирландии движутся в южном направлении, а севернее Шотландии — в северном направлении (Fraser, 1961).

На глубинах материкового склона (до 1000—1500 м) прослеживается поток соленых вод Лузитанского глубинного течения. Схема течений (рис. 1) изменяется в течение года, в частности под влиянием атмосферной циркуляции.

Зимой при экстремальном положении Азорского максимума, минимальных значениях давления в центре Исландского минимума (Морецкий, 1972), преобладающих траекториях движения циклонов в зоне между 55—60° с. ш., над Кельтским морем и проливом Ла-Манш наиболее часты юго-западные и западные ветры. В западных районах Кельтского моря преобладают течения юго-восточного и южного направления, движущиеся вдоль материкового склона к острову Уэссан и юго-западной части пролива Ла-Манш (Соорег, 1961 а).

В апреле — июне исландская депрессия все больше заполняется (максимум давления в мае), смещается к западу и к югу (к южной оконечности Гренландии и в Девисов пролив), Азорский максимум ос-

лабеваает (минимум в апреле) и смещается на юго-запад (Абрамов, 1966; 1970; Морецкий, 1972). Увеличивается повторяемость восточных ветров, что должно вызывать в Кельтском море развитие дрейфовых течений северных направлений (Cooper, 1961 a; Tulloch & Tait, 1959).



Рис. 1. Схема течений Северо-Восточной Атлантики: 1 — ветви Северо-Атлантического течения; 2 — Лузитанское течение; 3 — 200-метровая изобата; 4 — 1000-метровая изобата.

В августе — сентябре исландская депрессия все больше углубляется, смещается на север и восток, к Исландии, давление в центре Азорского максимума минимальное, траектории движения циклонов смещаются к северу (на 60—65° с. ш.). Эти процессы обуславливают преобладание ветров западных, северо-западных направлений. Развиваются ветровые течения южного и юго-западного направлений.

Хорошо прослеживаются сезонные изменения циркуляции вод в проливе Ла-Манш. Циклоническое вращение вод в западной части пролива (Cooper, 1960; 1961 б; Southward, 1972), будучи результатом

значительного увеличения силы так называемого «углового» течения у острова Уэссан, которое входит в пролив с юго-запада (Соорег, 1961 б), особенно усиливается зимой при западных и юго-западных ветрах, вызывающих подпор вод у устья пролива. Наши наблюдения в периоды сизигии и квадратуры (15—22 ноября и 10—15 декабря 1972 г.) подтвердили наличие циклонической циркуляции вод в проливе. Весной подпор вод здесь ослабевает, большие массы воды свободно поступают в Северное море. В августе—сентябре поступление воды в Северное море через пролив уменьшается.

По данным А. А. Кутало (1971), реакции океанической циркуляции в Северной Атлантике на сезонные изменения ветра опаздывают примерно на 3 мес. Максимальная интенсивность ветра — зимой. Весной в открытом океане и у берегов Европы и Африки уровень течений всего круговорота поднимается, и он интенсифицируется.

В пределах рассматриваемого района водные массы формируются в основном за счет взаимодействия атлантических и прибрежных вод. Более детально структура водных масс исследована нами в районах шельфа к югу от Ирландии, где расположен один из центров наибольшей плотности населения скумбрии, ставриды и путассу. По межгодовым и сезонным изменениям температуры и солёности мы выделили основные водные массы.

Внутренние районы Кельтского моря заняты водной массой солёностью около 34,8—35,1‰ в поверхностном слое и до 35,1—35,3‰ у дна. Кельтские воды гомотермны и гомохалинны зимой, когда их температура изменяется в пределах 9—10°C, термически стратифицированы летом (в поверхностном слое около 15,0—16,7°C, у дна — около 9,5—10°C). Зимой на севере моря поверхностные воды охлаждаются; уплотняются и погружаются на глубину. Эти воды скатываются в западном и юго-западном направлениях, достигая окраины материковой отмели (Соорег and Vaux, 1949).

Вдоль кромки шельфа доминируют атлантические воды, солёность которых изменяется от 35,4—35,5‰ у поверхности до 35,5—35,7‰ у дна. Зимой водная масса гомотермна и гомохалинна, летом термически стратифицирована. В придонном слое температура воды в течение года изменяется от 10,5 до 11°C (в Бискайском заливе — до 11—12°C). Летом температура поверхностного слоя уменьшается с юга на север — от 20°C в Бискайском заливе до 16,7°C у 51° с. ш. У дна изотермы располагаются параллельно материковому склону — с северо-запада на юго-восток.

В том же направлении проходит граница между атлантическими водами и модификацией этой водной массы, которая имеет промежуточные характеристики между кельтскими и атлантическими водами.

В западных районах пролива Ла-Манш доминируют воды солёностью от 34,4 до 35—35,4‰, с температурой зимой около 9—10°C, а летом в поверхностном слое — до 16°C.

Расчеты геострофической циркуляции, выполненные по данным многочисленных съёмок, показали, что вдоль кромки материковой отмели находится несколько участков активного вихреобразования. Обширная зона вихреобразования располагается вдоль кромки шельфа от 47 до 52° с. ш. и во внутренних районах Кельтского моря. Циклонические и антициклонические вихри наиболее часто стационарируются у кромки шельфа на участках с широтами 47, 48, 50 и 51° с. ш., т. е. во фронтальной зоне атлантических вод и водной массы с промежуточными свойствами.

Участки с наибольшей повторяемостью вихрей тяготеют к области «торможения» — к банкам, подводным грядам, каньонам. Одна из причин повышенной динамичности зоны — проявление сгонно-нагонного

ветрового эффекта на склонах, подобно явлениям, наблюдаемым у берегов. Диаметры вихрей во всех районах, где проводились микросъемки (55 съемок), изменялись в пределах 23—120 км (в среднем 35—55 км) (рис. 2).

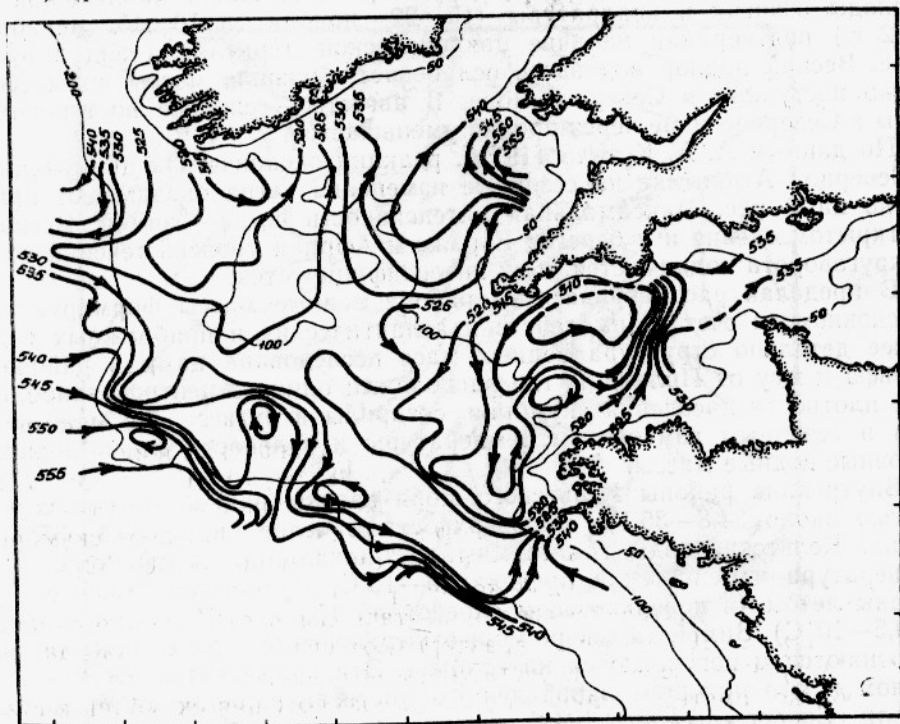


Рис. 2. Схема геострофической циркуляции вод поверхностного слоя (0—185 db). (12 апреля—19 мая 1973 г.)

Для рассматриваемых районов характерен высокий уровень развития фито- и зоопланктона, которое подчинено определенному ритму в соответствии со сменой климатических периодов в том или ином районе. Выделяются следующие циклы в развитии планктона. К югу от Ирландии развитие фитопланктона и копепод начинается с марта. Наибольшей биомасса фитопланктона бывает в апреле—мае, копепод — в апреле—октябре (рис. 3). Этот район вместе с проливом Скагеррак и юго-восточной частью Северного моря богаче копеподами, чем дру-

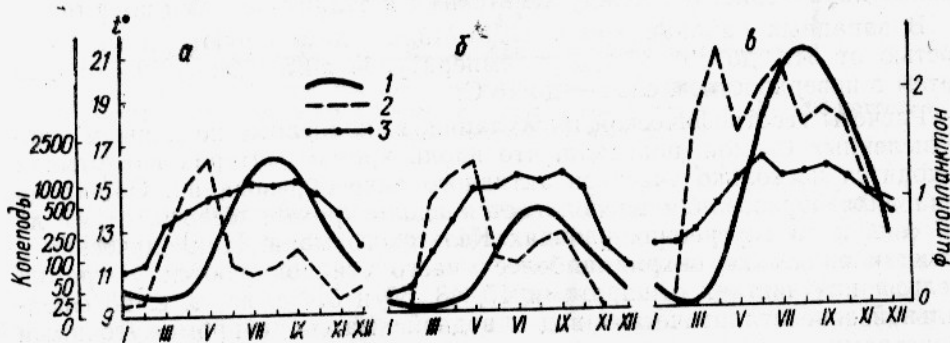


Рис. 3. Сезонный ход температуры воды на поверхности, развития фитопланктона и копепод к югу от Ирландии (а), у Гебридских островов (б) и в юго-восточной части Северного моря (в):

1 — температура; 2 — фитопланктон; 3 — копеподы.



гие районы Северо-Восточной Атлантики. Здесь же сезон массового развития копепод наиболее продолжителен (Colebrook, Robinson, 1965).

У Гебридских островов вспышка фитопланктона также приходится на апрель — май, а высокая биомасса копепод наблюдается в мае — октябре (см. рис. 3).

У Шетландских островов и в проливе Ла-Манш развитие фитопланктона и копепод запаздывает на месяц (начало — в апреле), а максимальный уровень биомасс приходится на май. После этого количество фитопланктона резко сокращается, а биомасса копепод убывает постепенно и становится низкой к октябрю.

В юго-восточных районах Северного моря биомасса фитопланктона высока уже в марте, количество копепод максимально в мае — июне и сохраняется примерно на одинаковом уровне до октября.

Установлено, что характер распределения скумбрии, ставриды и путассу сходен. Вдоль окраины материковой отмели, примерно от 47—48° с. ш. до Гебридских и Шетландских островов, скопления этого вида состоят из крупных особей средних и старших возрастных групп. В уловах здесь преобладают скумбрия длиной 30—42 см, ставрида — 30—40 см, путассу — 23—29 см. В районах Кельтского моря доминируют особи средних и младших возрастов (длина скумбрии и ставриды 25—37 см, путассу — в основном 16—28 см). В Кельтском море можно встретить скопления, состоящие из молоди длиной 15—24 см. В проливе Ла-Манш и на юге Северного моря преобладают скумбрия длиной соответственно 23—34 и 25—35 см, ставрида — 18—32 и 24—32 см, путассу в этих районах не концентрируется.

Размерную структуру скумбрии и ставриды в отмеченных районах (в границах ИКЕС) хорошо характеризуют среднемноголетние данные (табл. 1), сроки массового нереста указаны в табл. 2.

Особенно заметны различия в сроках размножения скумбрии и ставриды в районе к югу от Ирландии (рис. 4), где обитают высокочисленные нерестовые популяции этих рыб. К югу от Ирландии скумбрия и

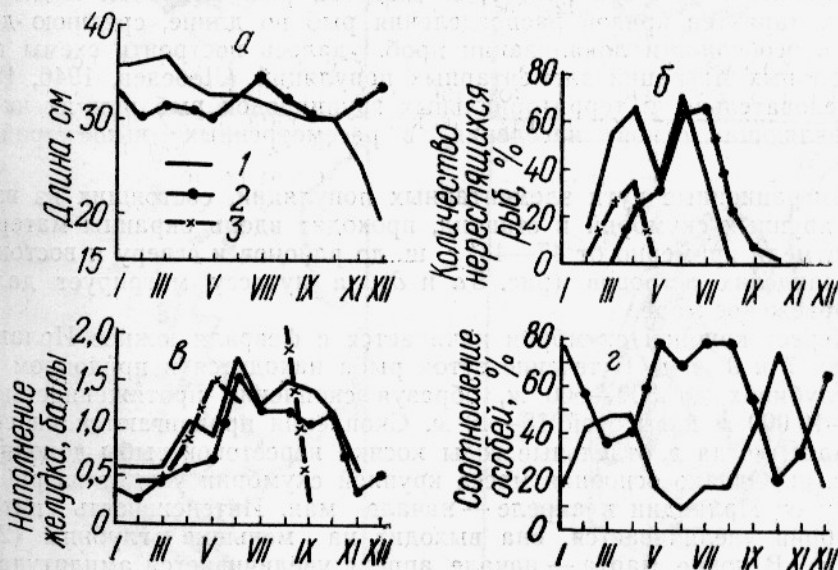


Рис. 4. Сезонный ход среднемноголетних значений (1962—1974 гг.) длины (а), динамики нереста (б), питания (в) и соотношения особей в пробах (г), скумбрии (1) и ставриды (2) к югу от Ирландии и путассу (3) на банке Поркьюпайн, на шельфе к западу и югу от Ирландии (1965—1971 гг.):

а — 1n=156 129, —●— 2n=307 415; б и в — 1n=34 707, —●— 2n=38 775, —×— 3n=13 263.



путассу достаточно интенсивно питаются в апреле и мае, тогда как интенсивность питания ставриды невелика и увеличивается скачкообразно в июне (см. рис 4).

Таблица 1

Средняя длина скумбрии и ставриды в районах ИКЕС  
в период 1959—1974 гг. (в см)

Рыба	К югу от Ирландии	К западу и северу от Ирландии	Север Северного моря	Южные районы Северного моря	Пролив Ла-Манш
Скумбрия	<u>34,07</u> 156129	<u>33,16</u> 25680	<u>32,79</u> 48758	<u>30,14</u> 47604	<u>30,18</u> 27849
Ставрида	<u>32,81</u> 307415	<u>36,06</u> 11323	<u>34,29</u> 21114	<u>28,46</u> 95782	<u>24,05</u> 37417

Примечание. В дробях: числитель — средняя длина; знаменатель — число промеренных рыб.

Таблица 2

Сроки массового нереста рыб в разных районах

Рыба	К югу от Ирландии	Пролив Ла-Манш	Юг Северного моря
Скумбрия	Март — июль	Март — июль	Май — июль
Ставрида	Апрель — август	Июнь — июль	Май — июль
Путассу	Март — апрель	Отсутствует	Отсутствует

Приняв в качестве критериев сходства рыб в пробах модальный класс, характер кривой распределения рыб по длине, среднюю длину рыб и особенности локализации проб, удалось построить схемы горизонтальных миграций элементарных популяций (Лебедев, 1946, 1967), а следовательно, и территориальных группировок рыб или их частей, составляющих основу населения в рассмотренных выше районах (рис. 5).

Миграционные пути элементарных популяций, состоящих из взрослых крупных скумбрий и ставриды, проходят вдоль окраины материковой отмели примерно от 47—48° с. ш. до районов к северу и востоку от Шетландских островов (рис. 5а и д), а путассу мигрирует дальше в Норвежское море.

Нерест крупной скумбрии начинается с февраля южнее Ирландии, между 7 и 9° з. д. В течение суток рыба находится в придонном слое на глубинах до 300—500 м, образуя скопления протяженностью до 300—10 000 м и высотой 15—40 м. Скопления продвигаются на север, с марта, когда в отдельные годы косяки нерестовой рыбы доходят до 54° с. ш. Однако основная масса крупной скумбрии уходит из районов к югу от Ирландии в апреле — начале мая. Интенсивность питания скумбрии увеличивается, она выходит на меньшие глубины (280—300 м). В конце марта — начале апреля увеличивается амплитуда суточных вертикальных миграций (разность средних глубин обитания скумбрии в светлое и темное время суток (рис. 6). Ночью рыба поднимается в толщу воды. Со второй половины апреля и в мае она в течение суток находится в слое воды 0—200, затем 0—100 м, поднимаясь к поверхности ночью. Во второй половине апреля в течение суток еще

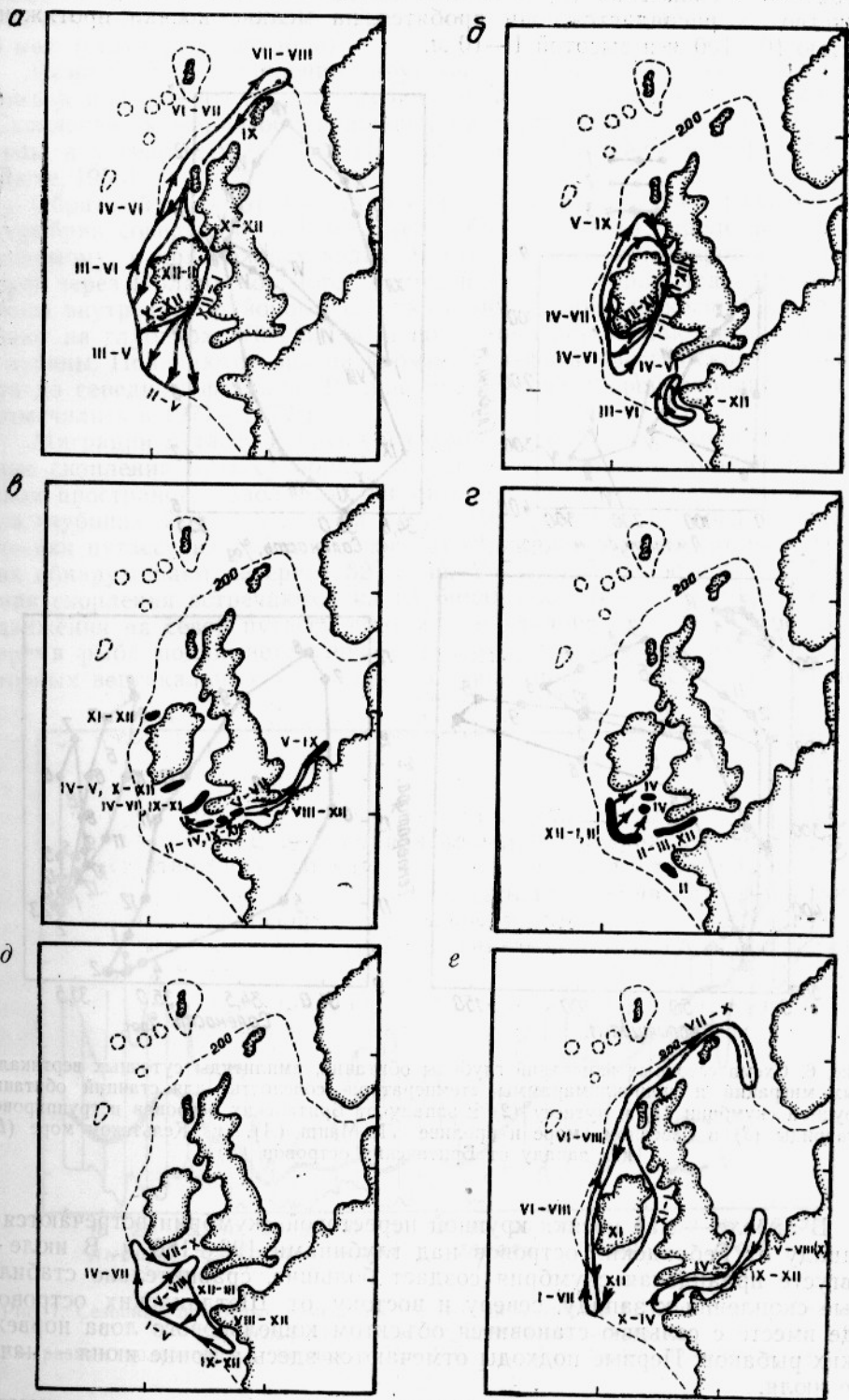


Рис. 5. Горизонтальные миграции группировок скумбрии (а — с модальными классами 35—42 см, б — 31—34 см, в — 25—33 см и г — 16—23 см) и ставриды (д — с модальными классами 31—40, 25—31, е — 27—34 см).

48409

встречаются скопления (протяженностью до 7000 м и более), но большинство их распадается, они дробятся на мелкие косяки протяженностью 10—100 м и высотой 1—10 м.

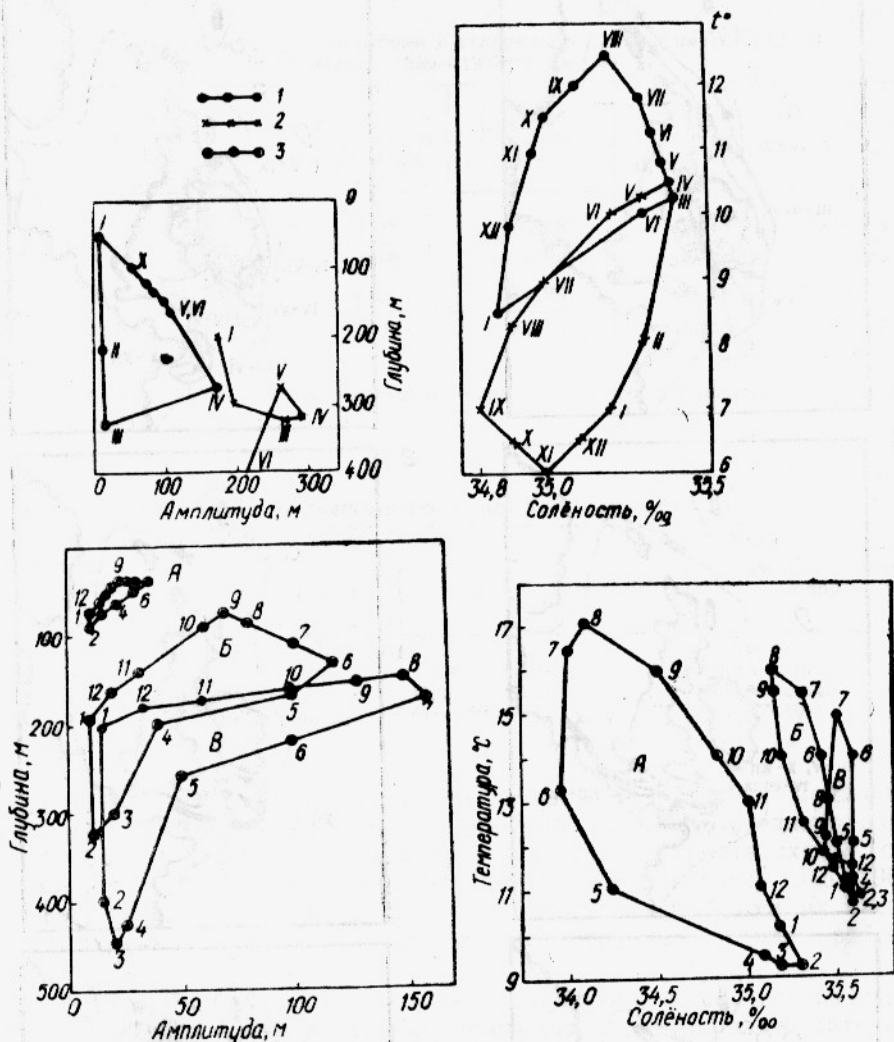


Рис. 6. Схема сезонных изменений глубины обитания, амплитуды суточных вертикальных миграций и гидроклиматометры «температура—соленость» для станций обитания крупной скумбрии (1) и путассу (2) к западу от Британских островов и группировки ставриды (3) в Северном море и проливе Ла-Манш (А), в Кельтском море (Б) и к западу от Британских островов (В).

В апреле — мае косяки крупной нерестовой скумбрии встречаются к западу от Гебридских островов над глубинами 120—180 м. В июле — августе ирландская скумбрия создает большие, сравнительно стабильные скопления к западу, северу и востоку от Шетландских островов где вместе с сельдью становится объектом кошелькового лова норвежских рыбаков. Первые подходы отмечаются здесь в конце июня — начале июля.

Таким образом, с марта — апреля по июнь — июль, т. е. примерно за 4 мес., косяки крупной скумбрии проходят путь протяженностью около 1000 миль со средней скоростью миграции около 8 миль в сутки. В Северо-Западной Атлантике отмечены такие же значительные миг-

рации скумбрии — от Ньюфаундленда до Лонг-Айленда (Parsons & Mooges, 1974). Расстояние в 2259,6 км помеченная рыба преодолела за 4 мес. (сентябрь — декабрь).

Разреженные скопления крупной скумбрии в июне встречались и над значительными глубинами Фареро-Шетландского желоба. Скопления скумбрии обнаруживают ежегодно у южных, а в отдельные годы и у северных берегов Исландии и в Норвежском море (Тамбс-Люхе, 1956).

Обратный путь от Шетландских островов к местам размножения скумбрия совершает за 5 мес. (сентябрь — январь); пролегает он, по-видимому, в прибрежных водах. Часть ее скоплений, вероятно, мигрирует через Ирландское море. Замечено, что скумбрия подходит со стороны внутренних районов Кельтского моря. Вначале косяки обнаруживают на глубинах 170—200 м, а позже они перемещаются на большие глубины. Появляются они на кромке шельфа в массе с середины января до середины февраля. Ранние подходы во второй половине января отмечались в 1971—1972 гг.

Миграции путассу и крупной скумбрии во многом сходны. Нерестовые скопления путассу обнаруживаются в феврале — апреле на большом пространстве вдоль кромки материковой отмели от 49 до 59° с. ш. на глубинах 220—440 м и на банке Поркьюпайн. К середине апреля косяки путассу из районов к югу от Ирландии мигрируют на север, и их обнаруживают севернее 52° с. ш. У Гебридских островов в начале мая скопления встречаются на глубинах 200—240 м, по мере же продвижения на север путассу выходит на глубины до 500—550 м. В это время рыба поднимается ночью в верхние слои воды, амплитуда суточных вертикальных миграций все уменьшается (рис. 7). В мае пер-

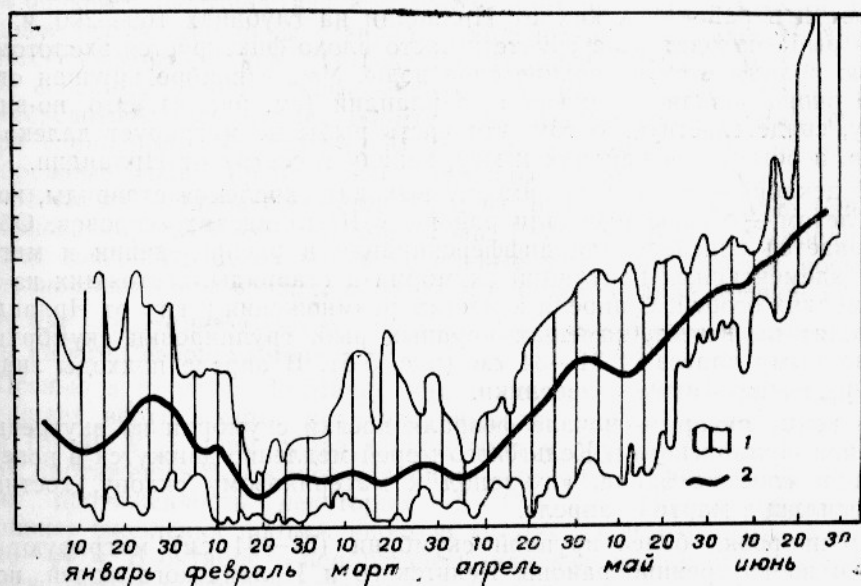


Рис. 7. Сезонные широтные изменения положения изотермы 11°C на поверхности воды на шельфе к западу от Британских островов:

1 — размах колебаний в период 1971—1975 гг.; 2 — среднее положение изотермы.

вые скопления путассу встречаются в Фареро-Шетландском желобе, а в июне — в Норвежском море, вплоть до 67° с. ш. над глубинами более 1000 м. В июне — июле путассу еще обнаруживается в значительных количествах между Фарерскими и Шетландскими островами, а затем

вся взрослая часть популяции скапливается в Норвежском море, где в июне — ноябре в течение суток населяет верхний слой 0—150 м над глубинами 1000 м и более. Обратная миграция к местам нереста происходит в ноябре (октябре) — феврале.

Формирование зимовальных скоплений крупной ставриды на кромке материковой отмели к югу от Ирландии начинается с декабря (см. рис. 5 д), в некоторые годы — с ноября, вначале на глубинах 160—200 м, а в феврале — марте — на глубинах 270—470 м. С ноября рыба в течение суток находится у грунта, почти не совершая суточных вертикальных миграций. Как правило, она держится в светлое время суток косяками на грунте протяженностью от 10 до 600 м и высотой 5—30 м, ночью — в 3—20 м от грунта протяженностью от 50—200 до 6000—10 000 м и высотой 10—40 м. На меньшие глубины ставрида выходит в мае. В это время увеличивается амплитуда суточных вертикальных миграций (см. рис. 6). Иногда косяки фиксируют в поверхностном слое. В мае — июне ставрида мигрирует в северном направлении. В июне — июле ее скопления образуются на широте Гебридских островов, в июле — октябре — к западу и востоку от Шетландских островов. В уловах норвежских рыбаков кошельковыми неводами больше всего ставриды бывает в августе — сентябре (в июле — октябре 1973 г. соответственно 1938, 6763, 11 870 и 90 т, а 1974 г. — 2247, 16 125, 716 и 139 т ставриды). При миграциях ирландская ставрида, обгибая Шетландские острова, выходит в район Норвежского желоба, примерно до 58° с. ш., а иногда доходит до Исландии (Тамбс-Люхе, 1956; Fiskaren, N 37, 1975).

Обратная миграция крупной ставриды начинается с октября. Возможно, часть ставриды возвращается через Ирландское море. В то же время в июле плотные нерестовые скопления крупной ставриды существуют и в районах к югу от Ирландии на глубинах 160—200 м, где днем рыба находится на грунте и часто плохо фиксируется эхолотом, а ночью поднимается в верхние слои воды. Уже в ноябре крупная ставрида вновь появляется к югу от Ирландии (см. рис. 4). Это, по-видимому, свидетельствует о том, что часть рыбы не мигрирует далеко на север, а остается в районах к югу, западу и северу от Ирландии.

В декабре — январе на зимовку выходят скопления ставриды, которые летом — осенью населяли районы у Шетландских островов. Обнаруживается определенная дифференциация в распределении и миграциях элементарных популяций скумбрии и ставриды, состоящих из более мелких особей. С апреля к местам размножения к югу от Ирландии подходят на нерест, замещая крупных рыб, группировки скумбрии с модальными классами 31—34 см (рис. 5 б). В апреле подходы значительны, в мае — июне — невелики.

В конце января — начале февраля косяки скумбрии из внутренних районов Ирландского и Кельтского морей медленно движутся в поверхностном слое на запад, юго-запад к материковому склону, достигая нерестилищ в марте — апреле.

Группировки более крупной скумбрии (31—34 см) мигрируют не только во внутренние районы Кельтского и Ирландского морей, но и на север, вдоль кромки шельфа до Гебридских островов. Нерест этих группировок в начале апреля проходит на глубинах 160—180 м, а в конце месяца — на глубинах 100—130 м. К югу от Ирландии в мае и у Гебридских островов в июне скумбрия в течение суток находится в верхнем слое воды.

Группировки скумбрии с модальными классами 25—33 см в разные сезоны года населяют районы, прилежащие к Бристольскому заливу, пролив Ла-Манш и южные районы Северного моря. Подрастая, эта скумбрия, по-видимому, пополняет нерестовую популяцию к югу от



Ирландии. Одни группировки нерестятся во внутренних районах Кельтского моря на мелководных банках в апреле — июле, другие — в проливе Ла-Манш и в южных районах Северного моря. В августе — сентябре скумбрия мигрирует в пролив Ла-Манш, где создает скопления в западной части пролива, и особенно плотные — в сентябре — октябре до середины ноября в мористых районах у Бристольского залива. В ноябре косяки мигрируют, по-видимому, в прибрежные воды и в Ирландское море. В проливе Ла-Манш осенью скумбрия концентрируется преимущественно в толще воды. Протяженность ее косяков днем равна от 20—100 до 150—300 м и высота 15—40, иногда до 50 м. Ночью скумбрия образует сплошные или прерывистые скопления протяженностью до 600—8000 и высотой 10—55 м. В Бристольском заливе осенью суточные вертикальные миграции скумбрии выражены более отчетливо, чем в проливе Ла-Манш, и рыба в светлое время находится у грунта, а ночью — в верхнем слое воды.

Весной основной формой распределения этих группировок скумбрии являются мелкие косяки.

На юге Северного моря первые подходы скумбрии на нерест отмечаются в начале мая. Как правило, ее нерестовые скопления в этом районе невелики и не отличаются высокой плотностью. Плотные нагульные скопления скумбрия образовывала здесь в период наблюдений лишь в сентябре 1973 г.

Миграции ставриды средних и младших возрастных групп проходят в пределах Кельтского моря и Бискайского залива, пролива Ла-Манш и юга Северного моря. Группировки ставриды с модальными классами 27—34 см (см. рис. 5 е) нерестятся вдоль материкового свала и на больших пространствах Кельтского моря до июля — августа. Наибольшее количество икры ставриды найдено во внутренних районах Кельтского моря в июле (Полонский, Тормосова, 1969). В это время рыба совершает вертикальные миграции, ночью выходя к поверхности и рассредоточиваясь, а днем образуя плотные скопления у дна. С сентября скопления распадаются, и ставрида, по-видимому, мигрирует в прибрежные воды. Группировки ставриды с модальными классами 25—31 см из пролива Ла-Манш весной мигрируют в южные районы Северного моря (Полонский, Тормосова, 1969, рис. 6 а) и с апреля начинают совершать суточные вертикальные миграции, выходя ночью в поверхностные слои воды и образуя все более мелкие косяки.

В мае — июле образуются значительные нерестовые скопления ставриды на юге Северного моря.

Осенью в проливе Ла-Манш, как и летом на юге моря, ставрида совершает вертикальные миграции, выходя ночью в поверхностный слой 15—40 м, а днем образуя скопления у грунта. В светлое время суток протяженность косяков ставриды — от 10 до 300 м и высота 5—15 м; протяженность некоторых — 5—17,5 км. Ночью образуются сплошные скопления протяженностью до 700—2600 м и высотой от 10 до 40—60 м. В октябре — ноябре здесь, как и в других районах сокращается размах суточных вертикальных миграций ставриды, в течение большей части суток рыба находится в нижних слоях воды. Таким образом, крупными звеньями пространственной структуры скумбрии и ставриды являются территориальные группировки, формируемые особями старших, средних или младших возрастов, а более мелкими — элементарные популяции. Благодаря сдвигам в сроках размножения, в ритмах биологической активности и горизонтальным миграциям существует частичная пространственная и временная изоляция как территориальных группировок разных видов, так и структурных подразделений одного вида.

К югу от Ирландии вся акватория Кельтского моря и кромки материковой отмели, на первый взгляд, равномерно заполняются группировками скумбрии и ставриды. Но доминируют они здесь в разное время года, о чем свидетельствуют сезонные изменения соотношения скумбрии и ставриды в пробах. К югу от Ирландии наблюдается примерно равная пропорция этих видов в пробах в феврале — апреле, летом же и в декабре — январе доминирует ставрида (см. рис. 4). Разобщенность, изоляция территориальных группировок приводит к различиям в условиях их существования (см. рис. 6).

Путассу холодолюбивый вид; для основной массы взрослой части популяции верхний предел температуры лежит около  $10^{\circ}\text{C}$ . В разные периоды года он наиболее многочислен в Норвежском море и вдоль окраины материковой отмели до севера Бискайского залива. В пределах этой акватории условия его существования следует считать оптимальными. Периферическими участками ареала являются внутренние районы Кельтского моря и районы шельфа южнее Бискайского залива. Путассу практически отсутствует в проливе Ла-Манш и на юге Северного моря. Одним из основных факторов, ограничивающих распространение путассу в этих районах, является, по-видимому, температура, которая летом на юге Северного моря, например достигает  $17,5^{\circ}\text{C}$ , а зимой не превышает  $3,5\text{--}5^{\circ}\text{C}$ . Верхний температурный предел для крупной скумбрии находится около  $12,5^{\circ}\text{C}$ , при весенних миграциях на север скумбрия следует за смещением в северном направлении изотермы  $11^{\circ}\text{C}$  (см. рис. 7). Группировки скумбрии средних и младших возрастов, обитающие в прибрежных водах от лета до зимы, населяют вначале хорошо прогретые, а затем — охлажденные воды.

Мелкие скумбрия и ставрида, миграции которых проходят между проливом Ла-Манш и югом Северного моря, в течение года меняют температуру и соленость в широком диапазоне. Однако отсутствие их на юге Северного моря зимой объясняется, по-видимому, чрезмерным охлаждением вод. В сравнительно узком диапазоне температур и солености обитает крупная ставрида, мигрирующая на север вдоль кромки материковой отмели. Но в своей массе мелкая рыба населяет более теплые воды, чем крупная. Ставрида более теплолюбива, чем скумбрия.

Периоды размножения нерестовых популяций скумбрии и путассу протекают в условиях зимнего гидрологического сезона и весенней вспышки фитопланктона и копепоид, опережая наступления максимумов их численности.

Скумбрия достигает Шетландских островов в июле, т. е. спустя месяц после весенней вспышки водорослей и в период высокой численности копепоид.

Размножается крупная ставрида в условиях весеннего и летнего гидрологических сезонов. Часть популяции нерестится в период максимальной численности фитопланктона (в апреле — мае), но значительное количество рыбы размножается в условиях резко уменьшающейся численности водорослей. Скумбрия и ставрида в Северном море нерестятся в период обилия планктона.

Одним из важнейших факторов, влияющих на распространение скумбрии, ставриды и путассу, является циркуляция вод, во многом обусловленная напряжением ветра, которое имеет максимум зимой и минимум летом. Ветвь Северо-Атлантического течения к югу от Ирландии направлена с глубины на материковую отмель. Это направленные движения вод поддерживаются устойчивыми западными и юго-западными ветрами, наибольшая повторяемость которых приходится на декабрь — февраль (40—45%). Благоприятным влиянием потока, направленного на мелководье, можно объяснить сохранение стаии обитания нерестовыми популяциями скумбрии, ставриды и путассу зимой

и расположение основных нерестилищ на самой кромке материковой отмели.

Как и у многих других видов рыб Северной Атлантики, в годовом жизненном цикле скумбрии, ставриды и путассу отчетливо выражены две тенденции:

1) смена стадий обитания весной — осенью, в основе которой лежит необходимость размножения и накопления энергии.

2) сохранение стадии зимой.

Смена стадий достигается перемещением рыб с верхним активным слоем вод, чему соответствует наибольшая биологическая активность. Зимой рыбы, напротив, избегают сильных дрейфовых и постоянных течений верхнего слоя, а их биологическая активность затухает. Течения, в конечном итоге, являются важнейшей составной частью механизма, обеспечивающего закономерное распределение группировок рыб по территории в связи с их толерантностью по отношению к течению. В нашем случае менее выносливые рыбы средних и младших возрастов и молодь рыб населяют замкнутую циклоническую циркуляцию вод Кельтского моря и сообщающиеся между собой пролив Ла-Манш и юг Северного моря. Наиболее выносливые крупные рыбы населяют районы вдоль материкового склона, совершая огромные миграции.

Скумбрия, ставрида и путассу — конкурирующие виды, и их трофические ниши во многом совпадают. В то же время сравнительно небольшие сдвиги в сезонных биологических ритмах, разновременность изменения поведения и биологической активности обеспечивают возможность расхождения во времени пространственных ниш. В частности, крупные скумбрия и ставрида населяют одну и ту же территорию лишь зимой.

## ВЫВОДЫ

1. В районах к западу от Британских островов, в проливе Ла-Манш и на юге Северного моря крупными элементами пространственной структуры популяций скумбрии и ставриды являются территориальные группировки, формируемые по размерно-возрастному принципу.

2. Вследствие сдвигов в сроках размножения, ритмах биологической активности и горизонтальных миграций существует частичная пространственная и временная изоляция как территориальных группировок разных видов, так и структурных подразделений одного вида.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамов Р. В. Сезонные миграции исландской североатлантической депрессии. — Изв. АН СССР. «Физика атм. и океана», 1966, т. 2, № 5, с. 553—555.

Абрамов Р. В. О субтропических максимумах над Атлантическим океаном в системе общей циркуляции атмосферы. — «Труды ЛГМИ», 1970, вып. 41, с. 3—18.

Кутало А. А. О сезонных изменениях циркуляции в Северной Атлантике. — Изв. АН СССР. «Физика атм. и океана», 1971, т. 7, № 3, с. 317—327.

Лебедев Н. В. Элементарные популяции рыб. — «Зоологический журнал», 1946, т. 25, вып. 2, с. 121—135.

Лебедев Н. В. Элементарные популяции рыб. М., «Пищевая промышленность», 1967, с. 212.

Морецкий В. Н. Об изменчивости давления в северном полушарии и связи этих изменений с процессами в океане. — «Труды ААНИИ», 1972, т. 306, с. 24—29.

Наставление по разноглубинному промыслу рыбы в проливе Ла-Манш. Калининград, 1972, 54 с.

Омани Ф. Д. Океан. Л., Гидрометеониздат, 1963, 200 с.

Полонский А. С., Тормосова И. Д. Нерест ставриды Северо-Восточной Атлантики и распределение ее икры и личинок. — «Труды АтлантНИРО», 1969, вып. 23, с. 27—48.

- Тамбс-Люхе X. Промысловые рыбы Норвегии. М., Миррыбпром, 1956, 159 с.
- Colebrook, J. M., M. A. Robinson. Continuous plankton records: seasonal cycles of phytoplankton and copepods in the North-Eastern Atlantic and the North Sea. *Bul. Mar. Ecol.*, 1965, 6, p. 123—139.
- Cooper, L. H. N. The water flow into the English Channel from the South-West. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1960, Vol. 39, No. 2, 173—208.
- Cooper, L. H. N. The oceanography of the Celtic Sea. 1. Wind drift. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1961a, Vol. 41, No. 2, p. 223—233.
- Cooper, L. H. N. The oceanography of the Celtic Sea. 2. Conditions in the spring of 1950. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1961b, Vol. 41, No. 2, p. 235—270.
- Cooper, L. H. N. D. Vaux. Cascading over the continental slope of water from the Celtic Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1949, Vol. 28, p. 719—750.
- Corbin, P. G. The spawning of the mackerel, *Scomber scombrus* L., and pilchard, *Clupea pilchardus* Walbaum, in the Celtic Sea in 1937—39. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 1947, Vol. 27, p. 65—132.
- Fiskaren, 1975, No. 37, 29.5.
- Fraser, I. H. The oceanic and bathypelagic plankton of the North-East Atlantic and its possible significance to fisheries. *Marine Res. Scot.*, 1961, No. 4, p. 48.
- Mean monthly temperature and salinity of the surface layer of the North Sea and adjacent waters from 1905 to 1954. Charlotten lund Slot, Cons. Int. Explor. Mer, 1962, p. 26.
- Parsons, L. S., I. A. Moores. Long-distance migration of an Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 1974, Vol. 31, No. 9, p. 1521—1622.
- Southward, A. J., Necla Demir. The abundance and distribution of eggs and larvae of some teleost fishes off Plymouth in 1969 and 1970. I. Methods and hydrography. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1971, Vol. 52, No. 4, p. 987—996.
- Steven, G. A. Contributions to the biology of the mackerel *Scomber scombrus* L.: mackerel migrations in the English Channel and Celtic Sea. *J. Mar. Biol. Ass.*, 1948, Vol. 27, p. 517—38.
- Steven, G. A. Contributions to the biology of the mackerel *Scomber scombrus* L. 2. A study of the fishery in the southwest of England, with special reference to spawning, feeding and «fishermen's signs». *J. Mar. Biol. Ass.*, 1949, Vol. 28, p. 555—81.
- Tulloch, D. S., I. B. Tait. Hydrography of the North-Western approaches to the British Isles. *Marine Res. Scot.*, 1959, No. 1, p. 32.

*Ecological factors of seasonal variations in the distribution and behaviour of mackerel and horse mackerel from the area west of British Isles*

Ju. V. Chuksin, A. P. Akhramovich,  
A. Ju. Mikhailov, A. Yu. Arkhipov

SUMMARY

The populations of mackerel and horse mackerel are represented by large territorial groups composed on a size-age basis and smaller groups, i. e. elementary populations in the area west of the British Isles, English Channel and in the south part of the North Sea. Due to the shift in the reproduction time, in the rhythms of biological activities and horizontal migrations partial space and time isolation of territorial groups of different species and structural units of the same species occurred. The territorial groups are distributed within their habitats in accordance with the extent of tolerance to environmental factors.



УДК 597.587.2+597—113.4(261.1)

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКУМБРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ

Ю. В. Чуксин, А. Н. Провоторова,  
В. Л. Симченко, Н. В. Масленникова

Исследования биологии скумбрии, массового промыслового вида Северо-Восточной Атлантики, проводятся АтлантНИРО и Запрыб-промразведкой с 1963 г., но систематическими они стали с 1970 г. Сравнительный анализ возрастной структуры скумбрии (возраст определяли по отолитам 4636 рыб) был сделан для трех больших районов ее обитания: к югу от Ирландии, в южных районах Северного моря и на севере этого бассейна. Размерная структура скумбрии исследовалась и в более мелких районах, а, кроме того, в проливе Ла-Манш и в районах к западу и северу от Ирландии.

Результаты обработки размерных проб (длина измерена у 301 544 особей) систематизированы по месяцам, сезонам (кварталам) и годам. Сравнительный анализ развития половых желез скумбрии, сроков ее нереста, сезонных изменений интенсивности питания и содержания жира в теле рыбы проводился в тех же районах, что и анализ ее возрастной структуры. Иногда использовались данные по северным районам Северного моря.

Сведения о динамике половой зрелости были получены при анализе изменения соотношения количества скумбрии во всех стадиях зрелости (шестибалльная шкала у 53 657 особей). Динамику питания характеризуют данные наполнения желудков (в баллах) и сведения об отложениях жира в полости тела (в баллах) такого же числа рыб.

Возрастной состав скумбрии в районах к югу от Ирландии характеризует в основном состояние нерестовой рыбы с февраля по май. Популяция состоит из 10 и более возрастных групп (рис. 1), причем в различные годы преобладают от одной — двух до четырех — пяти групп. В 1970—1971 гг. доминировали 4—8-годовики (соответственно 86,8—87,6% улова), в 1972 г. — 4—6-годовики, в 1973—1974 гг. увеличилось количество 10-годовиков и старше (в 1974 г. — 35,8%). В период наблюдений некоторые поколения скумбрии использовались промыслом в течение 3—5 лет, но отдельные поколения преобладали в стаде обычно лишь в течение двух лет. Относительно урожайными были поколения 1966, 1967 и 1968 г.

В южных районах Северного моря, где скумбрия размножается и нагуливается, ее скопления в весенне-летний период формируются из одного — пяти-годовиков (в основном из двух — четырех-годовиков). Количество возрастных групп, преобладающих в промысловом запасе, в разные годы изменялось от 2 до 4. Особенно хорошо пополняется запас двухгодовиками (см. рис. 1). В уловах 1970/71 и 1973 гг. доля рыб этого возраста составляла соответственно 55,4 и 53%. Отдельные по-



коления в этом районе доминируют обычно 2—3 года. Относительно урожайными были поколения 1968, 1969 и 1971 г.

В северных районах Северного моря в 1971—1974 гг. преобладали 3—6-годовики, причем у Шетландских островов скопления состояли преимущественно из рыб старших возрастных групп — 4—10-годовиков и средний возраст рыб в уловах 1973 и 1974 г. был здесь соответствен-

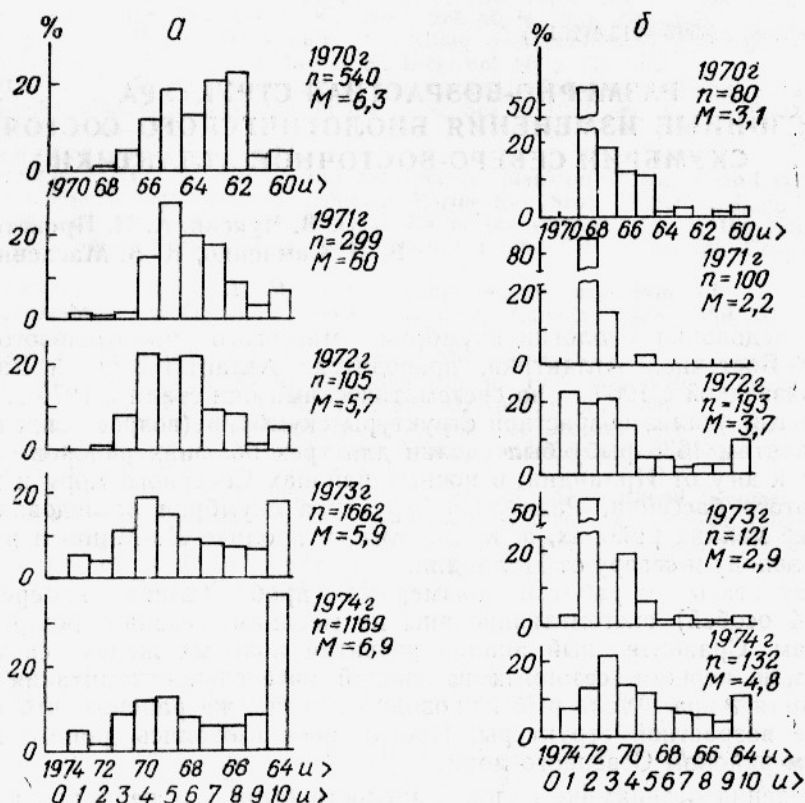


Рис. 1. Возрастной состав скумбрии в районах к югу от Ирландии (а) и в южных районах Северного моря (б) в 1970—1974 гг.

но 6,3 и 7,6 года. Возрастные структуры популяции скумбрии этого района и нерестовой популяции к югу от Ирландии, где в эти же годы средний возраст рыб был 5,9 и 6,9 года, сходны. Относительно урожайными на севере Северного моря были поколения скумбрии 1967, 1968 и 1969 г. Норвежские исследователи указывали, что скопления крупной скумбрии у Шетландских островов в 1974 г. состояли из поколений, появившихся до 1969 г.

Во всех упомянутых районах скумбрия растет быстро. Уже к концу первого года жизни ее длина достигает 20 см и более. Особенно быстро растут особи в первые три года жизни. Годовые приросты длины тела между первым и третьим годами жизни равны 4—7 см. Затем линейный рост замедляется и между 6-м и 10-м годами годовые приросты длины обычно не превышают 1—1,5 см. Темп роста скумбрии к югу от Ирландии и на севере Северного моря более высок, чем в его южных районах. Это особенно заметно с 5—6-го годов жизни (табл. 1), когда у ирландской скумбрии удлиняются горизонтальные миграции. Скумбрия у берегов Ирландии и на севере Северного моря крупнее, чем в его южной части. Половой зрелости рыба этих районов достигает на третьем году жизни при длине тела примерно 25—30 см.

Средняя длина (в см) скумбрии в зависимости от возраста в районах Северо-Восточной Атлантики в 1970—1974 гг.

Возраст, годы	К югу от Ирландии	Южные районы Северного моря	Северные районы Северного моря	Возраст, годы	К югу от Ирландии	Южные районы Северного моря	Северные районы Северного моря
1	20,69	21,00	21,94	6	36,43	36,00	36,42
2	28,09	27,97	28,49	7	37,72	37,25	37,53
3	30,77	30,25	33,93	8	38,58	37,90	38,86
4	32,86	32,00	34,81	9	39,35	38,45	40,00
5	34,61	34,50	36,07	10 и более	42,12	41,46	43,00

Крупные нерестовые скопления к югу от Ирландии состоят из нескольких размерных группировок. На одном из основных участков нереста у южных берегов Ирландии в феврале — марте обычно преобладают группировки крупной скумбрии с модальными классами от 35 до 42 см. В период наблюдения в эти месяцы из года в год длина рыб в уловах постепенно увеличивается: если в 1970—1971 гг. модальные классы были равны соответственно 35—36 и 35—37 см, то в 1972—1974 гг. они изменились до 37—38, 39—41, а в 1975 г. до 39—42 см. В уловах доля таких рыб колеблется от 27 до 55%. Значительное пополнение нерестовой популяции особями длиной 30—37 см в этот период наблюдалось лишь в марте 1974 г. Таким образом, в феврале — марте 1970—1974 гг. нерестовые скопления скумбрии к югу от Ирландии формировались из одних и тех же возрастных классов рыб, ежегодно прибавлявших в длину примерно 1—2 см.

Размерный состав скоплений скумбрии на юге Ирландии в течение года изменяется следующим образом (рис. 2). С января по март он остается постоянным; модальную группу составляют рыбы с длиной тела 34—41 см; размерная, а следовательно и возрастная структуры скоплений начинают изменяться с апреля. С этого времени модальный размер рыбы постепенно уменьшается вплоть до августа — сентября. Это указывает на подход в этот период мелких рыб и откочевывание в другие районы более крупных. Так, если в апреле в уловах преобладали особи длиной 28—38 см, то в мае — сентябре доминировали рыбы размером 25—34 см.

В иные годы, например, в мае 1971 и в июне 1974 г., небольшая часть косяков, состоявшая из крупных рыб (34—40 см), остается на нагул в местах нереста, составляя в уловах 5—7%.

Во внутренних районах Кельтского моря, где размножается сравнительно небольшое количество рыбы, а наиболее плотные скопления нагульной скумбрии образуются в сентябре (августе) — ноябре, основу уловов составляют рыбы длиной 25—37 см примерно в возрасте 2—6 лет. Иногда осенью в уловах встречаются до 10—19% рыб длиной 36—40 см. Это свидетельствует о том, что определенная часть нерестовых скоплений крупных рыб нагуливается в Кельтском море.

На рис. 2 кривые для января — августа характеризуют структуру нерестовых и нагульных скоплений в западном районе юга Ирландии, а для октября — ноября — нагульных скоплений скумбрии во внутренних районах Кельтского моря. Вариационные кривые за 1970—1973 гг. характеризуют главным образом размерную структуру нерестовых скоплений района Западной части Кельтского моря, за 1974 г. — всего района юга Ирландии.

В районах к западу и северу от Ирландии и на севере Северного моря скумбрия нагуливается, но часть ее в марте — июле и размножается. В марте 1971 г., июне 1974 г. и мае 1975 г. к западу от Ирландии в уловах преобладали особи длиной 30—40 см, в другие годы в апреле — июне — длиной 31—37 см. К северу от Ирландии в период наблюдений в апреле — октябре скопления состояли в основном из рыб длиной 30—36 см (рис. 3).

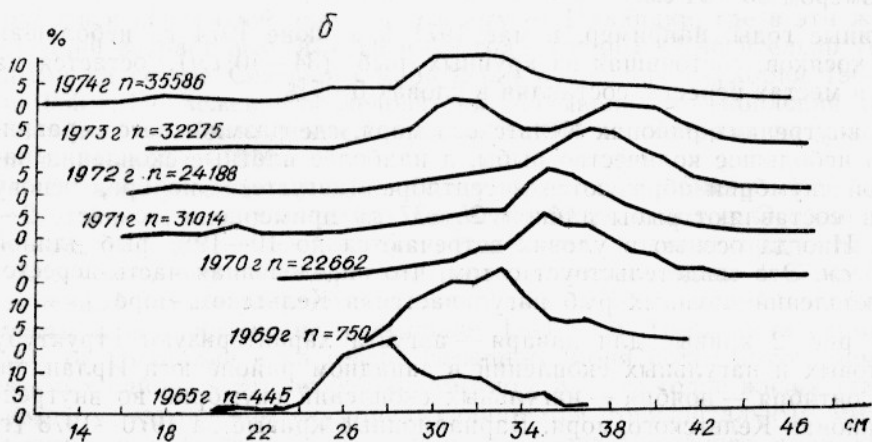
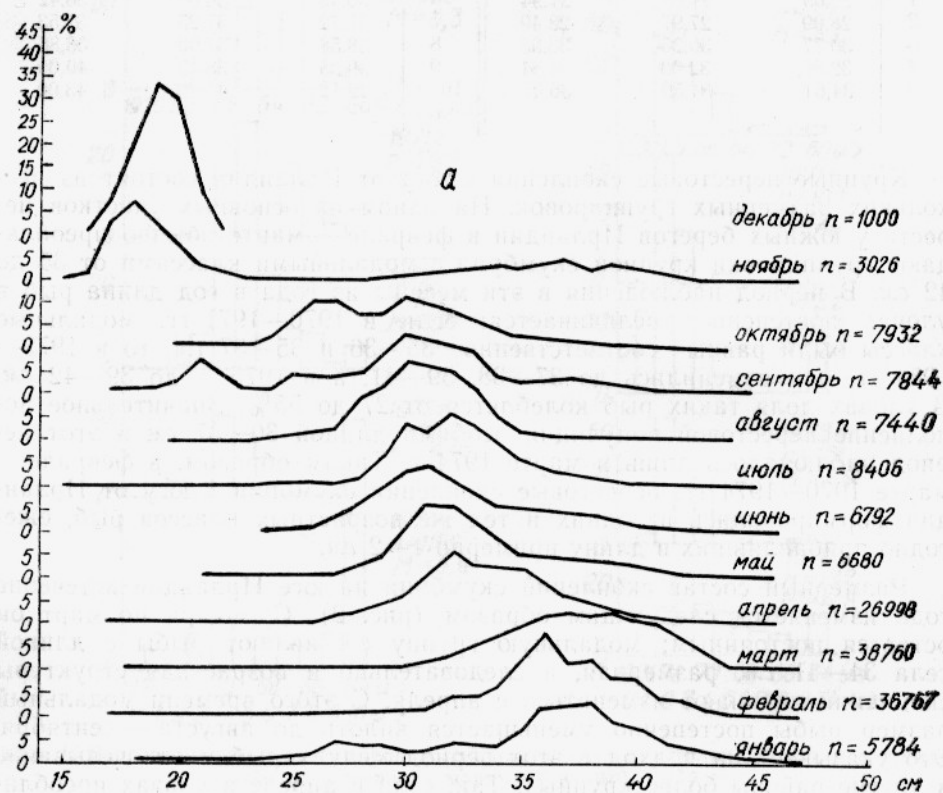


Рис. 2. Среднемесячные (а) и среднегодовые (б) кривые распределения по длине скумбрии к югу от Ирландии в 1965, 1969—1974 гг.

В северных районах Северного моря (рис. 4) наблюдения, которые проводятся с 1959 г. примерно до 70-х годов, характеризовали размерную структуру североморской популяции скумбрии с ноября по апрель — период зимовки в Норвежском желобе. В 70-х годах пробы получали из северных районов Шетландского мелководья преимущественно в летне-осенний период. В I квартале в уловах преобладали особи длиной 25—35 см, во II — 28—38 см, в III — 32—42 см и в IV — 26—38 см. Преобладание, начиная со II квартала, крупных рыб свидетельствует о подходах их косяков в этот период в районы вокруг Шетландских островов. В наших пробах в июле — августе 1971—1973 гг. здесь преобладали особи длиной 33—41 см.

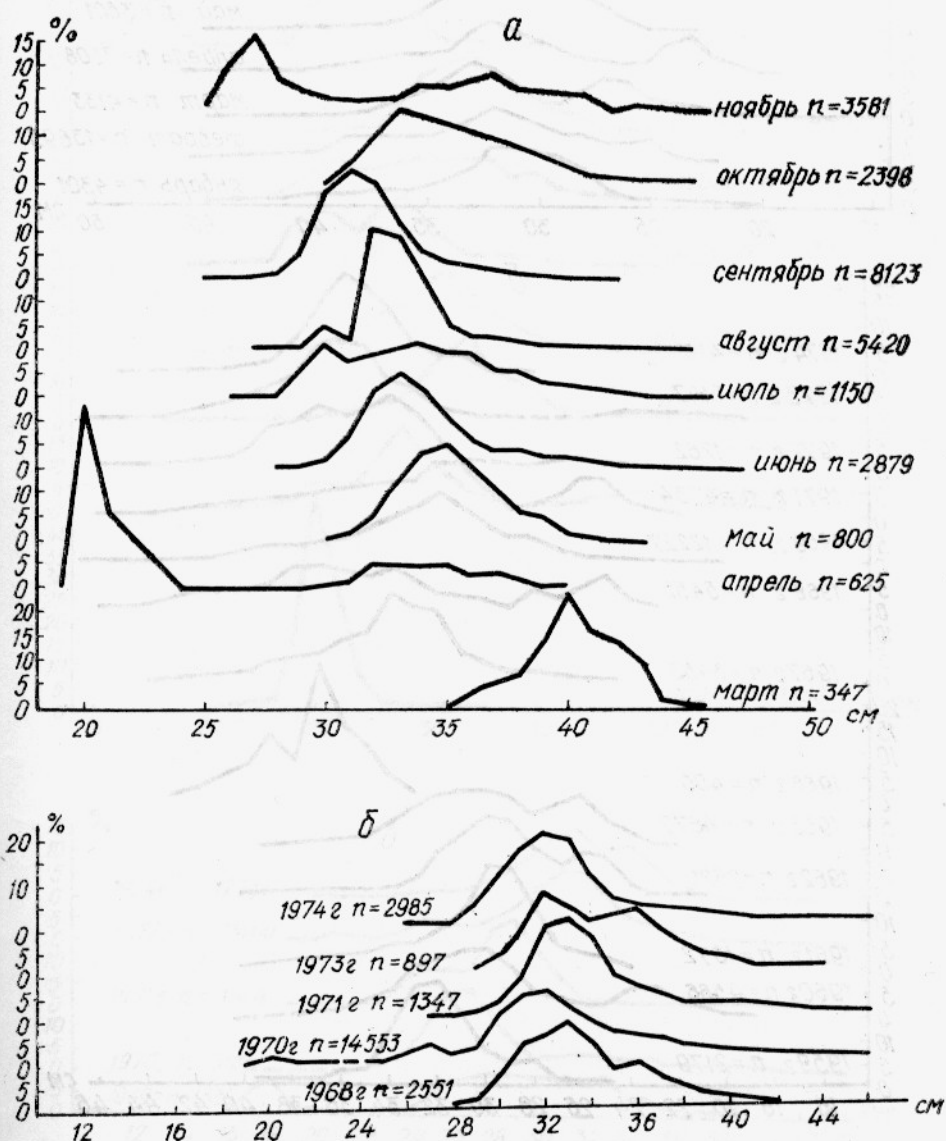


Рис. 3. Среднемесячные (а) и среднегодовые (б) кривые распределения по длине скумбрии к западу и северу от Ирландии в 1968, 1970—1971, 1973—1974 гг.

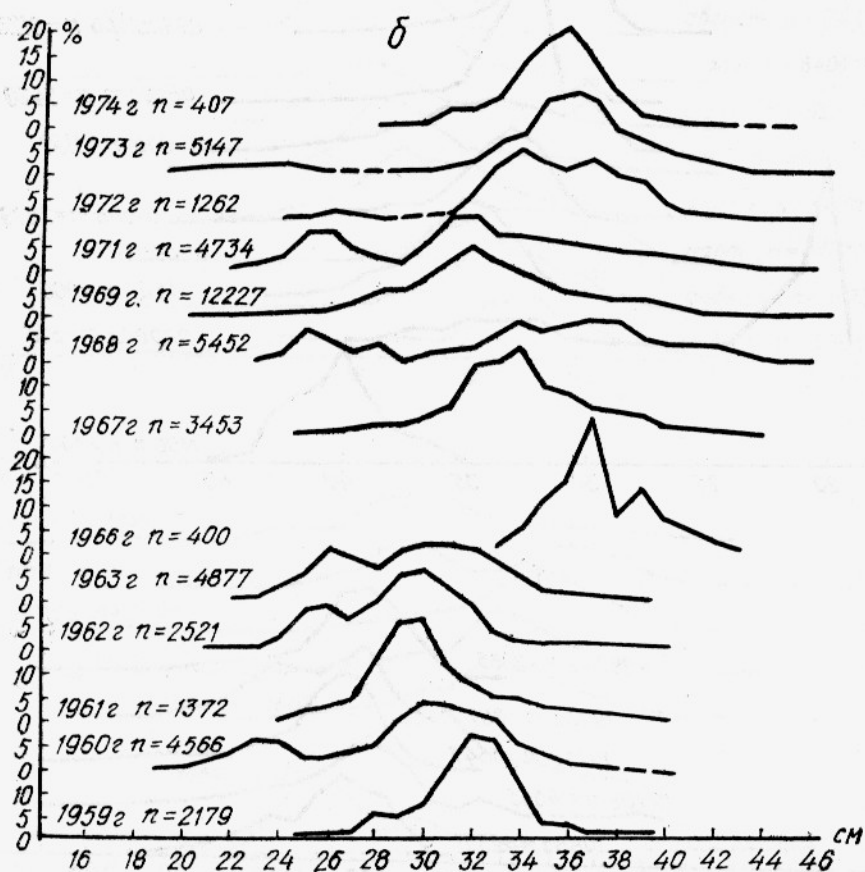
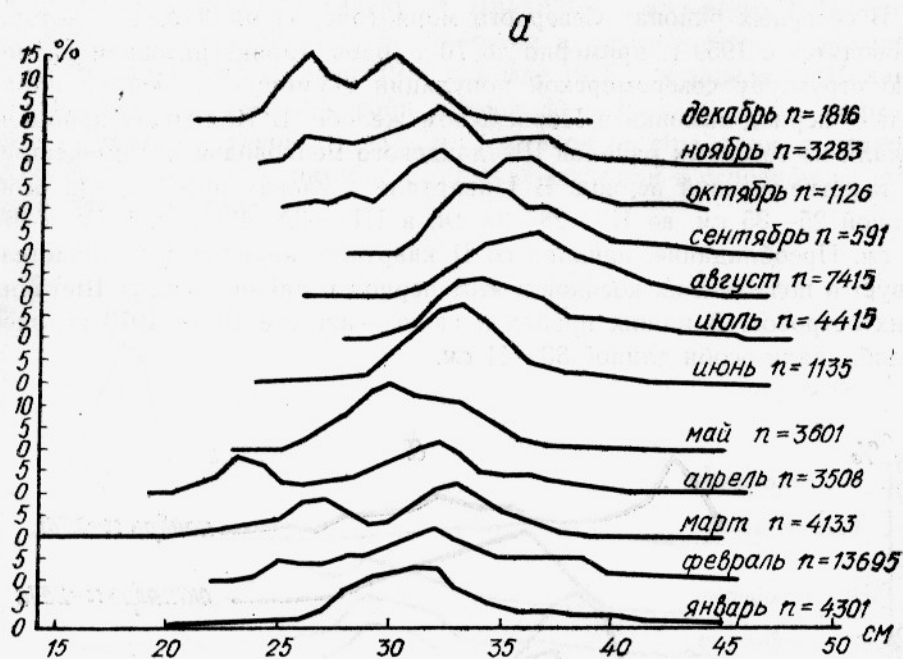


Рис. 4. Среднемесячные (а) и среднегодовые (б) кривые распределения по длине скумбрии, в северных районах Северного моря в 1959—1963, 1966—1969, 1971—1974 гг.



В южных районах Северного моря (рис. 5), скопления скумбрии формируются в марте — ноябре, наиболее плотные — с мая по июль, а в отдельные годы и по сентябрь. Здесь преобладают рыбы длиной 25—35 см, причем, как и в районах к югу от Ирландии и на севере Северного моря, в 70-е годы размеры рыб в уловах здесь постепенно увеличивались и в 1972 и 1974 г. доминировали особи длиной 29—35 см. Подходы косяков, состоящих из более крупных половозрелых рыб, наблюдаются с мая.

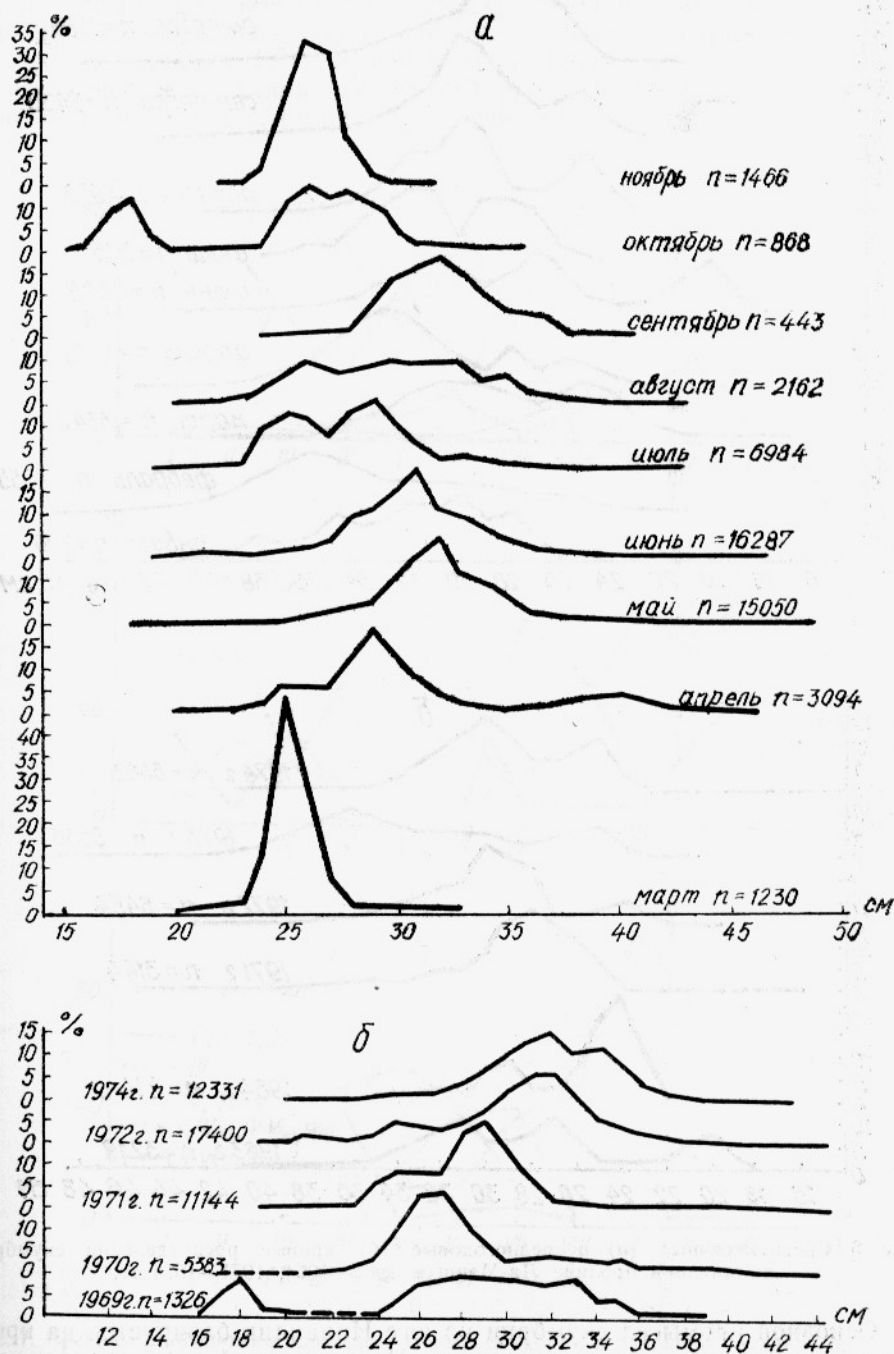


Рис. 5. Среднемесячные (а) и среднегодовые (б) кривые распределения по длине скумбрии в южных районах Северного моря в 1939—1972, 1974 гг.

В проливе Ла-Манш (рис. 6) в течение всего года обитает мелкая скумбрия длиной 23—34 см. Наиболее плотные скопления она образует в октябре — феврале.

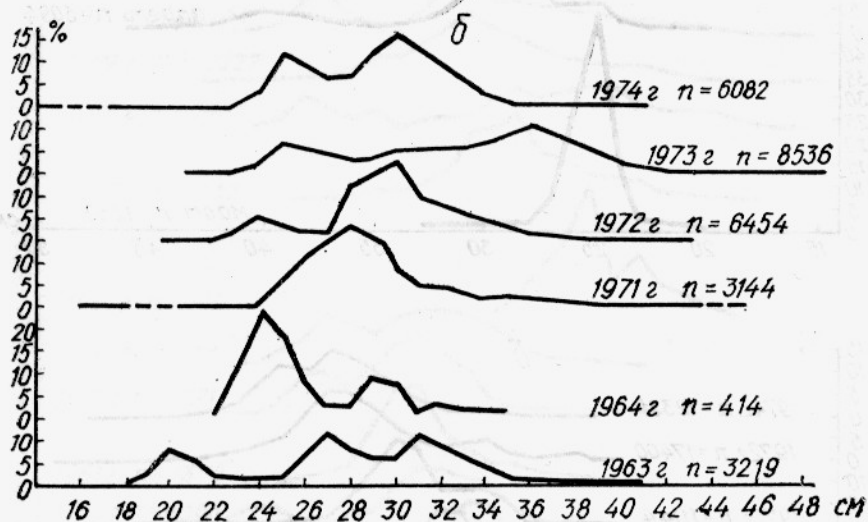
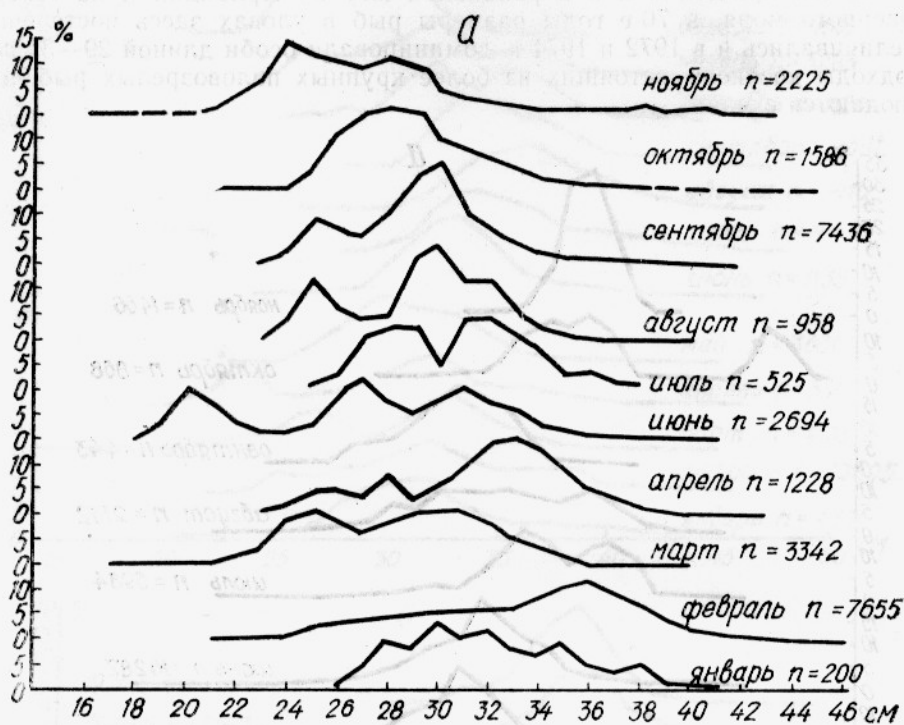


Рис. 6. Среднемесячные (а) и среднегодовые (б) кривые распределения скумбрии по длине в проливе Ла-Манш в 1963—1964, 1971—1974 гг.

Основной промысел скумбрии на юге Ирландии базируется на преднерестовых и нерестовых скоплениях. Максимальной интенсивности нерест скумбрии этого района достигает в марте — июне, но наиболее

плотные скопления образуются с февраля по апрель. Следовательно, нерестовая популяция в рассматриваемом районе в период наблюдений формировалась за счет остатка — наиболее многочисленного контингента особей средних и старших возрастных групп — и поэтому может быть отнесена к третьему типу нерестовой популяции (по Монастырскому, 1949).

К югу от Ирландии облавливаются в основном половозрелые особи. В нерестовых скоплениях на материковой окраине южнее Ирландии нет неполовозрелых рыб (рис. 7). Впервые и повторно созревающие особи (стадия III) в массе встречаются в сентябре — январе. В преднерестовые стадии (IV, IV—V) рыба переходит в январе — мае, причем многие особи, по-видимому, еще во время миграции к местам

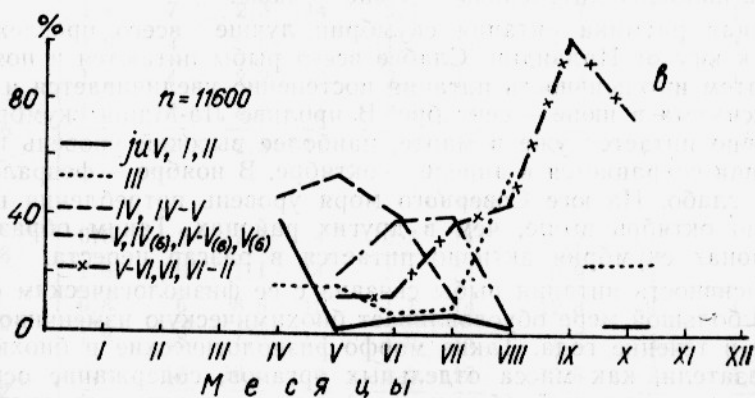
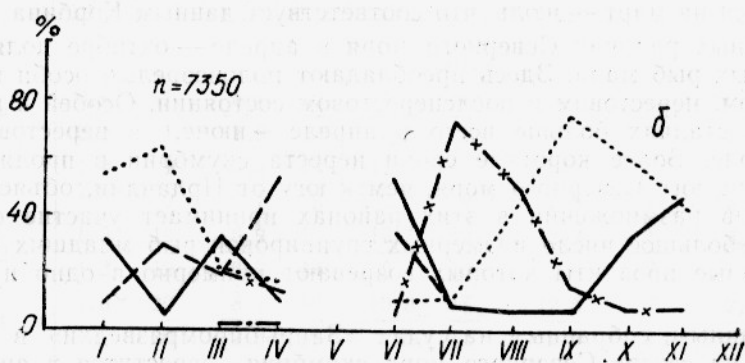
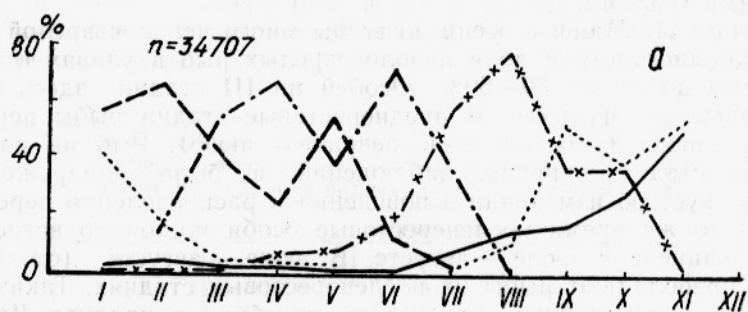


Рис. 7. Средняя многолетняя пропорция особей скумбрии в различных стадиях зрелости в районах к югу от Ирландии (а) в 1963—1964, 1966, 1968—1974 гг., в проливе Ла-Манш (б) в 1963—1965, 1968, 1971—1974 гг. и в южных районах Северного моря (в) в 1960, 1963, 1968, 1970—1974 гг.

нереста, в декабре. В конечные нерестовые стадии (V, IV<sub>6</sub>, IV—V<sub>6</sub>, V<sub>6</sub>) рыба переходит в феврале — июле, хотя наибольшей интенсивности нерест достигает в марте — июне (по Корбину (Corbin, 1947) — в апреле — мае). Однако крупные особи, составляющие основу нерестовых скоплений, в апреле — начале мая уходят из районов к югу от Ирландии. Продолжающийся нерест объясняется подходами все более мелкой рыбы, но численность участвующих в это время в нересте рыб сравнительно невелика.

В марте — июне скумбрия из придонных слоев поднимается к поверхностным и рассеивается в них, совершая активные горизонтальные миграции. В июле — октябре во внутренних районах Кельтского моря скумбрия образует все более плотные скопления, совершает вертикальные миграции, и может облавливаться как донными, так и пелагическими тралями.

В проливе Ла-Манш с осени до весны много неполовозрелой скумбрии. Среднемноголетняя доля неполовозрелых рыб в уловах в некоторые месяцы достигает 30—50%. Особей на III стадии здесь больше всего в августе — феврале. В преднерестовые стадии рыбы переходят в январе — июле (в основном в феврале — июне). Рыб на конечных нерестовых стадиях в период наблюдений не было обнаружено, что свидетельствует об изменении в поведении и распределении нерестовых особей. В то же время посленерестовые особи постоянно встречались в марте — апреле и июле — августе. В июле — августе (см. рис. 7) в уловах преобладают рыбы на посленерестовых стадиях. Таким образом, можно предположить, что нерест скумбрии в проливе Ла-Манш приходится на март — июль, что соответствует данным Корбина (1947).

В южных районах Северного моря в апреле — октябре доля неполовозрелых рыб мала. Здесь преобладают половозрелые особи в преднерестовом, нерестовом и посленерестовом состоянии. Особей в преднерестовых стадиях больше всего в апреле — июне, в нерестовых — в мае — июле. Более короткие сроки нереста скумбрии в проливе Ла-Манш и на юге Северного моря, чем к югу от Ирландии, объясняются тем, что в размножении в этих районах принимает участие сравнительно небольшое число размерных группировок рыб младших возрастов, половые продукты которых созревают примерно в одно и то же время.

По данным, собранным на судах «Запрьбпромразведки» в 1959—1969 гг., на севере Северного моря скумбрия нерестится в апреле — августе, а наиболее интенсивно — в мае — июне.

Сезонная ритмика питания скумбрии лучше всего прослежена в районах к югу от Ирландии. Слабее всего рыбы питаются в ноябре — марте, затем интенсивность питания постепенно увеличивается и достигает максимума в июне — сентябре. В проливе Ла-Манш скумбрия более активно питается уже в марте, наиболее высокий уровень потребления пищи сохраняется в апреле — октябре. В ноябре — феврале рыба питается слабо. На юге Северного моря уровень потребления пищи с апреля по октябрь выше, чем в других районах. Таким образом, во всех районах скумбрия активно питается в разгар нереста.

Интенсивность питания рыбы связана с ее физиологическим состоянием и в большой мере обуславливает биохимическую изменчивость тела рыбы в течение года. Такие морфо-физиологические и биохимические показатели, как масса отдельных органов, содержание основных органических соединений (белок, жир) могут служить для оценки качественного состояния рыбы, подготовленности ее к нересту, зимовке, миграциям. Анализ такого материала по скумбрии юга Ирландии (табл. 2, 3) показал значительную вариабельность этих показателей в зависимости от пола рыбы, размерно-возрастного состава и стадий

зрелости снад, особенно в период максимального развития гонад: у старших особей популяции несколько снижается относительная масса продуцируемых половых продуктов, уменьшается общий уровень обмена веществ. Однако размер рыбы неодинакого сказывается на биохимических показателях тканей. У самок удается найти связь размера тела с содержанием белка в печени и гонадах. У самцов статистически достоверных различий между содержанием белка в тканях и размером рыбы не обнаружено. В гонадах самцов содержание белка составляет примерно 14%, у самок младшего возраста — примерно 16%, а старшего возраста — 20%. Содержание жира в тканях тела скумбрии юга Ирландии также неодинаково. Прямая положительная корреляция наблюдается между размером рыбы и содержанием жира в мышцах самцов и самок, в гонадах самок и печени самцов. На количестве жира в гонадах самцов и печени самок размер рыбы практически не влияет. Содержание жира в тканях почти не зависит от пола у рыб младшей возрастной группы. Чем старше рыба, тем половые различия больше.

Таблица 2

Относительный вес (в % от порки) гонад (числитель) и печени (знаменатель) скумбрии Ирландского шельфа разного размера и на разных стадиях половой зрелости

Размерный ряд, см	Стадии зрелости									
	II		III		IV		V		VI	
	M	n	M	n	M	n	M	n	M	n
	<i>Самки</i>									
27—28	0,9	1	5,4	10	11,1	6	—	—	0,8	6
	0,9	1	1,9	10	2,5	6	—	—	1,8	6
29—30	1,0	9	5,8	13	12,3	9	—	—	2,0	7
	1,2	9	2,1	13	2,3	9	2,5	1	2,0	8
31—32	1,5	19	6,9	14	12,7	12	12,2	1	2,0	4
	1,2	19	2,2	14	2,6	12	3,0	2	1,7	4
33—34	1,6	20	8,2	16	10,8	15	12,5	2	2,9	9
	1,2	20	2,3	16	2,5	13	2,5	1	1,9	9
35—36	2,2	7	7,3	14	9,7	13	17,8	3	1,6	8
	1,4	7	2,3	14	2,4	13	2,7	5	1,5	8
37—38	1,8	4	6,6	10	11,8	14	—	—	4,3	5
	1,2	4	2,2	10	2,4	14	2,7	11	1,7	5
39—40	1,2	2	8,0	11	9,6	7	—	—	4,0	7
	2,4	2	2,3	11	2,4	7	3,1	13	1,9	7
	<i>Самцы</i>									
27—28	0,6	3	7,3	4	10,7	14	10,7	1	—	—
	1,6	3	1,1	14	1,1	14	0,9	1	—	—
29—30	0,8	6	8,8	12	11,1	14	12,8	1	4,6	2
	1,3	8	1,0	12	1,0	14	1,2	1	1,1	2
31—32	0,8	17	10,0	9	11,5	12	15,6	3	5,2	8
	1,2	21	1,1	9	0,9	12	1,2	3	1,3	8
33—34	0,9	15	7,7	17	10,6	14	15,9	6	5,1	5
	1,3	15	1,1	17	0,9	14	1,1	6	1,1	5



Размерный ряд, см	Стадии зрелости									
	II		III		IV		V		VI	
	M	n	M	n	M	n	M	n	M	n
35—36	0,7	16	8,3	14	10,8	13	14,1	5	3,9	5
	1,2	19	0,8	14	1,0	13	1,1	5	1,1	5
37—38	0,7	6	9,4	8	11,2	6	7,3	1	4,1	3
	1,3	7	1,0	8	0,9	6	1,0	1	1,2	3
39—40	0,4	3	7,6	8	10,4	6	—	—	5,6	1
	1,4	1	0,8	8	0,8	6	—	—	1,1	1

Сезонная динамика содержания жира как в полости тела, так и в мышцах отражает особенности размножения и нагула скумбрии. Наибольшее количество резервного жира в полости тела наблюдается у скумбрии южной части Северного моря, так как здесь она питается более интенсивно. У ирландской скумбрии к апрелю жир на внутренних органах исчезает почти полностью, в мышечных тканях его также очень мало. С апреля жировые отложения на внутренностях увеличиваются и в августе-октябре достигают максимума.

Таблица 3

Содержание жира и белка (% сырой ткани) в тканях скумбрии Ирландского шельфа разных размеров с половыми продуктами III стадии зрелости

Размерный ряд, см	Самки				Самцы			
	Жир		Белок		Жир		Белок	
	M	n	M	n	M	n	M	n
	<i>Мышцы</i>							
25—30	2,2	7	17,4	7	2,2	8	18,0	8
31—36	6,3	11	17,7	11	5,1	8	19,0	8
37—40	8,8	7	17,4	8	8,2	7	17,5	7
	<i>Печень</i>							
25—30	11,6	7	15,9	7	11,0	8	15,6	8
31—36	10,7	10	17,9	11	15,1	9	16,1	9
37—40	11,0	8	17,2	8	16,2	7	16,0	7
	<i>Гонады</i>							
25—30	3,6	6	16,6	7	2,2	8	14,3	8
31—36	6,0	11	20,1	11	2,4	9	14,9	9
37—40	6,9	8	20,2	8	2,6	7	13,9	7

У североморской скумбрии отложения жира на внутренностях становятся значительными уже в апреле. Максимальное количество жира на внутренностях рыбы во всех трех районах наблюдается в августе, затем его содержание уменьшается, особенно на юге Северного моря и в проливе Ла-Манш. Здесь вдоль южных берегов полуострова Корнуолл, где скумбрия нерестится главным образом с марта по июль, по данным Харди и Киейя (Hardy & Keay, 1972), максимальное содержание жира в полости тела зарегистрировано соответственно в декабре и июне, самые высокие и низкие средние уровни ненасыщенности жиров — в ноябре и мае. Нересту предшествует снижение запасов жира, сопутствующее процессам гаметогенеза.

Начиная с июня, у рыб всех рассматриваемых районов накопление жира в мышцах увеличивается, а примерно с октября снова уменьшается. Таким образом, запасы жира в тканях скумбрии наиболее интенсивно расходуются в период формирования гонад и размножения. Наибольшие запасы жира у рыбы — спустя 1—2 мес. после нереста.

Таким образом, ареал скумбрии — *Scomber scombrus*, — широко распространенной в Северо-Восточной Атлантике, включает в себя Северное море и материковую окраину к западу от Британских островов. Несколько центров наибольшей плотности скоплений в пределах ареала сообщаются между собой в период сезонных миграций скумбрии.

У скумбрии каждой части ареала, первая из которых объединяет районы к западу от Британских островов, а вторая — внутренние районы Кельтского моря, пролив Ла-Манш и юг Северного моря, размерно-возрастная структура сходная. Центры наибольшей плотности скоплений в первой группе районов расположены к югу от Ирландии и вокруг Шетландских островов. Нерестовые скопления к югу от Ирландии (февраль — май) и нагульные скопления у Шетландских островов (июль — август) отличает многовозрастная структура и наличие большого количества крупных рыб (длиной до 42 см). Работами норвежских исследователей по мечению скумбрии установлено перемещение ее скоплений с юга Ирландии к Шетландским островам. По этим же данным, в июле — августе 1970 и 1971 г. доля североморской скумбрии у Шетландских островов составляла соответственно лишь 14 и 20—30% промыслового запаса, а подавляющая часть запаса формировалась из ирландской скумбрии. Наши данные позволяют уточнить сроки, в которые проходят горизонтальные миграции крупных рыб: в апреле — июне косяки этих рыб встречаются к западу от Ирландии по пути к Шетландским островам, к местам нагула. При этом крупная рыба (длиной 37—42 см) держится в основном в поверхностных слоях воды, а рыба длиной 30—36 см — у дна и легко облавливается судами Запрыбпромразведки, на которых проводятся биологические наблюдения.

Обратная миграция рыб к местам зимовки и нереста проходит с сентября по январь. Косяки скумбрии меньших размеров из районов к северу от Ирландии в сентябре — октябре мигрируют, вероятно, во внутренние районы Кельтского моря.

Качественный состав и распределение плотности нерестовых скоплений скумбрии к югу от Ирландии отражает особенности приспособления вида. Только достаточно многочисленные группировки рыб средних и старших возрастов смогли освоить огромное пространство материковой окраины западнее Британских островов.

Основной базой для формирования пополнения нерестовых скоплений скумбрии юга Ирландии являются внутренние районы Кельтского моря, где преобладают особи длиной 25—37 см. Установлено, что у этих особей, в особенности у рыб длиной 30—37 см, наиболее интенсивный обмен веществ, наиболее высокая воспроизводительная способность и ценные продукционные качества.

О достаточно высокой численности скумбрии во внутренних районах Кельтского моря свидетельствуют плотные ее скопления здесь в сентябре — ноябре. Многовозрастная структура нерестовых скоплений, длительный порционный нерест позволяют проявлять устойчивость к действию сложных гидрометеорологических условий (непосредственная близость океана, интенсивная циклоничность, сильные дрейфовые течения и пр.) и поддерживать высокую численность скумбрии юга Ирландии.

Часть ареала скумбрии, в который входят пролив Ла-Манш и юг Северного моря, населена сравнительно немногочисленными группировками, в которых преобладают рыбы размером соответственно 23—34 и 25—35 см в возрасте 2—5 лет. Известно, что скумбрия из пролива Ла-Манш весной мигрирует в Северное море, а после нереста — вновь в пролив Ла-Манш (Volster, 1971). Учитывая невысокую численность обеих группировок, а также преобладание молодых рыб, трудно предположить существование стабильной отдельной популяции скумбрии пролива Ла-Манш — юга Северного моря. Эту территориальную группировку молодых рыб, как и группировку рыб внутренних районов Кельтского моря, по-видимому, следует рассматривать как пополнение. Пополняться рекрутами этой группировки может популяция северо-

морской скумбрии с нерестилищами в Скагерраке и популяция ирландской скумбрии. Между первой популяцией и рассматриваемой группировкой существует широкая разделяющая зона, популяция же ирландской скумбрии непосредственно соприкасается с ней в западных устьевых районах пролива Ла-Манш. В то же время, несомненно, юг Северного моря в период нагула рыб представляет собой зону смешения собственно североморской скумбрии и выходящей сюда на нерест и нагул скумбрии из пролива Ла-Манш. В сентябре — октябре скумбрия покидает южные районы Северного моря. Возможно, более старые возрастные группы рыб большей длины пополняют осенние скопления рыб во внутренних районах Кельтского моря.

Решение поставленной проблемы требует специальных популяционно-генетических исследований. Мы же можем констатировать только то, что в Северо-Восточной Атлантике существуют две стабильные популяции скумбрии с обособленными нерестилищами, устойчивой возрастной структурой, включающей все возрастные классы — популяция ирландской и североморской скумбрии. В пределах ареала обитания каждой популяции в период нереста и нагула наблюдается обособление рыб разных возрастов, обусловленное разной степенью готовности к нересту и гидродинамическими свойствами рыб разного возраста.

#### ВЫВОДЫ

1. В Северо-Восточной Атлантике существуют две стабильные популяции ирландской и североморской скумбрии с обособленными нерестилищами и устойчивой возрастной структурой.

2. В пределах расселения популяций североморской и ирландской скумбрии имеется несколько центров наибольшей плотности ее скоплений, сообщающихся между собой в период сезонных миграций.

3. Основной базой для формирования пополнения нерестовых скоплений скумбрии юга Ирландии являются внутренние районы Кельтского моря, где преобладают особи длиной 25—37 см, с наибольшей интенсивностью обмена веществ, наиболее высокой воспроизводительной способностью и ценными продукционными качествами.

4. Пролив Ла-Манш и юг Северного моря населены сравнительно немногочисленными группировками скумбрии с преобладающими размерами 23—34 и 25—35 см соответственно (возраст 2—5 лет). Эти группировки молодых рыб следует рассматривать как пополнение популяции скумбрии Ирландского шельфа и популяции североморской скумбрии с нерестилищами и Скагерраке.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Монастырский Г. Н. О типах нерестовых популяций рыб. — «Зоологический журнал», 1949, т. 28, вып. 6, с. 535—545.

Bolster, G. C. Mackerel of the South-West. Fish. Lab. Lowestoft, N 23, 1971, 18 p.

Corbin, P. G. The spawning of the mackerel, *Scomber scombrus* L. and pilchard, *Clupea pilchardus*, Walbaum, in the Celtic Sea in 1937—39. J. Mar. Biol. Assoc., vol. 27, 1947, pp. 65—132.

Hardy, R. and J. N. Keay. Seasonal variations in the chemical composition of Cornish mackerel, *Scomber scombrus* (L.), with detailed reference to the lipids. J. Fd. Technol., 7, 1972, pp. 125—137.

*Age-size structure and seasonal fluctuations in the biological state of mackerel  
from the Northeast Atlantic*

Ju. V. Chuksin, A. N. Provotorova,  
V. L. Simchenko, N. V. Maslennikova

SUMMARY

There are several places in the Northeast Atlantic where the density of mackerel is very high and intermingling occurs during the seasonal migrations. The spawning population of large-sized mackerel inhabiting the area south of Ireland tends to be adapted to the vast continental margin lying to the west of the British Isles. The territorial groups of young mackerel in the Celtic Sea, English Channel and in the south part of the North Sea seem to be a source of recruitment to the stable Ireland and North Sea populations which are characterized by consistent age structures including all year-classes, and are reproduced on separate spawning grounds.

УДК 597.587.1 (261.27) (261.28)

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАВРИДЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ИРЛАНДИИ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БИСКАЙСКОГО ЗАЛИВА

Н. А. Назаров, М. С. Добрусин

Биологию ставриды шельфа Ирландии исследуют с 1969 г. в связи с интенсивным развитием тралового промысла ее в этом районе. Имеются данные по морфологии, росту, возрасту, нересту и горизонтальным миграциям ставриды этого района (Байдалинов, 1969; Полонский, 1969; Полонский, Тормосова, 1969). Цель предлагаемой работы — выяснить динамику физиолого-биохимического состояния ставриды Ирландского шельфа в зимне-весенний период в связи с гидрологическими условиями и характером поведения и распределения, так как эти вопросы для данного района ранее не рассматривались.

Материал собран в научно-поисковых рейсах судов АтлантНИРО и Запрыбпромразведки с ноября 1971 г. по июль 1973 г. в районах юго-западного шельфа Ирландии и северной части Бискайского залива. Были использованы результаты массовых промеров 80 152 ставрид, неполных биологических анализов 5300 экз., полных биологических анализов 1141 экз. и 680 биохимических определений.

Наряду с визуальным определением стадий зрелости гонад вычисляли коэффициент зрелости и индекс печени (отношение веса гонад и печени к весу тела рыбы без внутренностей в %). Содержание жира в полости тела определяли визуально по четырехбалльной шкале, наполнение желудочно-кишечного тракта — по пятибалльной.

Содержание жира, сухого обезжиренного остатка и влаги в пробах печени, гонад, белых и красных мышц определяли у рыб модальной размерной группы 30—37 см. Количество жира определяли методом Фолча (Folch, Lees, Stanley, 1957), модернизированным В. И. Лапиным и Е. Г. Черновой (1970). Обезжиренный сухой остаток доводили до постоянного веса по методике А. А. Лазаревского (1955). Учитывая незначительные колебания содержания гликогена и золы, которые входят в состав этого остатка, можно утверждать, что изменения содержания обезжиренного сухого остатка в основном зависит от изменений содержания белка.

Параметры косяков определяли при помощи эхолота «Палтус» и «Кальмар». Параллельно выполняли батометрические и термобатиграфные гидрологические станции, наблюдали за метеоусловиями.

В осенне-зимний период погода на юго-западном шельфе Ирландии и северной части Бискайского залива обусловлена глубинной циклонической деятельностью. Преобладают северо-западные, западные и юго-западные ветры силой 5—6 баллов, способствующие притоку теплых океанических вод, полное конвективное перемешивание, затрагивающее в мористой части слои глубже 200 м, в шельфовой зоне — до дна. В результате с ноября по март для этого района характерна полная гомотемрия вод.



Перепад поверхностной и придонной температуры не превышает  $0,5-0,6^{\circ}$ . Температура воды понижается постепенно. Так, поверхностная температура воды, колебавшаяся в ноябре от  $12,1^{\circ}$  до  $12,6^{\circ}$  понизилась до  $10,6-11,3^{\circ}$  в феврале. Наиболее низкая температура воды — в конце февраля — первой декаде марта (придонная  $9,6$ , поверхностная  $10,2^{\circ}$ ).

Такой гидрологический режим благоприятен для зимовки ставриды, которая придерживается участков наибольших горизонтальных градиентов, находясь со стороны теплых океанических вод.

Начало образования зимовальных скоплений ставриды в зависимости от гидрологических и метеорологических условий может быть несколько различно по времени, но, как правило, наблюдается не позднее второй половины ноября. В основном ставрида концентрируется на глубинах  $150-200$  м, иногда — на  $350-400$  м.

Промысел ставриды на шельфе Ирландии базируется главным образом на скоплениях, состоящих из половозрелых особей размерами  $26-40$  см. Размерный состав зимовальных скоплений относительно постоянен.

Наиболее крупная ставрида зимует в районе банки Грейт-Сол. Встречаются особи от  $22$  до  $43$  см, преобладающие размеры  $33-38$  см, средняя длина от  $34,6$  до  $36,2$  см. В районе банки Литл-Сол ставрида несколько мельче ( $23-44$  см), преобладают особи длиной  $32-37$  см, а в северной части Бискайского залива —  $22-37$  см, доминируют особи  $26-32$  см (рис. 1).

Преобладающий возраст ставриды на банках Грент-Сол и Литл-Сол —  $7-9$  лет и старше, в северной части Бискайского залива —  $4-6$  лет (таблица).

Соотношение самцов и самок в уловах как донным, так и пелагическим тралом на протяжении всего зимовального периода в среднем всегда составляет  $1:1$ .

Плотность косяков ставриды в зимовальный период, как правило, значительна и они располагаются на небольших участках. Средняя горизонтальная протяженность днем (с  $8$  до  $17$  часов) колебалась от  $60$  до  $125$  м, а ночью — от  $90$  до  $500$  м, вертикальная — днем  $9-11$  м и ночью  $14-16$  м.

В темное время суток косяки поднимались от грунта на  $5-30$  м, их протяженность несколько увеличивалась. Незначительные горизонтальные миграции рыбы связаны главным образом с изменением максимальных градиентных зон.

Гонады половозрелой ставриды к началу зимовки находятся на третьей стадии зрелости. Генеративные процессы в это время проходят очень медленно и почти не влияют на массу половых желез. Так, в ноябре средний коэффициент зрелости (КЗ) самцов составил  $0,52\%$ , самок  $1,01\%$ ; в декабре  $0,67$  и  $1,17\%$ ; в январе  $1,02$  и  $1,57\%$  соответственно (рис. 2).

Активность питания ставриды в ноябре заметно снижается. Продолжают питаться в основном особи с пониженным содержанием полостного жира, который играет важную роль во время зимовки и подготовки к нересту. К декабрю ставрида почти полностью прекращает питаться, средний балл наполнения желудочно-кишечного тракта достигает своего минимума (в разные годы от  $0,09$  до  $0,35$ ).

Рыбы, зимующие в умеренных широтах и вынужденные прекращать питание на несколько месяцев, накапливают запас энергетических веществ, в основном липидов. Жировые запасы откладываются в виде полостного жира, а также в белой и красной мускулатуре и в печени. Жировые запасы печени у ставриды незначительны, и она выполняет роль органа пищеварения, что подтверждается изменениями ее отно-

сительной массы, увеличением при повышении активности питания и уменьшении при отсутствии питания (см. рис. 2, 4).

К началу зимовки упитанность ставриды достигает максимума; в разные годы коэффициент упитанности в декабре колебался от 0,70 до 0,79. В это же время отмечается и наибольшее количество полостного жира (рис. 3, 4).

С прекращением питания запасы энергетических веществ начинают расходоваться. Уменьшается содержание жировых и белковых веществ в печени, красных и белых мышцах (рис. 5) и средний балл ожирения внутренностей.

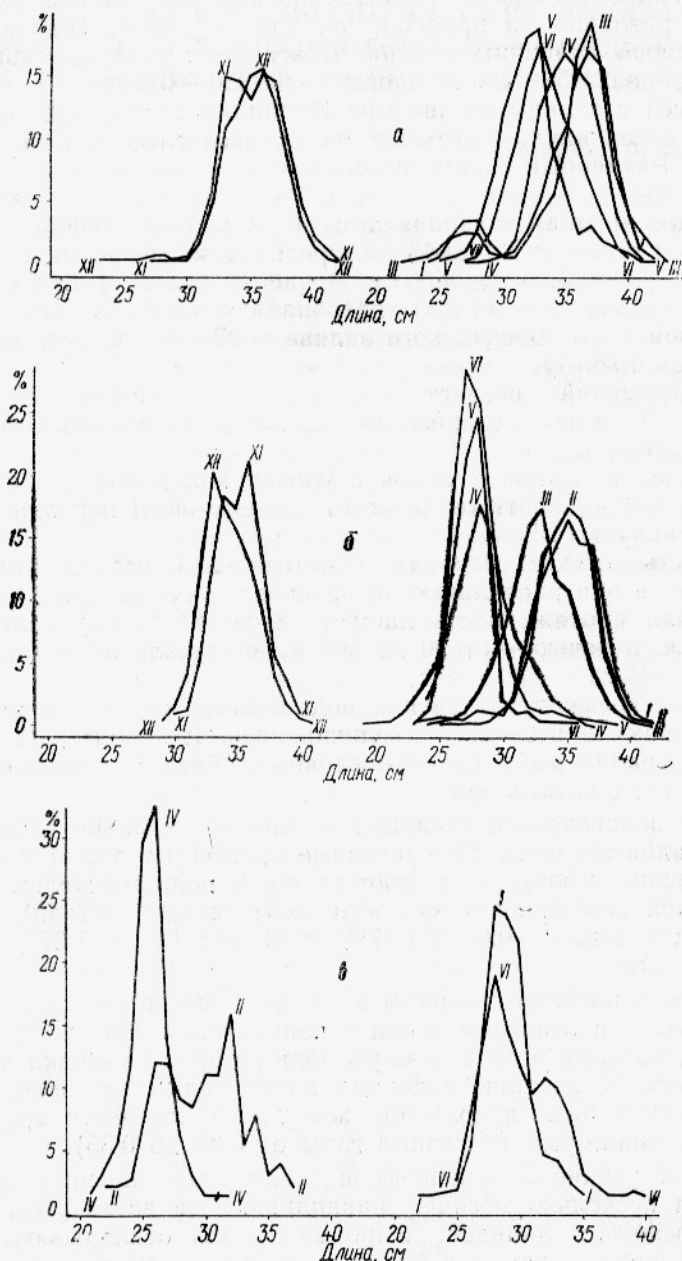


Рис. 4. Размерный состав ставриды разных районов (слева — данные за 1972 г., справа — за 1973 г.):

а — банка Грейт-Сол; б — банка Литл-Сол; в — северная часть Бискайского залива.

Возрастной состав ставриды в 1972—1973 г. (в %)

Возраст, годы	1972 г.							1973 г.				1972 г.							1973 г.			
	Район Грейт-Сол							Северная часть Бискайского залива				Район банки Литл-Сол										
	Ноябрь	Декабрь	Январь	Март	Апрель	Май	Июнь	Февраль	Апрель	Январь	Июнь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь			
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
2	—	—	—	—	—	—	—	0,8	6,6	—	—	—	—	—	0,2	—	3,6	—	—			
3	—	—	1,1	1,0	—	0,4	—	9,3	30,5	2,5	2,9	—	—	—	1,2	0,4	7,8	4,1	4,5			
4	—	—	4,7	4,8	0,3	2,4	0,6	17,7	55,6	40,7	39,8	—	—	0,3	1,3	0,2	16,8	26,4	27,2			
5	—	—	3,1	3,1	0,6	7,2	4,4	10,5	2,7	21,3	20,7	—	—	0,4	2,1	12,4	22,8	37,2	37,3			
6	2,8	—	0,4	0,3	1,4	17,5	8,4	39,7	1,7	21,3	20,6	1,2	0,2	4,9	14,1	33,9	26,2	26,2	26,1			
7	9,9	6,4	4,2	4,4	14,2	27,9	22,5	12,8	1,5	10,5	11,3	9,5	16,8	11,7	15,8	27,2	8,7	2,8	2,6			
8	26,4	49,9	23,7	23,6	24,3	33,0	21,5	7,7	0,9	3,7	3,9	46,0	46,5	37,9	37,1	20,5	5,5	2,1	1,7			
9 и старше	60,9	43,7	62,8	62,8	59,2	11,6	42,6	1,5	0,5	—	0,8	43,3	36,5	47,2	37,4	25,2	0,9	1,2	0,6			
<i>n</i>	119	177	146	171	158	116	175	93	147	143	112	89	77	95	130	129	194	138	152			

Конец февраля — начало марта — критический период зимовки. Температура воды в это время — самая низкая. Жировые и белковые запасы организма к этому моменту израсходованы, а возрастающая активность генеративных процессов требует новых затрат энергетического и пластического материала. Активность питания ставриды повышается.

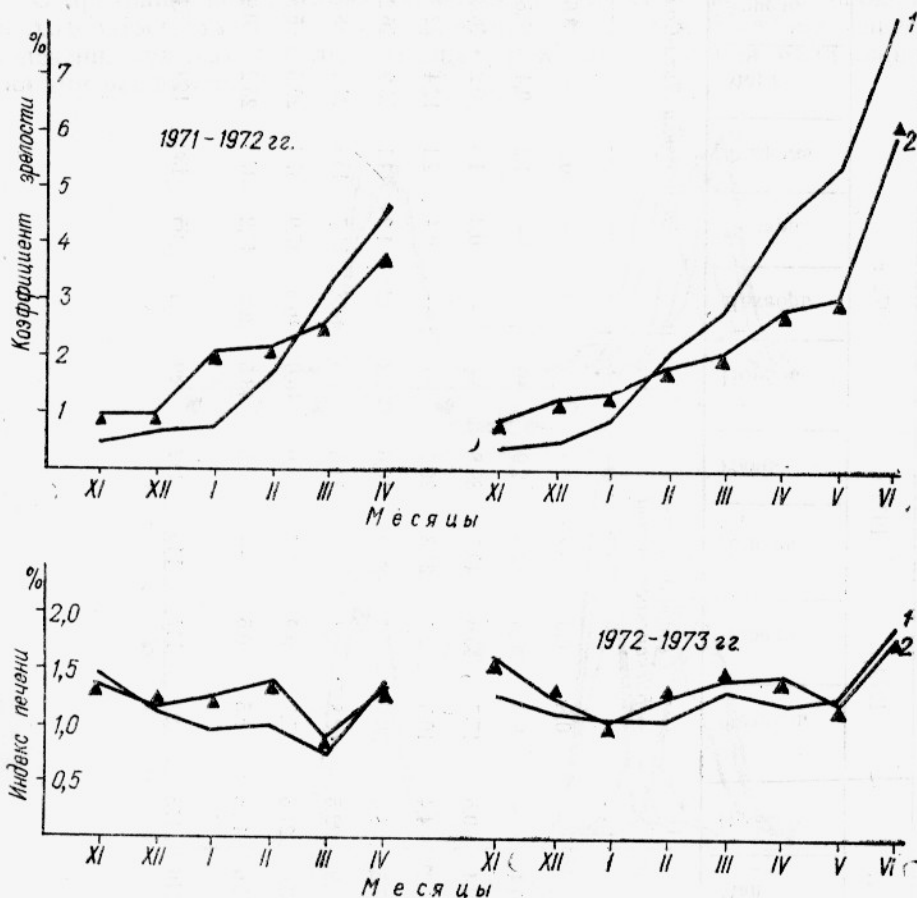


Рис. 2. Сезонные изменения коэффициента зрелости и индекса печени у ставриды Ирландского шельфа (слева данные за 1971/72 г., справа — за 1972/73 г.): 1 — самцы; 2 — самки

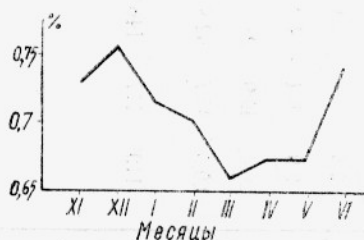


Рис. 3. Изменение коэффициента утилизации ставриды в зимовальный и преднерестовый периоды

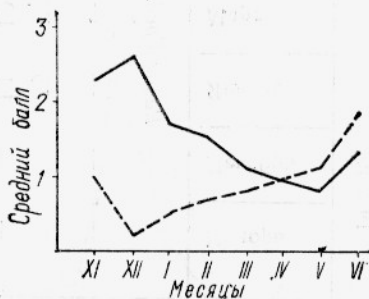


Рис. 4. Динамика наполнения желудочно-кишечного тракта (—) и содержания полостного жира (---) ставриды

Активизация процессов созревания половых желез, снижение массы полостного жира и небольшое повышение активности питания не отражаются на характере суточных вертикальных миграций косяков ставриды.

Во второй половине марта и в апреле воды постепенно прогреваются, сляз скачка не проявляется, перепад между поверхностной и придонной температурой составляет 0,4—0,5°. В этот период средняя длина ставриды в

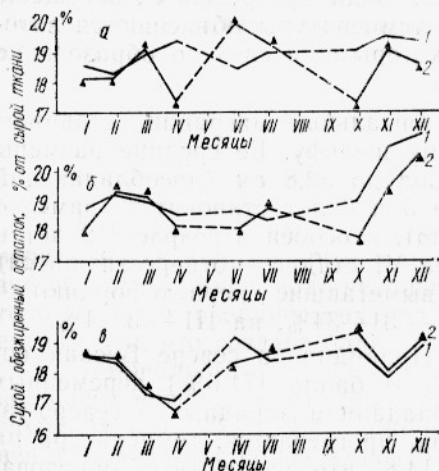
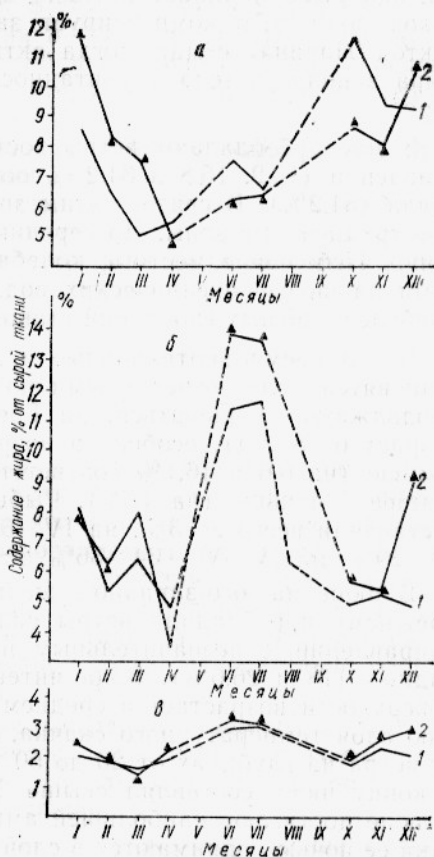


Рис. 5. Сезонная динамика содержания сухого обезжиренного остатка (слева) и жира (справа) в тканях ставриды: 1—самцы; 2—самки; а—печень; б и в—красные и белые мышцы



скоплениях уменьшается до 28,9 см на банке Литл-Сол и до 26,1 см на севере Бискайского залива, что, очевидно, связано с началом ее нагульно-нерестовых миграций в северном направлении. Основу этих скоплений составляли особи в возрасте 4—6 лет (73,5%) на банке Литл-Сол и 3—4 года (86,1%) на севере Бискайя. На банке Грейт-Сол размерно-возрастной состав не изменялся: средняя длина особей в марте была 35,9 см, в апреле — 35,7 см; несколько увеличилось здесь количество ставриды в возрасте 7 (на 9,8%) и 8 (на 0,7%) лет.

Во второй половине марта и в апреле резко увеличивается масса половых желез ставриды, что связано с вступлением ооцитов в период трофоплазматического роста. За короткое время в яичнике накапливается основная масса пластических и энергетических веществ, к моменту перехода гонад в четвертую стадию зрелости содержание белка увеличивается на 25%, а жира почти вдвое. Половые железы созревают очень интенсивно. Так, если у рыб, пойманных в марте, 68,5% составили особи на третьей и 31,5% на четвертой стадии зрелости, то в конце апреля третья стадия наблюдалась лишь у 5%, четвертая у 58% и четвертая — пятая у 37% особей.

Интенсивное созревание половых продуктов вызывает истощение организма ставриды. Белок и жир мобилизуется из белых и особенно из красных мышц, что указывает на их высокую функциональную активность. Резко уменьшается количество полостного жира, в этот мо-



мент наблюдаются самые низкие баллы ожирения внутренностей и коэффициент упитанности.

В дальнейшем содержание энергетических веществ не уменьшается, так как рыба начинает активно питаться и за счет экзогенных источников полностью компенсирует затраты на созревание половых продуктов. Начиная с мая, когда активность питания высока, содержание жира в полости тела и упитанность снова повышаются вплоть до ноября.

В мае преобладают ветры восточных, юго-восточных и южных направлений (13,2, 15,8 и 34,2 % соответственно), волнение три — четыре балла (84,2%). В связи с этим значительно ослабевают горизонтальные градиентные зоны. До середины мая воды прогреваются несущественно. Небольшие местные колебания температуры объясняются заточками на шельф океанических вод, с которыми и связано образование наиболее плотных скоплений ставриды.

В это время вертикальные и горизонтальные миграции ставриды становятся более отчетливыми по всему шельфу. Ее средние размеры продолжают уменьшаться: на Грейт-Сол до 32,8 см (преобладающий возраст 6—8 лет), особой в возрасте 5 и 6 лет становится заметно больше (на 6,6 и 16,1% соответственно), а особой в возрасте 9 лет и старше — меньше (на 47%). Рыбы на VI стадии (отнерестившиеся) составляли всего 2—3%, на IV (6) (выметавшие первую порцию) — 28—29%, на IV—V — 34—36%, на IV — 31—34%, на III — 3—4%.

В июне на юго-западном шельфе Ирландии и севере Бискайя по-прежнему преобладали ветры силой 3—4 балла (71,6%) переменных направлений, с незначительным преобладанием западных и северо-западных (18 и 26,6%). Вода интенсивно прогревается, температура на поверхности возрастает в среднем до 14,8°, что способствует образованию слоя температурного скачка, который располагался в зависимости от ветра на глубинах от 20 до 50 м. Перепад температур в слое скачка к концу июня составлял свыше 3°. Вертикальные миграции ставриды в июне достигают наибольшей амплитуды. Многочисленные мелкие косяки ее ночью поднимаются в слой 30—50 м от поверхности.

Размерно-возрастной состав скоплений ставриды в этот период почти не изменяется, за исключением района банки Грейт-Сол, где снова возрастает процент крупных особей в возрасте 9 лет и старше, хотя большей частью крупная ставрида смещается в северном и северо-западном направлении. Ставрида с модальными размерами 36 см облавливается на банке Лабади и к юго-востоку от Ирландии, а с модой 37 см — западнее Ирландии, между 52—54° с. ш.

В июне происходит массовый нерест ставриды. Коэффициент зрелости самцов с 5,4 в мае увеличивается до 8,09 в июне, у самок с 3,09 до 6,1. Причем, в данном случае средний коэффициент зрелости занижен, так как нерестящаяся ставрида, очевидно, круглосуточно держится в толще воды и в уловах донным тралом почти не встречается, в то время как придонные скопления ее состоят из рыб с гонадами IV, IV—V стадии или с выметанной первой порцией половых продуктов. Максимальный коэффициент зрелости самок в преднерестовом состоянии достигал 22,40, а самцов — 13,57. В начале июня особи, выметавшие первую порцию половых продуктов, составляли до 78%, отнерестившиеся — до 16%.

Биологические анализы ставриды из уловов донным тралом показали, что в период активного нереста уменьшается количество самцов (33%) Ю. Г. Алеев (1957) и А. С. Полонский (1967), отмечавшие подобное явление для ставриды Ла-Манша и Северного моря, связывали его с послонным распределением самцов и самок на нерестилищах.

В преднерестовый и нерестовый периоды резко меняется характер суточных вертикальных миграций ставриды. В темное время суток все косяки ее держатся в толще воды на различных горизонтах (10—120 м от грунта). С 5 часов утра они «сажаются» на грунт и удерживаются у дна до 19—20 часов. Однако и в течение дня часть косяков (в среднем 36%) держится на расстоянии 3—15 м от грунта, а между 12 и 14 часами до 70% их — в слое 10—80 м от грунта. Днем в среднем только 41% косяков находится на грунте, а 59% оторвано от него на 3 м и более.

Протяженность косяков как днем, так и ночью варьировала от 7 до 500 м при высоте 3—45 м (в среднем 11,3—14,1 м).

Активность питания ставриды по сравнению с зимой возрастает в 2—3 раза, содержание жира в полости тела, как уже отмечалось выше, с мая начинает возрастать, в июне средний балл ожирения составил 1,24.

## ВЫВОДЫ

1. Гидрологический режим шельфа юго-западной Ирландии и северной части Бискайского залива в осенне-зимний период характеризуется гометермией вод, небольшими колебаниями температуры, притоком теплых океанических вод, образованием горизонтальных градиентных зон, что создает благоприятные условия для зимовки ставриды.

2. Зимовальные скопления ставриды образуются не позднее второй половины ноября. В основном зимующая ставрида концентрируется на глубинах 150—250 м. Размерно-возрастной состав относительно постоянен. Соотношение полов близко к 1 : 1.

3. Горизонтальные и вертикальные миграции ставриды в этот период выражены слабо, она перемещается с изменением максимальных градиентных зон. Горизонтальная и вертикальная протяженность косяков в темное время суток несколько большая.

4. В декабре упитанность ставриды, а также содержание полостного жира, белка и жира в мышцах наибольшие. Половые продукты находятся на III стадии зрелости. Питание почти полностью прекращается.

5. По мере прогрева воды, начиная со второй половины марта — апреля, значительно изменяется размерно-возрастной состав ставриды в результате перемещений ее в северном направлении. В это же время усиливаются генеративные процессы. В гонадах накапливаются трофические вещества и одновременно уменьшается содержание белка и жира в мышцах; снижается содержание жира в полости тела. Все указанные показатели достигают в этот момент своего минимума. Активизируется питание.

6. Массовый нерест ставриды происходит в июне. Максимальные значения коэффициента зрелости преднерестовых самок достигает 22,4, самцов, 13,6%. В преднерестовых скоплениях, держащихся преимущественно у дна, соотношение самок и самцов 2 : 1. Активность питания ставриды по сравнению с осенне-зимним периодом весной возрастает в 2—3 раза, заметно увеличивается содержание жира в полости тела. Горизонтальные миграции в это время связаны не только с положением заток океанических вод, но и с перемещением ставриды к местам нереста к югу и северо-западу от Ирландии. Косяки поднимаются до горизонта 20—50 м от поверхности в темное время суток, где очевидно скапливаются планктонные организмы, служащие объектами питания ставриды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алеев Ю. Г. Ставриды морей СССР. Труды Севастопольской биологической станции. Т. 9, 1957, с. 167—242.

Байдалинов А. П. Внутривидовые особенности морфологии ставриды — *Trachurus trachurus* L. Северо-Восточной Атлантики (от Бискайя до северной части Северного моря). Труды АтлантНИРО, вып. 11, 1969, с. 134—154.

Лазаревский А. А. Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности. М., Пищепромиздат, 1955, 519 с.

Полонский А. С. Рост, возраст и созревание ставриды (*Trachurus trachurus* L.) Северо-Восточной Атлантики. Труды АтлантНИРО, вып. 23, 1969, с. 49—60.

Полонский А. С., Тормосова И. Д. Перест ставриды Северо-Восточной Атлантики. Труды АтлантНИРО, вып. 23, 1969, с. 27—48.

### *Some peculiarities of the dynamics of biological and physiological characteristics of horsemackerel from the southwest shelf of Ireland and north part of the Bay of Biscay*

N. A. Nazarov, M. S. Dobrusin

#### SUMMARY

Variations in the content of fat, dry fatless residue and moisture in the liver, white and red muscle of horsemackerel from various areas of the Northeast Atlantic in different seasons are analysed. It is ascertained that accumulation of fat, condition, acceleration of generative processes and feeding habits depend on fluctuations in the hydrological regime and on behaviour of horsemackerel.

УДК 597—152.6+639.222

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ МОЛОДИ СЕВЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА И МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕГО ВЫЛОВА

В. Н. Фельдман  
АтлантНИРО

Шпрот Северного моря (*Sprattus sprattus* L.) распространен по всей акватории моря, но наиболее плотные скопления образует в Центральном районе. Здесь ведется его интенсивный промысел многими европейскими государствами.

Динамика численности шпрота определяется коротким жизненным циклом (продолжительность жизни до 6 лет), ранним созреванием, высоким темпом роста и порционным нерестом, сильно растянутым во времени. Основу уловов в открытых районах моря составляют особи в возрасте 1—3 года (табл. 1). Прибрежный промысел базируется на годовиках, в некоторые годы — на сеголетках. Когда промысел базируется на пополнении и зависит от урожайности отдельных поколений, анализ мощности этих поколений и соотношение пополнения и остатка дает возможность прогнозировать уловы. Одним из наиболее распространенных методов прямого учета численности пополнения является метод площадей.

Таблица 1

Возрастной состав промысловых уловов шпрота

Год промысла	Возрастные группы						Год промысла	Возрастные группы					
	1	2	3	4	5	6		0	1	2	3	4	5
Открытые районы Северного моря							К западу от 3° в. д.*						
1971	0,9	43,6	42,6	12,6	0,3	—	1967/68	17,1	53,8	16,9	11,1	1,2	—
1972	4,2	27,3	50,4	16,1	1,8	0,2	1968/69	3,0	37,5	43,1	11,7	4,3	0,3
1973	1,1	44,6	37,0	16,1	1,2	+	1969/70	89,5	4,9	2,2	2,9	0,5	0,1
1974	18,5	67,0	11,0	2,6	0,5	0,4	1970/71	40,5	25,3	22,8	8,3	2,8	—
1975	17,2	61,6	20,3	0,8	0,1	—	1971/72	8,8	77,9	8,6	4,2	0,4	—
							1972/73	33,7	44,2	17,9	2,9	1,1	0,2
							1973/74	58,5	39,3	1,7	0,6	—	—

\* Данные рабочей группы ИКЕС (1975).

Изучение распределения и прямой учет численности молоди (сеголетков) шпрота проводятся нами с 1972 г. Ежегодно в ноябре—декабре выполняются учетные съемки комбинированным разноглубинным мальковым тралом нашей конструкции, имеющим вертикальное раскрытие до 9 м.

Мальков облавливали ступенчатым ловом в слое 0—30 м, что обусловлено характером вертикального распределения молоди в толще Североморских вод. Полусуточные станции, проведенные в период съемки в разные годы, свидетельствуют о том, что молодь шпрота обитает в основном в слое 0—30 м (табл. 2).

Полусуточная станция, целью которой было изучение характера вертикальных миграций и распределения мальков в толще вод, осуществлялась с 8 до 20 часов.

В табл. 2 представлены суммированные по четырем сериям результаты тралений. Ночью молодь шпрота поднималась в самые верхние слои и облавливалась под поверхностью.

В 1972 г., на первом этапе исследований, сеголетков учитывали по горизонтам 0—10; 10—20; 20—30; 30—40 м. Индексы численности, полученные как средний улов в 10-метровом слое за 15 мин траления, также свидетельствуют о том, что основная масса сеголетков в ноябре и декабре обитает в поверхностном слое 0—30 м (табл. 3).

Таблица 2

Вертикальное распределение сеголетков шпрота на полусуточных станциях в ноябре — декабре (число экз. в слое воды)

Горизонт, м	1973 г.	1974 г.	1975 г.
30	1162	3729	1391
60	0	25	16
85	—	0	0

Таблица 3

Уловы шпрота за 15 мин. траления по слоям

Слой, м	Уловы, экз.	Слой, м	Уловы, экз.
0—10	684	20—30	341
10—20	687	30—40	15

Таким образом, в известной формуле для оценки численности объектов тралового рыболовства (Никольский, 1974)  $M = \frac{P_m}{PKK_1}$ ,  $K_1$  — коэффициент вертикального облова) имеем основание полагать равным 1. Современное состояние теории уловистости свидетельствует о том, что коэффициент горизонтальной уловистости ( $K$ ) для сельдяных тралов колеблется от 0,2 до 0,4.

Для наших расчетов принято большее значение. Следовательно, полученное значение абсолютной численности сеголетков шпрота минимально.

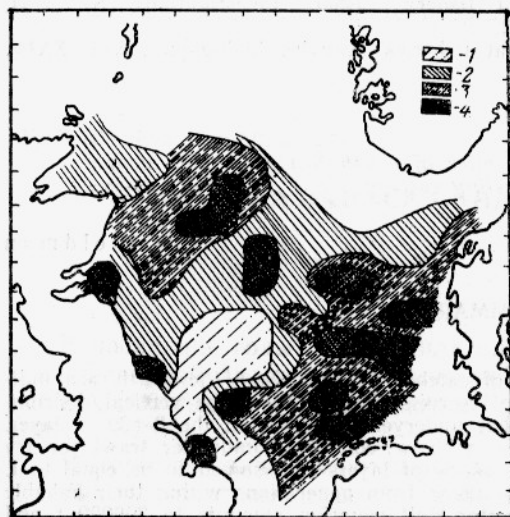
Основное допущение метода площадей состоит в том, что рыба распределена равномерно в пределах оконтуренных по принципу равных уловов на единицу усилия площадей. В Северном море молодь шпрота распределена пятнами. Наиболее плотные скопления молоди обнаружены в эстуариях крупных рек восточного побережья Англии и Шотландии (Johnson, 1970, 1968), а также, по нашим данным, во многих районах открытой части моря (рисунок).

Выделение и оконтуривание районов по указанному принципу при таком распределении, на наш взгляд, сопряжено с большими погрешностями в расчетах. Поэтому уловы в единицу времени рассчитывали на площадь одного статистического квадрата, полагая, что в одном квадрате, по крайней мере, молодь распределена равномерно. Абсолютную численность сеголетков получали, суммируя количество молоди во всей учетной зоне. Она составила в 1973 г. 97 920 млн. экз., а в 1974 г. — 47 559 млн. экз.

Индексы численности сеголетков шпрота, полученные как средний улов за одно 15-минутное траление в слое 0—30 м, дают основание по-



лагать, что в период интенсивного развития активного промысла в открытых районах моря (1972—1975 гг.) урожайность шпрота не была подвержена резким колебаниям (табл. 4).



Распределение молоди (0 группа) в ноябре—декабре 1973 г.:  
1 — 1—100 шт. за 30 мин траления; 2 — 100—1000; 3 — 1000—5000; 4 — 5000.

Численность пополнения к моменту вступления в промысел определяли по формуле:

$$R' = Re^{-M_p},$$

где  $M_p$  — естественная смертность в период предэксплуатационной фазы, величина известная.

Известны значения и всех других параметров уравнения вылова, вычисленные нами для популяции североморского шпрота (Домашенко, Фельдман, 1975).

Наши расчеты показали, что величина возможного вылова при оптимальной интенсивности промысла 0,9, от поколения 1974 г. может составить 189 тыс. т, а от поколения 1973 г. — 396 тыс. т.

#### ВЫВОДЫ

1. Из анализа возрастного состава уловов североморского шпрота следует, что промысел базируется на пополнении.

2. Изучение вертикального распределения молоди в 1972—1975 гг. показало, что сеголетки обитают в основном в слое воды 0—30 м.

3. Величина возможного улова от поколения в течение его промысловой жизни получена из уравнения вылова Бивертон и Холта и составила для поколения 1973 г. 132 тыс. т, а для поколения 1974 г. — 63 тыс. т.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. М., изд-во «Пищевая промышленность», 1969, с. 26—28.

Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб, М., изд-во «Пищевая промышленность», 1969, с. 26—28.

Таблица 4

Уловы сеголетков шпрота за 15 мин траления в слое 0—30 м

Год вылова	Число экземпляров	Урожайность
1972	1712	Средняя
1973	2654	Высокая
1974	1342	Средняя
1975	5466 *	Высокая

\* Предварительные данные.

При этих условиях корректно применять уравнение вылова Бивертон и Холта (1969) для получения величины возможного улова от каждого поколения в течение промыслового периода его жизни.

Домашенко Г. П., Фельдман В. Н. О рациональном промысле шпрота в Северном море. «Рыбное хозяйство», 1975, № 8, с. 16—17.

ICES, General Secretary. Report of the Herring Assessment Working Group for the area south of 62°N. C.M. 1975/H: 2. Charlottenlund.

Johnson, P. O. The Wash sprat fishery. Fishery investigations, Series II, Vol. XXVI, No. 4, London, 1970, pp. 37—62.

Johnson, P. O. The English sprat fisheries. Annales biologiques. Vol. XXIV, 1968, p. 91—185.

*The distribution, abundance of juveniles of North Sea sprat and method of forecasting catches*

V. W. Feldman

SUMMARY

The analysis of the age composition of catches of sprat from the North Sea indicates that catches are mainly composed of recruits. The study of the vertical distribution of juveniles in 1972—1975 reveals that underyearlings live in the 0—30 m layer.

The coefficient of vertical hauls made with a combined midwater trawl for fry with a vertical opening of 9 m in a stage series of layers is assumed to be equal to 1. The size of possible catches which may be taken from generations within their fishable span of life calculated by using the Beverton-Holt equation amounts to 396000 t and 189000 t from 1973- and 1974-year-classes, respectively.

УДК 639.223.5+639.2.053.7 (261.26)

## ОЦЕНКА ЗАПАСА САЙДЫ СЕВЕРНОГО МОРЯ

И. П. Голубятникова

В последние годы сайда стала одним из основных объектов промысла в Северной Атлантике: ее мировой вылов здесь составляет 660 тыс. т, из них 200 тыс. т вылавливают в Северном море (Bulletin statistique, 1964—1975).

Материалы для оценки запасов сайды были собраны на отечественных промысловых судах в 1968—1975 гг. Возраст сайды определяли по отолитам. Ее возрастной состав в уловах рассчитан при помощи размерно-возрастного ключа. Было осуществлено 17,2 тыс. возрастных определений и 812 тыс. массовых промеров.

Таблица 1

Возрастной состав уловов сайды в Северном море (в %)

Возраст, годы	Годы							Возраст, годы	Годы								
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974		1975	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
1	0,2	—	—	—	—	—	1,0	—	8	+	11,1	11,4	1,7	2,7	2,0	4,8	10,6
2	4,5	1,2	0,3	3,1	1,1	0,4	2,6	21,2	9	—	0,8	0,1	1,1	1,4	1,3	1,0	4,2
3	36,6	43,8	19,4	38,7	13,8	17,5	22,3	22,6	10	—	0,1	+	0,2	0,7	1,2	0,4	1,3
4	29,6	19,6	44,8	28,3	31,5	19,5	17,6	9,2	11	+	—	—	0,1	0,2	0,6	0,2	1,0
5	20,6	14,2	16,0	22,2	23,4	29,2	9,4	7,6	12	—	—	—	—	0,1	0,3	+	0,3
6	8,3	11,2	14,0	2,1	21,8	17,7	23,2	5,8	13	—	—	—	—	+	0,1	+	0,4
7	0,2	8,0	4,0	2,5	3,3	10,2	17,5	15,8	14	—	—	—	—	+	+	+	0,1

Как видно из данных табл. 1, за весь период исследований в уловах отмечены особи в возрасте от 2 до 14 лет, хотя встречаются особи и более старшего возраста (до 16 лет).

Впервые сайда вступает в промысел на третьем году жизни, практически выбывая из него на восьмом.

Отсутствие в промысловых уловах однолетних особей и незначительный процент двухлетних можно объяснить распределением их в прибрежной зоне. Однако при появлении урожайных поколений (в 1968 и 1974 г.) молодь сайды может распространяться мористее.

За период исследований возрастной состав уловов североморской сайды изменялся довольно значительно, так как в промысел вступали поколения, разные по численности. Так, в 1969—1974 гг. промысел сайды базировался на облове урожайных поколений 1966—1968 гг., а в 1975 г. — урожайных поколений 1967—1968 и 1973 г.

Рейнш (Reinsch, 1968) установил, что половой зрелости сайды Северного моря достигает в возрасте 4—7 лет, основная масса рыб созревает в пятилетнем возрасте.

Вероятно, более высокий темп роста сайды в первые годы жизни (табл. 2) следует связывать с временем наступления половой зрелости.

Таблица 2

Темп роста сайды в Северном море (апрель — июнь 1970—1973 гг.)

Воз- раст, годы	Длина, см		Ошибки		Воз- раст, годы	Длина, см		Ошибки	
	наблю- денная	вычис- ленная	раз- ность	Д, %		наблю- денная	вычис- ленная	разность	Д, %
3	43,8	42,2	-1,6	-3,8	7	74,5	74,6	+0,1	+0,1
4	51,5	52,2	+0,7	+1,3	8	80,1	79,5	-0,6	-0,8
5	60,3	59,6	-0,7	-1,2	9	86,0	84,5	-1,5	-1,8
6	67,5	67,7	-0,4	-0,6					

Рост особей промыслового стада можно отобразить математической функцией, числовые значения параметров которой постоянны; используем для этого модель Берталанфи (Bertalanffy, 1934). Основные параметры уравнения Берталанфи определяли методом Хозендорфа (Hohendorf, 1966) (см. табл. 2).

После того как параметры были оценены ( $L_{\infty} = 124,27$  см;  $K = 0,12$ ;  $t_0 = -0,98$ ;  $W_{\infty} = 16980$  г), уравнения приняли следующий вид:

$$L_t = 16980(1 - e^{-0,12(t+0,98)}) \text{ — для линейного роста;}$$

$$W_{\infty} = 124,27(1 - e^{-0,12(t+0,98)}) \text{ — для весового роста.}$$

Отклонения между эмпирическими и вычисленными величинами составило: S.D. = 1,62%, т. е. материал наблюдений надежен и может быть использован для дальнейших расчетов.

Величину естественной мгновенной смертности оценивали методом П. В. Тюрина (1972), который основан на знании предельного возраста рыб. В промысловых уловах предельный возраст сайды Северного моря — 16 лет.

Величина коэффициента естественной смертности составила 0,3, что соответствует 26% годовой убыли.

Коэффициенты мгновенной промысловой смертности получены методом «виртуальных популяций» в модификации Шумахера (Schumacher, 1970) (табл. 3). Среднее значение коэффициента промысловой смертности для 1969—1974 гг. составило 0,40. Определив коэффициенты естественной и промысловой смертности, нетрудно получить общую мгновенную смертность.

Общая смертность — это суммарная убыль части популяции в результате вылова и естественной смертности (Бивертон, Холт, 1956), где  $Z = F + M$ . Таким образом, коэффициент общей смертности равен 0,70.

Анализ полученных результатов показал, что в 1969—1973 гг. промысловая смертность увеличилась от 0,3 до 0,6.

Абсолютная численность промысловой части популяции североморской сайды определена по уравнению Мэрфи (Murphy, 1965). Так как сайда пополняет промысловое стадо лишь в трехлетнем возрасте, то абсолютная численность может быть определена для рыб в возрасте трех лет и старше (табл. 4). Как показали расчеты, численность промысловой части популяции колебалась от 163,5 до 576,6 млн. шт. (в среднем 378 млн. шт.). Наибольшей абсолютная численность сайды Северного моря была в 1971 г., наименьшей — в 1974 г.

Таблица 3

Коэффициенты промысловой смертности сайды Северного моря, рассчитанные с помощью метода виртуальных популяций ( $M=0,30$ )

Возраст, годы	Годы промысла							Средние по возрастным группам
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
3	0,24	0,12	0,09	0,27	0,23	0,41	0,34	0,21
4	0,24	0,24	0,31	0,29	0,26	0,63	0,44	0,37
5	0,31	0,21	0,60	0,43	0,29	0,43	0,37	0,38
6	0,22	0,33	0,63	0,25	0,65	0,39	0,36	0,34
7	0,04	0,41	0,34	0,38	0,48	0,79	0,41	0,39
8	—	0,22	0,21	0,42	0,58	0,64	0,54	0,38
9	—	0,53	0,04	0,43	0,49	0,67	0,41	0,43
10	—	—	0,06	0,26	0,39	0,28	0,21	0,24
11	—	—	—	0,43	0,23	0,75	0,35	0,44
12	—	—	—	—	0,41	0,96	0,15	0,51
13	—	—	—	—	—	—	0,26	0,26
Среднее для возраста 3—9 лет	—	0,29	0,32	0,35	0,43	0,57	0,41	0,40

Таблица 4

Численность промысловой части популяции североморской сайды (в млн. шт.), рассчитанная с помощью метода виртуальных популяций ( $M=0,3$ )

Возраст, годы	Годы промысла							Средняя численность
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
3	113,30	271,63	245,20	257,23	72,13	52,83	41,47	145,54
4	91,73	64,81	183,84	176,71	145,48	41,93	26,59	105,41
5	50,99	52,36	38,58	99,74	98,68	84,46	16,32	56,50
6	27,95	27,88	32,36	15,57	47,99	55,76	41,29	28,98
7	5,00	16,55	14,98	12,65	9,10	18,75	27,95	13,54
8	1,54	3,68	8,00	7,93	6,48	4,17	6,27	5,44
9	—	1,39	2,35	4,82	3,83	2,68	1,64	2,79
10	—	—	0,60	1,56	2,31	1,73	1,03	1,45
11	—	—	—	0,43	0,90	1,16	0,35	0,71
12	—	—	—	—	0,20	0,53	0,41	0,38
13	—	—	—	—	—	—	0,15	0,15
Суммарная численность	290,51	438,30	525,91	576,64	387,10	264,00	163,47	377,99

Знание абсолютной численности и среднего веса сайды Северного моря каждой возрастной группы позволило определить биомассу ее популяции (табл. 5), которая для промысловой части колебалась от 369,3 до 831,7 тыс. *t* (в среднем 598 тыс. *t*).

Таблица 5

Биомасса промысловой части популяции североморской сайды (в тыс. *t*), рассчитанная с помощью метода виртуальных популяций

Возраст, годы	Годы промысла							Средняя биомасса
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
3	114,09	198,83	180,71	178,30	54,31	50,93	36,33	118,91
4	161,63	99,74	254,99	264,71	146,50	49,94	39,41	147,67
5	124,72	120,17	96,14	209,06	192,23	132,01	35,04	118,13



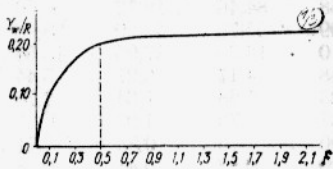
Возраст, годы	Годы промысла							Средняя биомасса
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
6	89,64	86,48	90,54	50,57	129,67	140,12	105,25	81,00
7	20,55	68,29	58,08	49,45	35,16	62,42	97,32	50,41
8	8,96	19,77	38,05	38,01	30,36	18,01	30,38	26,22
9	—	7,95	15,07	27,75	20,28	14,55	10,10	15,95
10	—	—	3,96	10,50	15,22	10,27	7,56	9,50
11	—	—	—	3,31	6,93	8,90	2,93	5,52
12	—	—	—	—	1,74	4,48	3,57	3,26
13	—	—	—	—	—	—	1,40	1,40
Суммарная биомасса	519,59	601,23	737,54	831,66	632,40	491,63	369,29	597,62

Суммарная биомасса, полученная от урожайных поколений 1966—1967, 1968 гг. за период промысла, составила 47% от общей биомассы.

Для определения оптимальной интенсивности промысла ( $F_{opt}$ ) использовалась математическая модель Бивертон и Холта (1957).

Возраст оптимальной эксплуатации для рыб с изометрическим ростом, который можно получить по уравнению Кати и Касима (Kutty, Qasim, 1968), для сайды Северного моря составил 5,6 года. К этому возрасту основная масса рыб достигает половой зрелости и успевает принять участие хотя бы в одном нересте. Зная возраст оптимальной эксплуатации, можно определить оптимальный размер вылавливаемых рыб, который оказался равным 67,1 см.

Чтобы получить величину  $Y/R$  (улова на пополнение), необходимо вычислить величины  $C = \frac{L_c}{L_\infty}$  (в нашем случае она равна 0,54) и  $\frac{M}{K}$  (при  $M=0,3$  и  $K=0,12$  она равна 2,50).



Зависимость между коэффициентом промысловой смертности ( $F$ ) и величиной относительного показателя возможного улова на рекрута ( $Y_{\infty}/R$ )

По полученным значениям  $Y/R$  при разных задаваемых значениях  $F$  была построена кривая зависимости между уловом на пополнение ( $Y/R$ ) и мгновенной промысловой смертностью (рисунок). Результаты анализа этой кривой по методу Рихтера (1970) представлены в табл. 6.

Как видно, при  $F=0,5$  темп роста уловов отстает от интенсивности промысла, более чем вдвое, что говорит о нерациональности дальнейшего повышения интенсивности лова. Следовательно, оптимальная интенсивность промысла для сайды Северного моря  $F_{opt}=0,5$ .

Таблица 6

Темп роста уловов и интенсивности промысла, %

Показатели	$F$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
К <sub>пром</sub> , см	9,5	18,1	25,9	33,0	39,4	45,1	50,3	55,1	59,3	63,2
Темп роста К <sub>пром</sub> , см	—	47,5	30,0	21,0	16,0	12,4	10,3	8,6	7,0	6,2
Темп роста $Y/R$	—	31,6	14,5	7,6	4,8	3,1	2,3	1,3	1,3	0,7

## ВЫВОДЫ

1. Естественная мгновенная смертность сайды равна 0,30, что соответствует 26% годовой убыли.
2. Коэффициент мгновенной промысловой смертности сайды Северного моря в среднем для 1968—1974 гг. равен 0,40.
3. Средняя численность и биомасса североморской сайды оценены соответственно в 378 млн. экз. и 598 тыс. т.
4. Для рационального промысла сайды необходимо, чтобы оптимальная интенсивность промысла не превышала 39% ( $F_{opt}=0,5$ ), а вылов начинался с возраста оптимальной эксплуатации ( $t_p=5,6$ ), когда длина сайды достигнет 67,1 см.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Рихтер В. А. Оптимальная интенсивность промысла красного налима западной части Атлантического океана. «Вопр. ихт.», 1970, т. 10, вып. 6 (65), М., «Наука», с. 984—989.
- Тюрин П. В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб, как теоретическая основа регулирования рыболовства. Изв. ГосНИОРХ 19, 1968, Н. 4, С. 259—269.
- Bertalanffy, L. Untersuchungen über die Lezetzlichkeit des Wachstums. L-Arch. Entwicklungsmech., Bd. 131, 1934, S. 613—652.
- Beverton, R. J., S. J. Holt. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Ser. 2, v. 19, London, 1957, p. 533.
- Beverton, R. J., S. J. Holt. Manual of methods for fish stock assessment. Part 2—Tables of yield functions, FAO, 1966, p. 24—84.
- Hohendorf, K. Eine Diskussion der Bertalanffy-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen. Kieler Meeresforschungen. Bd. 22, H. 1, 1966, p. 70—97.
- Kutty, M. K., S. Z. Qasim. The estimation of optimum age of exploitation and potential yield in fish populations. J. du Cons., v. 32, N 2, 1968, p. 249—255.
- Murphy, J. J. A solution of the catch equation. J. Fish. Res. Bd. Canada, v. 22, 1965, pp. 191—202.
- Reinsch, H. H. Der Eintritt der Geschlechtsreife beim Köhler Pollachius virens (L.). Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 19, 1968, H. 4, S. 259—269.
- Schumacher, A. Bestimmung der fischereilichen Sterblichkeit beim Kabeljaubestand vor Westgrönland. Ber. Wiss. Komm. Meer. No. 1—4, 1970, S. 248—259.
- Bulletin Statistique, vol. 47—58, 1964—1975.

### *Assessment of the stock of saithe from the North Sea*

I. P. Golubyatnikova

## SUMMARY

Due to the intensified fishery for saithe it is necessary to assess their stock in the North Sea. The coefficients of natural and fishing mortality are found. The coefficient of instantaneous mortality of saithe is equal to 0.3 which corresponds to 26% of annual mortality. The mean value of fishing mortality in 1969—1976 is estimated to be 0.4. The numerical strength of the stock of saithe in the North Sea ranged from 163500000 to 576600000 with the average of 378000000, and the biomass varied from 369300 t to 831700 t averaging 598000 t.

УДК 597.562+597—14+597—1.05(261.26)

**МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЯ САИДЫ  
(*Pollachius virens* L.) СЕВЕРНОГО МОРЯ****А. Я. Сторожук**

В последнее время уделяется большое внимание исследованиям зависимости между обменом веществ у рыб и функционированием их репродуктивной системы. Установлено, что периоду их созревания соответствуют резкие изменения в метаболических процессах, прежде всего это касается белкового роста, жиронакопления и соотношения этих процессов (Кривобок, Тарковская, 1957; Шульман, 1972; Лапин, 1973 и др.).

В период полового созревания в организме рыб накапливается определенное количество веществ, в первую очередь липидов, которые, являясь одновременно и пластическим материалом и энергетическим источником, интенсивно используются в ходе генеративного обмена. Особенности липидного обмена в значительной степени определяют характер созревания рыб и время вступления их в нерестовое стадо (Кривобок, Тарковская, 1957; Шатуновский, Белянина, 1967).

Физиолого-биохимические сдвиги в организме созревающих рыб сказываются на состоянии печени, занимающей главное место в промежуточном обмене веществ; меняется также состав крови, выполняющей интегрирующую функцию в организме (Шварц и др., 1968; Шатуновский и др., 1972; Лапин, 1973). В процессе метаболизма рыб изменяется также масса органов и некоторых остеологических структур рыбы, в частности, отолитов (Кривобок, Шатуновский, 1976; Templeman, Squires, 1956). Рыбы созревают под контролем гормональной системы: усиливается метаболическая активность и увеличивается масса некоторых желез внутренней секреции, например, гипофиза (Моисеева, 1972).

Знание физиолого-биохимических изменений в организме рыб в период созревания позволяет в ряде случаев задолго до нереста прогнозировать величину пополнения нерестового стада — важнейшего элемента динамики численности популяции.

Материал собирали в течение 1971—1974 гг. в северной части Северного моря, в районе банки Викинг и Норвежского желоба на научно-исследовательских судах типа СРТМ, а также на производственных рефрижераторах и плавбазах «Запрыбы».

В море проводили полный биологический анализ рыб: определяли зоологическую длину, общую массу и массу рыбы без внутренностей (порка), массу печени и гонад, пол, стадии зрелости половых продуктов (шестибалльная шкала), наполнение желудочно-кишечного тракта (пятибалльная шкала).

В лабораторных условиях отолиты взвешивали (с точностью  $\pm 1$  мг) на торсионных весах. Масса отолитов определена как полусумма весов левого и правого отолитов. По отолитам изучали возраст рыб.

На аналитических весах (с точностью  $\pm 0,1$  мг) были взвешены гипофизы сайды, которые после их извлечения у рыб в море сразу же фиксировались чистым ацетоном по Т. М. Фалеевой (1968).

Был применен метод морфо-физиологических индикаторов (Шварц и др., 1968). Для оценки физиологического состояния особей сайды использовали индекс печени — отношение массы печени к массе порки, гонадосоматический индекс или коэффициент зрелости — отношение массы гонад к массе порки, коэффициенты упитанности по Кларк и Фультону, удельное содержание липидов в организме — отношение абсолютного содержания липидов печени к массе порки. При обозначении последнего показателя исходили из того, что печень сайды содержит свыше 90% всех липидов организма.

На биохимический анализ у только что пойманных рыб брали кусочки белых мышц (под дорзальным плавником) и печени (2—3 г). Навеску измельчали, помещали в пузырьки из-под пенициллина емкостью 20 мл, и заливали смесью хлороформ-метанола. Сляпки закрывали сначала тефлоновыми, а сверху металлическими пробками, края которой загибали пинцетом. До обработки такие пробы хранили в холодильнике.

Количество липидов определяли методом Фолча (Folch et al., 1957; Шатуновский и др., 1972; Лапин, 1973).

Обезжиренный белковый остаток и содержащийся в воднометаноловой фазе обезжиренный безбелковый остаток доводили до постоянной массы 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) в дальнейшем будем употреблять термин «белок» как синоним сухого обезжиренного остатка.

Концентрацию гемоглобина в крови определяли при помощи гемометра Сали.

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

Физиологическое состояние сайды в значительной степени изменяется на протяжении годового цикла (Сторожук, 1975). Поскольку характер этих изменений неодинаков у неполовозрелых и половозрелых особей, исследовали физиологическое состояние тех и других помесячно.

**В августе** продолжается интенсивный нагул сайды. Величина жиронакопления, если судить по индексу печени, возрастает у особей обоих полов в интервале от трех до восьми лет (рис. 1). Этот показатель рез-

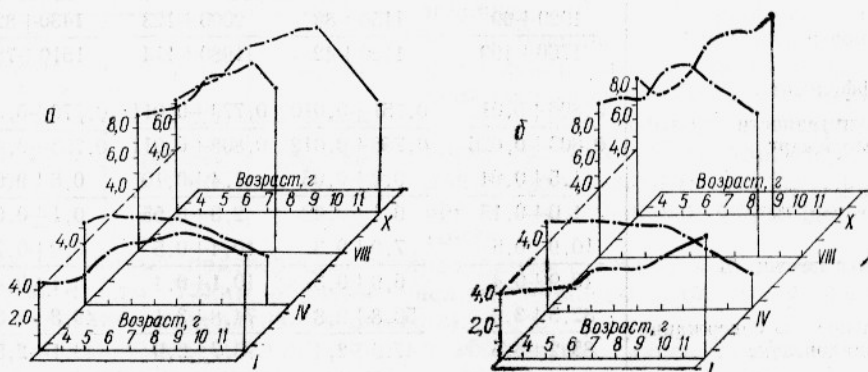


Рис. 1. Изменения индекса печени у самок (а) и самцов (б) сайды разного возраста по месяцам (римские цифры)

ко увеличивается у пятилетней сайды, т. е. у той возрастной группы, которая, по данным Рейнша (Reinsch, 1968), на 70% состоит из половозрелых особей.

Известно, что у рыб после наступления половой зрелости жиронакопление преобладает над белковым ростом (Шульман, 1972). Такая особенность в соотношении этих процессов вызвана с одной стороны тем, что интенсивный белковый рост и накопление липидов разобщены, поскольку энергия синтеза белковых структур поставляется в результате окисления самих липидов; с другой стороны показано, что гормоны роста, положительно влияя на белковый прирост, ускоряют диссимиляцию липидов и замедляют их синтез (Brown, 1957).

Таким образом, более высокие показатели индекса печени у половозрелой сайды по сравнению с неполовозрелой вызваны началом жиронакопления у взрослых особей. У молодых рыб продолжается интенсивный белковый рост.

Относительное содержание белка в мышцах неполовозрелых самцов было ниже, чем у половозрелых; у самок аналогичных различий не обнаружено.

**Октябрь—ноябрь.** Поскольку у половозрелой сайды данной популяции в весенне-летний период интенсивно накапливаются энергетические резервы и только после этого происходит довольно быстрый гонадогенез, именно осенью четко различаются величины накопленных резервов у неполовозрелых и созревающих рыб. А так как для осуществления вителлогенеза и сперматогенеза на заключительных стадиях требуются большие энергетические и пластические затраты, то естественно, что содержание липидов в организме половозрелой сайды в это время выше, чем у молодых неполовозрелых рыб (см. рис. 1).

Таблица 1

Некоторые показатели сайды в октябре

Показатели	Четырехлетки		Пятилетки	
	созревающие	несозревающие	созревающие	несозревающие
Длина рыб, см	$62,4 \pm 1,1$	$53,5 \pm 1,1$	$63,1 \pm 1,4$	$56,6 \pm 1,1$
	$60,3 \pm 2,4$	$52,4 \pm 0,6$	$62,2 \pm 1,3$	$58,3 \pm 1,0$
Масса, г	$2240 \pm 99$	$1360 \pm 92$	$2370 \pm 150$	$1620 \pm 103$
	$2040 \pm 230$	$1250 \pm 48$	$2320 \pm 140$	$1710 \pm 90$
порки	$1920 \pm 99$	$1150 \pm 88$	$2000 \pm 123$	$1430 \pm 82$
	$1760 \pm 199$	$1100 \pm 42$	$1980 \pm 114$	$1510 \pm 78$
Коэффициент улитанности по Кларк	$0,806 \pm 0,013$	$0,751 \pm 0,010$	$0,779 \pm 0,011$	$0,770 \pm 0,010$
	$0,803 \pm 0,026$	$0,756 \pm 0,012$	$0,808 \pm 0,011$	$0,753 \pm 0,007$
зрелости гонад, %	$1,5 \pm 0,04$	$0,2 \pm 0,05$	$1,4 \pm 0,10$	$0,6 \pm 0,03$
	$1,0 \pm 0,15$	$0,1 \pm 0,02$	$2,3 \pm 0,55$	$0,1 \pm 0,01$
Индекс печени, %	$10,9 \pm 0,5$	$7,0 \pm 0,3$	$10,4 \pm 0,5$	$6,9 \pm 0,7$
	$10,9 \pm 0,4$	$6,9 \pm 0,3$	$10,1 \pm 0,4$	$6,1 \pm 0,4$
Удельное содержание липидов, г/кг	$82,5 \pm 3,9$	$50,8 \pm 2,8$	$74,8 \pm 3,1$	$49,8 \pm 2,3$
	$85,2 \pm 3,5$	$47,9 \pm 2,4$	$75,7 \pm 2,9$	$43,1 \pm 2,5$

Примечание. Здесь и в табл. 3 в дробях: числитель — самцы; знаменатель — самки.



Значения коэффициентов вариации индекса печени высоки как у самцов, так и у самок в возрасте 4+, 5+, (у особей в возрасте 4+, 5+  $C.V.=32\%$ ; против 16—24% у остальных рыб). Эта особенность говорит о неоднородности рассматриваемых групп, очевидно, объединяющих созревающих и несозревающих рыб. Каждая из этих возрастных групп была ранжирована по самцам и самкам и разделена на созревающих и несозревающих с использованием коэффициента зрелости. В сомнительных случаях при относительном весе гонад свыше 0,7 у самок и 0,3% у самцов считали рыб созревающими.

Созревающие рыбы характеризовались более высокими показателями индекса печени и удельного содержания липидов (табл. 1). По этим индикаторам с наибольшей степенью вероятности можно дифференцировать осенью сайд одного поколения на созревающих и несозревающих. Коэффициенты упитанности, средняя общая масса, масса порки и длина также были более высокими, т. е. созреванию сайды предшествует накопление определенного количества липидов в организме (75—80 г липидов/кг массы порки); в одном поколении раньше достигают половой зрелости наиболее крупные особи повышенной упитанности, что отмечено и для рыб других видов (Кривобок, Тарковская, 1957; Шатуновский, Белянина, 1967). Более того, взаимосвязь этих признаков показательна и для популяции в целом, регулируя динамику численности вида (Никольский, 1974).

**Январь.** В преднерестовый период сохраняются более высокие величины индекса печени, удельного содержания липидов, относительного содержания белка в мышцах у половозрелых рыб одного возраста с неполовозрелыми (рис. 1 и 2).

Для январских проб сайды были вычислены уравнения линий регрессии массы отолитов на массу порки у зрелых и неполовозрелых рыб типа  $y=A+Bx$ , (где  $y$  — масса отолитов;  $x$  — масса порки рыбы) для неполовозрелых рыб  $y=166,9+0,050x$ , для половозрелых  $y=195,6+0,051x$ .

Линии регрессий не различаются по угловому коэффициенту ( $B$ ), т. е. прямые параллельны (рис. 3); однако были найдены достоверные различия ( $P<0,01$ ) по величине  $A$  (табл. 2), т. е. масса отолитов у зрелой сайды выше, чем у неполовозрелой при одной и той же массе тела. Это согласуется с результатами исследований Темплемана и Сквайрса (Templeman, Squires, 1956), показавших увеличение относительной массы отолитов у зрелых рыб по сравнению с неполовозрелыми. Более детально этот вопрос был изучен на балтийской треске М. Н. Кривобоком и М. И. Шатуновским (1976), которые показали, что в течение года у половозрелой балтийской трески масса отолитов увеличивается дважды: в период интенсивного весового и линейного роста организма, что характерно и для неполовозрелых особей, и во время интенсивного формирования гонад.

Таблица 2

Результаты сравнения линий регрессии массы порки на массу отолитов и массы порки на массу гипофиза у половозрелой и неполовозрелой сайды в январе

Объект исследования	$t_{B_1-B_2}$	$t_{A_1-A_2}$
Отолиты	$0,07 < t_{05}$	$6,58 > t_{001}$
Гипофиз	$3,16 > t_{01}$	—

Наши данные подтверждают справедливость этого вывода и в отношении сайды. Таким образом, увеличение массы отолитов у зрелой сайды связано с генеративным обменом.

Неодинаковыми были в январе и абсолютные массы ацетонированных гипофизов у неполовозрелой и зрелой сайды одинаковой массы. При сравнении прямолинейных регрессий «масса гипофиза — масса порки» (неполовозрелые:  $y=0,421+0,0008x$ ; половозрелые:  $y=0,171+$

+0,0010x, где  $y$  — масса гипофизов,  $x$  — масса порки) были найдены достоверные различия ( $P < 0,01$ ) по угловому коэффициенту (см. рис. 3, табл. 2), т. е. абсолютная масса ацетонированных гипофизов у зрелой сайды выше, чем у неполовозрелой, при одинаковой массе.

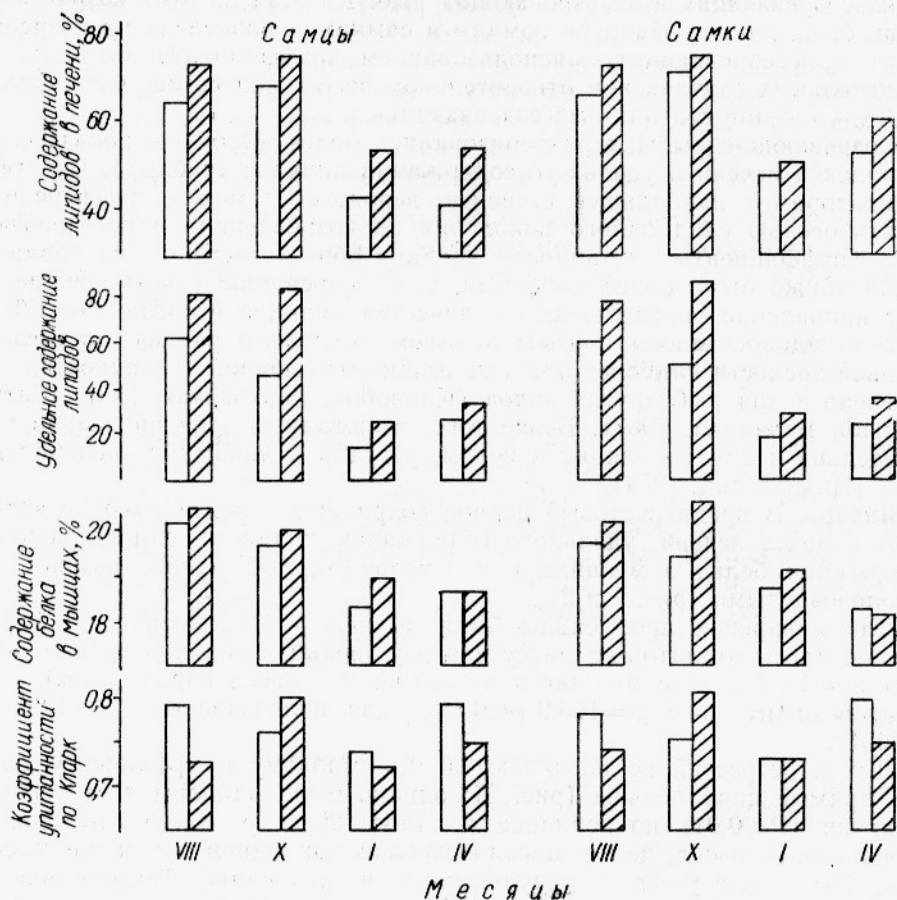


Рис. 2. Некоторые физиолого-биохимические показатели неполовозрелых (незаштрихованные столбики) и половозрелых (заштрихованные столбики) особей сайды четырех—шести лет в разные месяцы (слева — самцы, справа — самки)

Увеличение массы гипофиза у зрелой сайды с полностью сформированными гонадами (IV стадия зрелости), очевидно, обусловлено повышением его активности в связи с гонадотропной функцией. Как было показано на рыбах других видов, гонадотропная активность гипофиза половозрелых рыб достигает максимума на IV, IV—V стадии зрелости гонад (Моисеева, 1972).

**Весной (март, апрель)**, как правило, величины индекса печени, коэффициентов упитанности, относительного содержания белка в мышцах у неполовозрелых особей выше, чем у половозрелых (см. рис. 1 и 2, табл. 3), что объясняется истощением отнерестившихся рыб и увеличением интенсивности питания молодых, успевших в какой-то мере восполнить потери организма после зимовки. В зависимости от продолжительности нереста половозрелой сайды, времени начала вегетационного периода для молодых рыб, физиологического состояния тех и других осенью, после окончания нагула, и других факторов, различие между неполовозрелыми и половозрелыми рыбами одного возраста может быть больше или меньше. Так, в середине апреля 1973 г. индекс пе-

чени, относительное содержание белка в мышцах, коэффициенты упитанности у половозрелых и неполовозрелых рыб близких возрастов различались мало; а в середине апреля 1971 г. у неполовозрелых рыб эти показатели были гораздо выше, чем у половозрелых (относительное содержание белка в мышцах у самок  $P < 0,05$ , у самцов  $< 0,001$ ; коэффициент упитанности по Кларку: самок и самцов  $< 0,05$ ; индекс печени у самок  $< 0,01$ , у самцов  $< 0,05$ ).

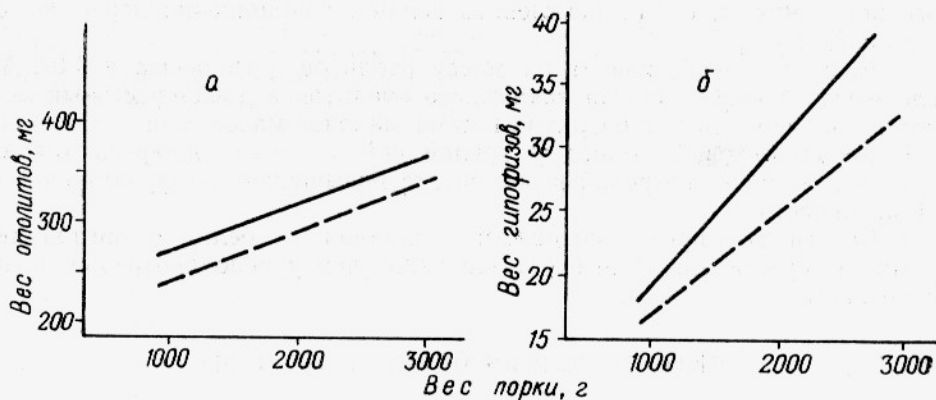


Рис. 3. Линии регрессий «масса отолитов — масса порки» (А), «масса гипофизов — масса порки» (Б) у половозрелой (—) и неполовозрелой (---) сайды

Весной интенсивность обмена, если судить по гемоглобину крови, выше у отнерестившейся сайды. Так, концентрация гемоглобина у половозрелых рыб в апреле 1971 г. была больше, чем у неполовозрелых того же возраста, как у самок ( $P < 0,01$ ), так и у самцов ( $P < 0,05$ ) и заметно увеличивалась с возрастом (табл. 3).

Таблица 3

Некоторые показатели сайды разного возраста в середине апреля 1971 г.

Возраст, годы	Содержание белка в мышцах, %	Коэффициент упитанности по Кларк	Индекс печени	Концентрация гемоглобина в крови, г, %
Неполовозрелые				
4	$18,93 \pm 0,46$ (4)	$0,783 \pm 0,011$ (14)	$7,04 \pm 0,24$ (14)	$6,5 \pm 0,40$ (4)
	$19,58 \pm 0,10$ (3)	$0,773 \pm 0,009$ (14)	$7,56 \pm 0,50$ (14)	—
5	$19,23 \pm 0,25$ (12)	$0,771 \pm 0,030$ (20)	$6,75 \pm 0,31$ (20)	$6,9 \pm 0,26$ (10)
	$18,72 \pm 0,27$ (6)	$0,748 \pm 0,010$ (21)	$6,46 \pm 0,48$ (21)	$6,7 \pm 0,36$ (5)
Половозрелые				
5	$18,46 \pm 0,16$ (9)	$0,736 \pm 0,024$ (9)	$5,10 \pm 0,46$ (9)	$8,5 \pm 0,62$ (9)
	$18,67 \pm 0,28$ (8)	$0,705 \pm 0,021$ (12)	$5,15 \pm 0,43$ (12)	$8,4 \pm 0,13$ (5)
6	$18,40 \pm 0,40$ (6)	$0,706 \pm 0,014$ (7)	$5,08 \pm 0,77$ (7)	$8,6 \pm 0,54$ (6)
	$18,35 \pm 0,18$ (15)	$0,693 \pm 0,010$ (16)	$4,91 \pm 0,35$ (16)	$8,3 \pm 0,62$ (9)
7	$18,65 \pm 0,24$ (9)	$0,695 \pm 0,021$ (12)	$5,53 \pm 0,59$ (12)	$9,7 \pm 0,60$ (6)
	$17,75 \pm 0,24$ (14)	$0,681 \pm 0,008$ (15)	$6,39 \pm 0,30$ (15)	$8,8 \pm 0,13$ (6)
8	$18,54 \pm 0,33$ (9)	$0,660 \pm 0,013$ (10)	$6,11 \pm 0,34$ (10)	$9,5 \pm 0,45$ (7)
	$17,30 \pm 0,37$ (3)	$0,649 \pm 0,017$ (3)	$6,61 \pm 0,54$ (3)	$9,3 \pm 0,36$ (3)
9	$17,18 \pm 0,30$ (2)	$0,646 \pm 0,016$ (2)	$4,78 \pm 0,56$ (2)	$9,8 \pm 0,30$ (2)

Примечание. В скобках — число исследованных рыб.

## ВЫВОДЫ

1. Созревание североморской сайды характеризуется резкими физиолого-биохимическими изменениями в организме. Наступлению половой зрелости предшествует создание в организме определенных резервов липидов и белка. Содержание липидов составляет 75—80 г/кг массы порки, что позволяет по индексу печени за несколько месяцев до нереста дифференцировать впервые созревающих и несозревающих рыб одного поколения, т. е. прогнозировать величину пополнения нерестового стада сайды.

2. Развитие гонад влияет на массу отолитов и гипофиза сайды. У половозрелых особей абсолютная масса отолитов в преднерестовый период выше, чем у неполовозрелых при одинаковой массе тела.

В преднерестовый период у зрелой сайды масса гипофиза также выше, чем у неполовозрелой в результате повышения его функциональной активности.

3. Весной (в апреле) содержание липидов и белка в организме зрелых отнерестившихся рыб обычно ниже, чем у неполовозрелых того же возраста.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Кривобок М. Н., Тарковская О. И. Связь между созреванием половых продуктов салаки и количеством жира в ее теле. Труды Латв. отд. ВНИРО, 1957, вып. 11, Рига, с. 301—316.
- Кривобок М. Н., Шатуновский М. И. Влияние созревания половых желез балтийской трески на весовой рост ее отолитов. «Вопр. ихтиол.», 1976, т. 16, вып. 3 (98), с. 451—459.
- Лапин В. И. Сезонные изменения биохимического состава органов и тканей речной камбалы (*Platichthys flossus* L.) Белого моря. «Вопр. ихтиол.», 1973, т. 13, вып. 2 (79), с. 313—327.
- Миндер Л. П. Оводненность тканей рыбы и ее влияние на гастрономические и технологические свойства рыбы-сырца. Труды ПИПРО, 1967, вып. 22, с. 5—38.
- Моисеева Е. Б. Морфо-физиологическая характеристика гипофиза бычка-кругляка (*Gobius melanostomus* Poll.) в связи с репродуктивным циклом. Архив. анат., гистол. и эмбриол., 1969, т. 56, № 3, с. 89—96.
- Моисеева Е. Б. Изменение веса гипофиза как показателя его функционального состояния на разных этапах полового цикла бычка-кругляка (*Gobius melanostomus* Pall.). «Вопр. ихтиол.», 1972, т. 12, вып. 5 (76), с. 875—879.
- Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. М., Пищепромиздат, 1974, 447 с.
- Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. М., изд-во МГУ, 1967, 81 с.
- Сторожук А. Я. Сезонная динамика физиолого-биохимического состояния сайды (*Pollachius virens* L.) Северного моря. Труды ВНИРО, 1975, т. 96, с. 114—120.
- Фалеева Т. И. Методические указания по сбору и обработке гипофизов рыб, как препарата для гипофизарных инъекций. М., 1968, 16 с.
- Шатуновский М. И., Беянина Т. Н. Созревание и плодовитость рыб в пределах поколения в связи с их физиологической неоднородностью. В сб. «Обмен веществ и биохимия рыб». М., «Наука», 1967, с. 38—44.
- Шатуновский М. И., Богоявленская М. П., Шевченко В. В. Методы анализа липидов рыб. В сб. «Методика морфо-физиологических и биохимических исследований рыб». М., ВНИРО, 1972, с. 51—62.
- Шварц С. С., Смирнов С. А., Добринский Л. Н. Метод морфо-физиологических индикаторов в экологии позвоночных. Труды ин-та экологии растений и животн., 1968, УФ АН СССР, т. 58, 387 с.
- Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М., изд-во «Пищевая пром-сть», 1972, 368 с.
- Brown, M. E. (Editor). Physiology of fishes. N. Y. Acad. Press, v. 1, 1957, 447 p., v. 2, 526 p.
- Folch, J., M. Lees, S. G. H. Stanley. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., v. 226, No. 1, 1957, p.p. 498—509.
- Reinsch, H. H. Der Eintritt der Geschlechtsreife beim Köhler *Pollachius virens* (L.). Ber. Dt. Wiss. Komm. Heer. XIX, 4, 1968, pp. 259—269.
- Templeman, W., A. Squyres. Relationship of otolith length and weight in the haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) to the rate of growth of fish. J. Fish. Res. Bd. Canada, v. 13, No. 4, 1956, pp. 467—487.

SUMMARY

Prior to maturation which is attained at the age of 4—6 years sharp changes occur in the physiological and biochemical condition of the saithe, particularly in the lipid metabolism, e. g. the accumulation amounts to 75—80 g of lipids/kg of the weight of an eviscerated body. In mature specimens the weights of pituitary glands and otoliths are higher in the prespawning period than in immature fish. In mature specimens the metabolic level is also higher if the haemoglobin value in the blood is taken as an index.



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

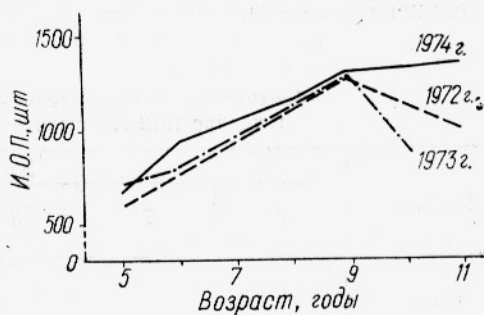
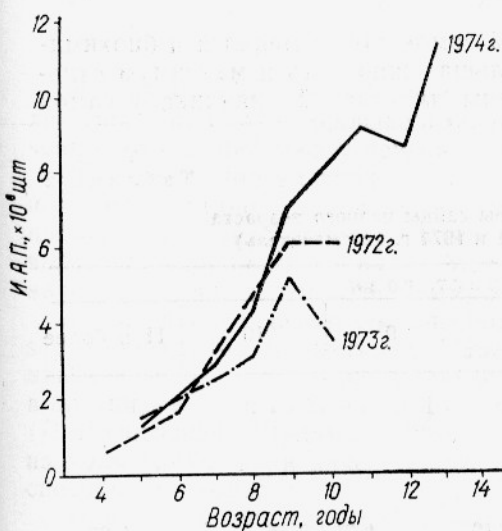


Рис. 1. Кривые зависимости индивидуальной абсолютной (ИАП) и относительной (ИОП) плодовитости самок сайды от их возраста в 1972—1974 гг.

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).

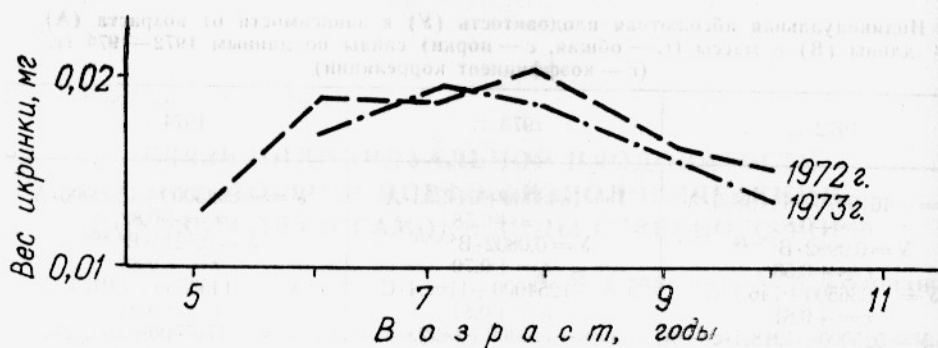


Рис. 2. Изменение сырого веса икринок сайды разного возраста в январе 1972—1973 гг.

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	$5,34 \pm 0,10$	$4,71 \pm 0,66$		4,87
белка	$24,94 \pm 1,75$	25,35	$26,45 \pm 0,77$	$22,48 \pm 1,21$		22,41
Содержание в одной зрелой икринке, $10^{-5}$ , мг						
липидов	582	—	$682 \pm 158$	$649 \pm 81$		—
белка	$899 \pm 107$	$788 \pm 56$	$826 \pm 53$	$805 \pm 55$	$780 \pm 58$	$768 \pm 77$
	2654	—	$3880 \pm 403$	$3707 \pm 313$		—
	$3894 \pm 385$	$3508 \pm 288$	$3909 \pm 160$	$3542 \pm 169$	$3974 \pm 304$	$3492 \pm 343$

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).

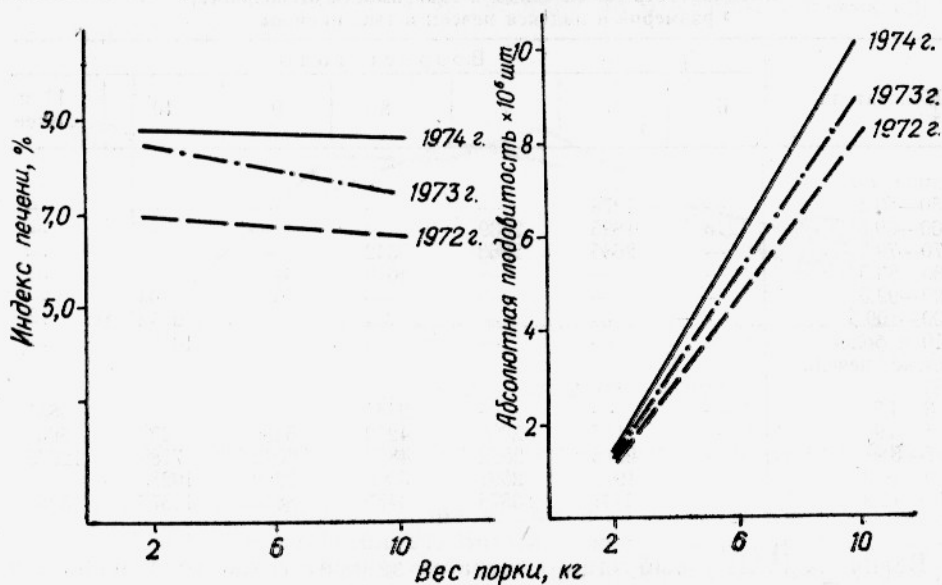


Рис. 3. Относительная масса печени (индекс печени) и абсолютная плодовитость у самок сайды в зависимости от массы тела в 1972—1974 гг.:

*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.V. 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.

УДК 597—11+597—105

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕСКИ  
СЕВЕРНОГО МОРЯ****М. П. Богоявленская**

Советскими и зарубежными исследователями накоплены обширные материалы по биологии популяций трески, обитающих в различных районах Северной Атлантики. Отмечена специфика экологии этих популяций, связанная с гидрологическими условиями существования, показан различный характер роста, наступления полового созревания, изучена возрастная структура различных популяций трески.

Однако обмен веществ особой этих популяций, определяющий особенности их роста, полового созревания, продолжительности жизни и смертности, изучен сравнительно мало.

В задачу нашей работы входило изучение:

1) сезонных изменений в росте и обмене веществ трески Северного моря для исследований распределения рыб и их пищевой ценности в различные периоды года;

2) возрастных изменений в содержании основных органических веществ у трески в связи с ее созреванием, нерестом и естественной смертностью;

3) физиолого-биохимических особенностей двух популяций трески: североморской, обитающей на юге ареала при наиболее высоких температурах, и балтийской, размножающейся в условиях наиболее низкой солености. Это позволит глубже понять закономерности обмена веществ, роста и динамики численности как этих популяций, так и других более многочисленных популяций атлантической трески.

Изучение особенностей обмена веществ трески Северного моря и в частности ее жирового обмена проводилось нами в разные сезоны года. Материалом для исследований послужили пробы трески, взятые из уловов промысловых судов на севере Северного моря в районе Шетландских островов. Рыбы находились на следующих стадиях зрелости: *juv*, II, V—VI, VI—II, возраст колебался от двух до шести лет, размеры от 32 до 97 см и масса от 360 до 9800 г. Возраст рыб определен Т. И. Токаревой; содержание жира — нами (по методу Фолча), содержание воды в органах и тканях рыб и обезжиренного сухого остатка (белка) — по методике А. А. Лазаревского (1955).

Исследователями (Новикова, 1963; Турук, 1972; Шевченко и др., 1974) отмечены четко выраженные сезонные изменения в содержании жира печени тресковых рыб. У половозрелых рыб это прежде всего связано с нерестом, а затем уже с характером откорма. В начале созревания половых продуктов организм рыбы должен накапливать некоторый резерв энергии для окончательного созревания половых продуктов и нереста. Значительное сокращение жировых запасов в процессе нереста вызвано большими энергетическими затратами рыб в этот период и снижением интенсивности питания. По окончании нереста (в мае—июле) треска начинает усиленно питаться и снова накапливает жир.

Относительное содержание (в %) сухого вещества (I), влаги (II), жира (III),

Стадия зрелости	Возраст	Средняя длина, см	Средняя масса, г				Коэффициент зрелости, %	Относительная масса печени, %	Печень		
			весей рыбы	тушки	печени	гонад			I	II	III
juv.	2+	32	373	327	5,2	—	—	1,6	27,1	82,9	12,5
											<i>Самки</i>
I—II	3	54	1514	1370	22,8	3,2	0,2	1,4	32,4	67,6	20,2
I—II	3	58	1974	1650	60,0	19	1,1	3,6	42,5	57,5	31,4
I—II	3+	55	1975	1355	40,0	10	0,7	2,9	51,0	48,9	43,1
V—VI	4	68	3138	2843	115,0	20	0,7	4,0	39,3	60,7	27,8
V—VI	5	80	4767	4217	133,0	47	1,1	3,1	40,5	59,5	28,1
VI—II	4	69	2955	2728	84,0	15,2	0,5	3,0	42,6	57,4	29,0
VI—II	4	71	3528	3110	96,0	10,2	0,3	2,9	47,3	52,7	37,8
VI—II	4	77	4525	3815	118,0	19,0	0,5	2,8	39,8	60,2	25,7
VI—II	5	77	3950	3670	73,0	20,9	0,5	2,2	41,8	58,2	34,6
VI—II	5	78	3955	3575	95,0	16,1	0,4	2,6	46,6	63,4	29,5
VI—II	6	85	7550	4950	153,0	26,0	0,5	3,1	47,8	52,2	34,1
VI—II	6	97	9800	8100	600,0	100	1,2	7,4	45,4	54,6	33,9
											<i>Самцы</i>
juv.	2+	36	447	403	7,0	0,1	0,02	1,7	28,0	72,0	14,4
I—II	3	50	1200	1100	25,0	0,5	0,04	2,2	23,4	76,6	10,1
I—II	3	52	1338	1225	65,0	0,3	—	3,3	45,3	54,5	34,4
V—VI	3	55	1400	1270	14,7	1,5	0,1	1,1	35,5	85,2	12,5
V—VI	3	62	2130	1835	60,0	1,5	0,1	5,0	54,2	45,2	45,8
V—VI	4	64	2463	2221	90,0	1,6	0,1	4,0	48,3	51,6	33,0
VI—II	3	49	1100	1010	17,0	0,5	0,1	1,5	36,9	63,1	24,2
VI—II	4	64	2385	2141	89,0	6,9	0,3	4,1	47,2	52,7	36,6
VI—II	4	66	2990	2458	56,0	0,6	0,02	2,0	34,4	65,6	23,0
VI—II	5	90	5896	5100	400,0	9,0	0,2	7,8	46,4	53,6	39,0

Примечание. Среднее количество рыб в выборках — от двух до пяти.

Для неполовозрелой части популяции на динамику содержания жира влияют главным образом условия откорма и зимовки. Мы исследовали североморскую треску на V—VI, VI—II и II стадиях зрелости и, таким образом, смогли проследить состояние рыб после нереста и изменениями в их обмене веществ при начавшемся откорме (табл. 1—6).

Из табл. 1 видно сильное посленерестовое истощение трески, низкая относительная масса печени (2,6—4%), низкое относительное содержание жира печени (у самок 27—30%, у самцов — 29, минимум 12%), большая обводненность мышц (84—86%) и низкое содержание в мышцах белка (12—15%) — при содержании жира в них 0,7—1%. Такое же содержание жира в белках мышцах трески отмечено и Экманом (Askman, 1967).

В гонадах трески в это время содержание воды было высоким (у самцов 89—93%, а у самок 85—89%). Большие энергетические затраты в преднерестовый период и во время нереста вызывают сильное истощение рыб и повышенную обводненность их мышц. По данным Лава (Love, 1970), у североморской трески при голодании в течение нескольких месяцев содержание воды в мышцах увеличивалось до 86—88% при снижении относительного содержания белка до 13—14%. В. М. Борисов и М. И. Шатуновский (1973) указывают на сильное посленерестовое истощение баренцевоморской трески, особенно ее старших возрастных групп, составляющих, таким образом, основную часть рыб, погибающих от естественных причин. В наших материалах североморская

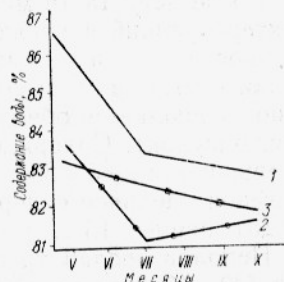
## белка (IV) в печени, мышцах, гонадах североморской трески (апрель, май)

IV	Белые мышцы				Красные мышцы				Гонады			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
14,6	17,2	82,8	0,8	16,4	—	—	—	—	—	—	—	—
12,2	17,4	82,6	0,9	16,5	—	—	—	—	13,2	87,8	1,1	12,1
11,1	14,2	85,7	0,8	13,4	17,1	83,9	1,6	15,5	15,0	84,9	1,3	13,7
7,9	—	—	—	—	—	—	—	—	15,5	84,5	1,6	13,9
11,5	13,6	86,3	0,7	12,9	15,3	84,7	1,8	13,5	14,9	85,0	1,5	13,4
12,4	13,9	86,1	0,9	13,0	14,7	85,3	1,6	13,1	10,6	89,4	1,4	9,2
13,5	17,5	82,5	1,0	16,5	—	—	—	—	14,3	83,3	1,5	12,8
9,5	15,5	84,5	0,8	14,7	—	—	—	—	—	—	—	—
14,1	15,9	84,1	0,7	15,2	—	—	—	—	—	—	—	—
7,2	16,6	83,4	0,8	15,8	—	—	—	—	—	—	0,8	—
17,1	17,7	82,9	1,3	16,4	—	—	—	—	14,7	85,3	1,8	12,9
13,7	—	—	—	—	17,3	82,2	1,5	15,9	13,7	86,3	1,4	12,3
11,5	13,5	81,5	0,8	12,7	—	—	—	—	—	—	—	—
13,6	17,4	82,6	1,0	16,4	—	—	—	—	—	—	—	—
13,3	16,8	83,2	0,7	16,1	—	—	—	—	—	—	—	—
11,0	15,4	84,4	0,8	14,4	—	—	—	—	—	—	—	—
23,0	17,6	82,4	0,7	16,9	—	—	—	—	19,6	80,4	1,4	18,6
8,7	16,3	84,0	1,0	15,3	—	—	—	—	6,7	93,2	1,8	11,6
15,3	15,9	84,0	1,0	14,9	16,6	83,4	1,5	15,1	19,1	89,8	2,9	7,8
12,7	17,9	82,1	1,0	16,9	—	—	—	—	—	—	—	—
11,2	16,4	83,3	1,0	15,4	16,3	83,7	1,3	15,1	12,9	87,0	1,6	11,4
11,4	17,9	82,1	1,0	16,9	—	—	—	—	—	—	—	—
7,0	17,1	82,9	1,2	15,9	—	—	—	—	15,6	84,4	2,4	13,2

треска была представлена в основном четырех- и пятилетками. Однако и эти рыбы после нереста были сильно истощены: у самок удельное содержание жира составляло от 6 до 10 г, а у самцов от 1 г до 13 на 1 кг массы рыбы (табл. 2). Из рисунка, на котором представлена динамика содержания воды в мышцах трески в разные сезоны года, следует, что наиболее сильно во время нереста истощаются самки, очевидно, вследствие гораздо больших затрат энергии в процессе созревания икры, чем молок.

Для неполовозрелых рыб в разные сезоны года можно отметить довольно постоянное содержание (81—83%) воды в мышцах. То же самое отмечено для неполовозрелой баренцевоморской трески Н. П. Макаровой (1968), В. М. Борисовым и М. И. Шатуновским (1973) и Лавом (Love, 1970) для трески Северного моря.

В красных (бурых или темных) мышцах трески даже в посленерестовый период показатели жира, белка сравнительно высоки. Как показали наши эксперименты с балтийской треской и камбалой, обмен веществ в красных



Содержание воды в белых мышцах трески Северного моря в разные сезоны года:  
1 — самки; 2 — самцы;  
3 — неполовозрелые рыбы.



мышцах более интенсивен, чем в белых, о чем свидетельствует высокий уровень включения радиоактивного углерода в органические вещества этих мышц. В период максимального истощения организма (посленерестовый) у рыб было отмечено максимальное включение радиоактивного углерода в белки, жиры, гликоген печени, что указывает на начало восстановительных процессов в организме рыб.

Таблица 2

Содержание жира (в г на кг массы рыбы) (в апреле, мае) в организме североморской трески

Стадия зрелости гонад	Возраст	Средняя длина, см	Средняя масса, г		Содержание жира		Стадия зрелости гонад	Возраст	Средняя длина, см	Средняя масса, г		Содержание жира	
			рыбы	печени	% печени	в г на кг массы				рыбы	печени	% печени	в г на кг массы
<i>Самки</i>													
I—II	3	58,0	1974	60	31,4	9,5							
juv.	3+	55,0	1975	40	—	—							
II	3	54,0	1514	22,8	20,2	3,0							
V—VI	4	68,0	3138	115,0	27,8	10,1							
V—VI	5	80,0	4767	133,0	28,1	7,8							
VI—II	4	69,0	2955	84,0	29,0	8,2							
VI—II	4	71,0	3528	96,0	37,8	10,2							
VI—II	4	77,0	4525	118,0	25,7	6,6							
VI—II	5	77,0	3950	73,0	34,6	6,4							
VI—II	6	85,0	5750	153,0	34,1	9,1							
VI—II	6	97,0	9800	600,0	33,9	20,7							
<i>Самцы</i>													
uv.	2+	36,0	447	7,0	14,4	2,2							
uv.	3	50,0	1200	25,0	10,1	2,1							
I—II	3	52,0	1338	65,0	34,4	16,7							
V—VI	3	55,0	1400	14,7	12,5	1,3							
V—VI	3	62,0	2130	60,0	45,8	12,8							
V—VI	4	64,0	2463	90,0	33,0	12,0							
VI—II	3	49,0	1100	17,0	24,2	3,7							
VI—II	4	63,0	2385	89,0	39,6	13,6							
VI—II	4	66,0	2990	56,0	23,0	4,3							

В некоторых случаях включение радиоактивного углерода в печень было незначительным. Видимо, клетки истощенной печени не в состоянии были удовлетворить сильно возросшие потребности организма в энергетических веществах. По нашим данным, подтвержденным работами других исследователей (Braekken, 1956; Wittenberger and Oros, 1961), в этом случае увеличивается интенсивность включения радиоактивного углерода в органические вещества красных мышц, т. е. красные мышцы как бы дополняют роль печени.

Таким образом, более высокие биохимические показатели красных мышц у североморской и балтийской трески и у камбалы, а также более интенсивный обмен веществ в них указывают на различное функциональное значение этих мышц.

После нереста (в мае—июле) начинается период откорма трески, характеризующийся увеличением основных биохимических показателей жирности печени у самцов до 47—57%, у самок до 40—60% (табл. 3), белка в мышцах у самок до 15—17%, у самцов до 17—18%. Соответственно уменьшается обводненность мышц: до 80% у самцов и 83% у самок (см. рисунок). Содержание воды в гонадах самок в этот период также уменьшается с 85—89 до 82%. Значительно увеличивается по сравнению с весной удельное содержание жира в теле рыб. У самок оно составляет в этот период 15 г, у самцов 17—19 г на 1 кг массы тела (табл. 4).

Неполовозрелая треска (стадии I—II) размерами 35—52 см, массой 430—1500 г отличалась сравнительно высокой относительной массой печени (5—9%), относительно высокой жирностью печени (40—63%) и мышц (1,1%), высоким содержанием белка (17—18%) при содержании воды 81—83%.

Североморская треска, пойманная к югу и северу от Шетландских островов в октябре, находилась на II стадии зрелости, основную массу рыб составляли четырехлетки (самки размером 66 см, самцы 71 см).

Относительное содержание (в %) сухого вещества (I), влаги (II), жира (III), белка (IV) в различных частях тела североморской трески в июле и октябре

Стадия зрелости гонад	Возраст, годы	Средняя длина на рыб, см	Средняя масса, г				Коэффициент зрелости, %	Относительная масса печени, %	Печень				Белые мышцы				Гонады			
			всей рыбы	тушки	печени	гонад			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	VI
<i>Самки</i>																				
I—II	2	35,0	430	340	15,7	1,1	0,3	4,6	56,3	43,7	49,9	10,2	18,2	81,8	1,2	17,0	—	—	—	—
I—II	2+	39,5	570	500	28,3	1,2	0,2	5,6	66,8	33,2	58,9	7,9	17,7	82,3	1,0	16,6	—	—	—	—
I—II	3	51,0	1530	1230	115	3,1	0,2	9,3	77,5	22,5	63,0	14,2	18,8	81,2	1,2	17,6	16,9	83,1	3,9	13,0
II	4	66,0	4594	3700	176	7,3	0,2	4,6	52,0	48,0	39,4	12,5	16,4	83,6	0,9	15,4	17,3	82,8	1,6	15,0
II	5	94,0	8000	7000	500	50,0	0,2	7,1	68,8	31,2	60,9	7,8	17,6	82,4	0,9	16,7	—	—	—	—
<i>Самцы</i>																				
I—II	2+	43,0	820	690	49	1,0	0,1	7,1	61,9	38,0	54,1	7,8	18,0	81,9	1,1	16,9	12,5	87,5	2,6	12,4
II	3	54,0	2150	1900	103	22,5	0,1	5,4	73,7	25,3	51,3	22,4	17,8	82,2	1,1	16,6	—	—	—	—
II	4	64,0	3420	2900	125	1,1	0,03	4,3	57,0	42,8	47,3	9,9	18,0	80,4	1,0	17,8	—	—	—	—
II	4+	71,0	5400	4750	185	1,2	0,02	3,8	65,0	34,6	56,9	8,5	19,7	80,3	0,9	18,7	—	—	—	—

Примечание. Среднее количество рыб в выборках колеблется от трех до пяти.

Как видно из табл. 5, наметилась некоторая тенденция к увеличению содержания жира в печени трески: у самок содержание жира в печени увеличилось от 36,9 до 67%, у самцов — от 49 до 56%. Содержание воды и белка в мышцах осенней трески (как самцов, так и самок) было примерно таким же, как и летом. Удельное содержание жира (т. е. содержание жира в г на 1 кг массы тела рыбы) у самцов было примерно таким же, как и в июле, а у самок — даже несколько ниже (см. табл. 4). На жирность трески в посленерестовый период влияет комплекс факторов, наиболее важными из которых являются состояние кормовой базы и термический режим моря.

Таблица 4

## Содержание жира (в г на кг массы рыбы) в июне и октябре

Стадия зрелости гонад	Возраст, годы	Средняя длина тела, см	Средняя масса, г		Содержание жира	
			рыбы	печени	в печени, %	на 1 кг массы рыбы, г
<b>Июль</b>						
<i>Самки</i>						
I—II	2	35,0	430	15,7	49,9	18,1
I—II	2+	39,5	570	28,3	58,9	33,1
I—II	3	51,0	1530	115,0	63,0	47,3
II	4	66,0	4594	176,0	39,4	15,1
II	5	94,0	8000	500,0	60,9	38,0
<i>Самцы</i>						
I—II	2+	43,0	820	49,0	54,1	32,3
II	3	54,0	2150	103,0	51,3	24,6
II	4	64,0	3420	125,0	47,3	17,3
II	4+	71,0	5400	185,0	56,9	19,4
<b>Октябрь</b>						
juv.	1	32,0	360	8,0	48,6	10,8
juv.	2	37,3	523	9,0	31,5	5,4
juv.	2+	43,0	750	14,7	46,1	9,0
juv.	3	50,2	1353	36,0	50,5	13,4
juv.	3+	36,0	547	13,8	20,0	5,0
<i>Самки</i>						
II	3	61,3	1963	51,0	37,3	9,7
II	4	71,0	2900	80,0	67,2	12,8
II	5	67,0	3410	77,0	36,9	8,3
<i>Самцы</i>						
II	3	55,0	1696	38,4	36,5	14,0
II	4	63,7	2404	82,5	55,7	19,1
II	5	78,0	3962	118,0	49,2	14,6

Примечание. Среднее количество рыб в выборках колеблется от трех до пяти (для июля) и от трех до одиннадцати (для октября).

Из сравнения удельного содержания жира в организмах североморской и балтийской трески видно (табл. 6), что у североморской трески четырех и пяти лет содержание жира (в г на 1 кг массы) тела в 2—3 раза ниже, чем у балтийской. Разный уровень жирового обмена трески Северного и Балтийского морей обусловлен различными гидрологическими условиями их существования. Вследствие воздействия Гольфстрима треска Северного моря обитает при почти постоянной температуре воды (плюс 11÷13°С), а балтийская треска — в условиях большей изменчивости температур и сильной опресненности моря. В связи с этим

Относительное содержание сухого вещества (I), влаги (II), жира (III), белка (IV) в различных органах североморской трески (октябрь)

Возраст, годы	Средняя длина, см	Средняя масса, г				Коэффициент зрелости, %	Относительная масса печени, %	Печень				Белые мышцы				Бурые мышцы				Гонады			
		всей рыбы	тушки	печени	гонад			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<i>Ювенильные особи</i>																							
1	32,0	360	295	8	—	—	2,5	—	—	48,6	15,9	21,6	78,4	1,0	19,6	—	—	—	—	—	—	—	
2	37,3	523	460	9	—	—	2,1	49,8	37,9	31,5	14,0	20,9	79,1	0,9	19,8	—	—	—	—	—	—	—	
2+	43,0	750	657	14,7	1,2	0,1	2,2	57,0	43,0	46,1	9,4	17,3	82,7	—	16,4	—	—	—	—	—	—	—	
3	50,2	1353	1092	36,0	2,5	—	3,3	59,5	40,5	50,5	8,2	17,1	83,1	0,7	16,7	18,2	81,8	1,4	17,2	—	—	—	
3+	36,0	547	497	13,8	1,2	0,2	2,7	26,0	73,9	20,0	5,8	16,4	83,6	0,8	16,6	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Самки (II стадия зрелости)</i>																							
3	61,3	1963	1718	51,0	8	0,2	3,0	45,7	54,3	37,3	8,6	19,1	81,2	1,0	16,8	20,8	79,2	1,2	19,6	17,9	82,2	1,2	16,7
4	71,0	2900	2575	80,0	7	0,3	3,3	78,0	22,0	67,2	12,2	17,8	82,2	1,0	16,1	20,7	79,4	0,7	20,0	18,2	82,2	0,7	17,2
5	67,0	3410	2625	77,0	10	0,3	2,6	48,1	51,8	36,9	12,7	18,2	81,8	0,7	17,5	—	—	—	—	15,0	84,9	1,0	14,0
<i>Самцы (II стадия зрелости)</i>																							
3	55,0	1696	1572	38,4	0,3	0,01	2,4	46,9	53,0	36,5	10,4	18,1	81,9	0,9	17,0	—	—	—	—	—	—	—	—
4	63,7	2404	2205	82,5	2,4	0,1	3,7	64,8	35,1	55,7	8,8	16,8	83,1	0,7	15,9	—	—	—	—	15,0	84,9	2,7	12,3
5	78,0	3962	3460	118,0	2,4	0,4	3,1	61,9	38,0	49,2	13,1	19,1	80,9	0,7	18,5	18,9	81,1	1,3	16,7	18,6	81,6	1,3	17,3

Примечание. Среднее число рыб в выборках от трех до 11-ти.

нерестилища балтийской трески расположены только в придонных слоях, где соленость должна быть не ниже 10—11%, а содержание кислорода не менее 1 мг/л (Токарева, 1954). Эта треска, приспособленная к жизни в столь специфических гидрологических условиях, является, как уже указывалось, короткоцикловой рыбой, характеризующейся ранним половым созреванием, низким темпом роста и сравнительно высоким уровнем жирового обмена, который поддерживается и во время нереста, так как балтийская треска не перестает питаться.

Таблица 6

Удельное содержание жира трески Северного и Балтийского морей

Возраст, годы	Средняя масса рыб, г	Средняя длина рыб, см	Содержание жира, г на кг массы	Возраст, годы	Средняя масса рыб, г	Средняя длина рыб, см	Содержание жира, г на кг массы
VI—II стадии зрелости				III—IV стадии зрелости			
<i>Балтийское море</i>							
самки				самки			
5	1260	51	20,7	4	825	42,8	40,2
6	1940	63	36,7	5	1483	51,5	36,0
самцы				самцы			
4	555	42	20,8	—	—	—	—
5	1260	53	13,7	—	—	—	—
<i>Северное море</i>							
самки				самки			
4	4525	77	6,6	4	4525	77,0	22,2
5	3950	77,0	6,4	5	3950	77,0	14,7
самцы				самцы			
4	2458	66	7,3	—	—	—	—

Для североморской трески, приспособленной к более теплым водам, характерно пониженное накопление жира, высокий расход энергетических и пластических запасов во время нереста, приводящий к сильному истощению и часто к гибели рыб. За период нереста самки трески Северного моря теряют от  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{1}{7}$  массы тела, самцы — от  $\frac{1}{20}$  до  $\frac{1}{14}$ . В то же время треска Северного моря характеризуется повышенной интенсивностью белкового роста.

ВЫВОДЫ

1. Североморская треска, обладающая наиболее высоким темпом роста среди популяций трески Северной Атлантики, в то же время наиболее рано созревает.

Половозрелость у самцов наступает при длине 50—55 см, у самок при длине 60 см в трехлетнем возрасте. При сильном посленерестовом истощении североморской трески сводится к минимуму содержание в ее организме белка и жира. У самок 4—5 лет удельное содержание жира снижается до 6—10 г на кг массы, у самцов до 1 года — 10—13 г на кг. Обводненность мышц доходит до 86% при низком содержании белка (12—15%). У более старших возрастных групп трески посленерестовое истощение часто сопровождается гибелью.



2. Запасы белка и жира у североморской трески восстанавливаются в летне-осенний сезон, в период интенсивного откорма рыб. В это время удельное содержание жира у самок повышается до 15—16 г на кг массы, у самцов — до 17—19 г/кг. Обводненность мышц уменьшается до 80—82%, а содержание белка в них увеличивается до 16—18%.

3. Во все сезоны года отмечено более высокое содержание белка и жира в красных мышцах трески по сравнению с белыми. Более интенсивный обмен веществ в красных мышцах (о чем свидетельствуют данные по максимальному включению радиоактивного углерода в органические вещества этих мышц) указывает на различное функциональное значение белой и красной мускулатуры рыб.

4. Темп белкового роста у балтийской трески ниже, а уровень ее жирового обмена выше, чем у североморской, причем высокое удельное содержание жира в организме у балтийской трески сохраняется во время нерестового и посленерестового периода, что определяет большую массу ее половых продуктов и большую плодовитость, чем у североморской. Разный характер обмена веществ трески этих двух популяций можно рассматривать как адаптацию, возникшую в процессе приспособления к жизни в определенных гидрологических условиях среды.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Борисов В. М., Шатуновский М. И. О возможности применения показателя влажности для оценки естественной смертности баренцевоморской трески. Труды ВНИРО, 1973, т. 93, с. 311—321.

Макарова Н. П. Некоторые данные об изменениях жирности трески Баренцева моря. Материалы по экологии трески Северной Атлантики, 1962, с. 96—132.

Новикова Н. С. Некоторые данные о жирности трески и пикши Баренцева моря. Труды ПИНРО, 1963, вып. XV, с. 149—162.

Турук Т. И. Колебания относительного веса печени атлантической трески. Труды ПИНРО, 1972, вып. XXVIII, с. 88—94.

Токарева Т. И. Рост и возрастной состав трески в юго-восточной части Балтийского моря. Труды ВНИРО, 1954, т. XXVI, с. 67—78.

Шевченко В. В., Полонский А. С., Шатуновский М. И. Биопродукционные особенности популяции пикши Северного моря. М., ОНТИ ВНИРО, 1974, с. 3—80.

Аскман, R. G. The influence of lipids on fish quality. J. of Food Techn. N 2, 1976, pp. 169—179.

Браеккан, O. R. (1956). Function of the red muscle in fish. Nature, Lond., 178, 747—8.

Love, R. M. The chemical biology of fishes. Acad. Press London, 1970.

Wittenberger, C. and I. Öros. (1961). Research on the physiology of teleost striped muscle. Contributions to the study of lateral muscles in several marine fish. Studii Cerc. Biol., S 12, 333—41.

#### *Physiological-biochemical peculiarities of cod from the North Sea*

M. P. Bogoyavlenskaya

#### SUMMARY

The investigations have indicated that in the post-spawning period cod are exhausted, the content of protein and fat is the lowest. The content of fat in 4- and 5-year-old females decreases to 6—10 g per kilogram of weight, in males it drops to 1—13 g. The water content in muscles is as high as 86% while the protein content is 12—15%. The post-spawning exhaustion in older age groups may be frequently the cause of natural mortality.

The comparative studies of the growth and metabolic rates in cod from the Baltic and North Sea have revealed that the growth rate in the Baltic cod is lower whereas the fat metabolism is higher than in the North Sea cod.

The different rates of growth and metabolism in the two populations of cod can be viewed as adaptation to different environmental conditions.

УДК 597.562+597-113.4+597-152.6(261.1)

РОСТ И СМЕРТНОСТЬ ТРЕСОЧКИ ЭСМАРКА  
В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ

А. Т. Остапенко, А. С. Мальков

В последние годы в Северо-Восточной Атлантике запасы сельди, трески, пикши и других промысловых рыб сокращаются. В связи с этим начинают приобретать важное значение второстепенные объекты промысла, в том числе — тресочка Эсмарка, что делает необходимым исследовать ее биологию, оценить запасы и возможности промысла.

Тресочка Эсмарка (*Trisopterus esmarkii* Nilsson, 1855) широко распространена в Северо-Восточной Атлантике, но добывается в основном в Северном море, где с 1959 г. ее облавливают мелкочейными тралами. Из европейских стран, промышленно добывающих тресочку, наибольшие уловы приходится на долю Дании и Норвегии; вылов тресочки в Северном море из года в год увеличивается (табл. 1) (*Bulletin statistique*, 1967—1972).

Нерестится тресочка Эсмарка Северного моря главным образом в северо-западной части моря, в марте—апреле (Raitt, 1960, 1965). Летом мальки обитают в толще воды, в сентябре—октябре — начинают переходить к придонному образу жизни. Тресочка Эсмарка становится доступной для облова при достижении длины 9—11 см. В возрасте года и длине 10—15 см она полностью представлена в уловах (Lahn-Hohannesen & Radhakrishnan, 1970). Как правило, в уловах встречается тресочка не старше 3—4 лет.

Таблица 1

Уловы тресочки Эсмарка в Северном море (по *Bulletin Statistique*)

Год	Улов, тыс. т	Год	Улов, тыс. т	Год	Улов, тыс. т	Год	Улов, тыс. т
1959	18	1963	167	1967	180	1971	359
1960	41	1964	83	1968	47	1972	494
1961	34	1965	59	1969	134	1973	437
1962	157	1966	53	1970	273	1974	846

В предлагаемой работе изложены результаты изучения закономерностей роста североморской и бристольской популяций тресочки Эсмарка, а также определения коэффициентов мгновенной естественной смертности, которые могут послужить основой для оценки запасов и разработки системы рационального рыболовства.

С 1967 г. в АтлантНИРО начато систематическое изучение размерно-возрастного состава, линейного и весового роста североморской тресочки Эсмарка. В работе использованы материалы, собранные на траловых съемках Северного моря и в рейсе НПС «Аргус», проводившегося в районе Ирландского шельфа и Бристольского залива осенью 1974 г.

Орудием лова служил донный трал с мелкочейным покрытием. Возрастной состав уловов (табл. 2) свидетельствует о том, что основу уловов североморской тресочки Эсмарка составляют особи 0 и 1, а в Бристольском заливе I и II возрастных групп. Возраст тресочки Эсмарка определяется по прокаленным отолитам, обработанным смесью ортоксилонна и пихтового бальзама.

Таблица 2

Возрастной состав (в %) уловов тресочки Эсмарка в Северном море (траловые съемки 1967—1972 гг.) и в Бристольском заливе (траловая съемка 1974 г.)

Возрастная группа	Северное море						Бристольский залив
	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	
0	57,7	34,5	37,1	43,0	37,6	4,1	10,5
I	41,9	62,8	41,9	47,2	61,1	86,7	21,2
II	0,4	2,7	20,4	9,0	1,2	8,4	44,7
III	—	—	0,6	0,8	0,2	0,8	7,2
IV	—	—	—	—	—	—	16,3

Таблица 3

Длина и возраст тресочки Эсмарка в Северном море (траловые съемки 1967—1972 гг.) и в Бристольском заливе (траловая съемка 1974 г.)

Возрастная группа	Северное море		Бристольский залив	
	наблю-денная	вычис-ленная	наблю-денная	вычис-ленная
0	10,5	10,4	12,7	12,6
I	15,7	15,7	17,5	17,3
II	18,8	18,5	18,8	19,0
III	20,3	20,2	19,4	19,6
IV	—	—	20,1	19,9

Для описания роста применялось уравнение Бергалаифи (Засосов, 1970)

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}],$$

где  $L_t$  — длина рыбы, соответствующая времени;

$L_{\infty}$  — физиологически предельная длина рыбы;

$t_0$  — теоретический возраст начала весового роста.

Смертность для тресочки Эсмарка Бристольского залива определяли по интегральной формуле Бивертонна и Холта (Засосов, 1970)

$$Z = \frac{(k L_{\infty} - \bar{l})}{\bar{l} - l'}$$

где  $l'$  — средняя длина первой полностью представленной в уловах возрастной группы;

$\bar{l}$  — средняя длина последующих возрастных групп в улове.

При изучении роста тресочки Эсмарка Северного моря использованы средние значения массы рыб за ряд лет для каждой размерной группы. Получена следующая зависимость массы тела от длины

$$W = 0,0156 \cdot L^{2,7451}$$

Вычисленные по методике К. Хоэндорфа (Hohendorf, 1966) уравнения, описывающие рост тресочки Северного моря и Бристольского залива, имеют следующий вид:

$$L_t = 22,41 \cdot \left\{ 1 - e^{-0,57(t - (-0,52))} \right\}; \quad (1)$$

$$L_t = 19,95 \cdot \left\{ 1 - e^{-1,023(t - (-0,98))} \right\}. \quad (2)$$

Длины, вычисленные по уравнениям (1) и (2), и фактические показывают хорошую сходимость, ошибка не превышает 2% (табл. 3).

Для определения коэффициента общей мгновенной смертности из табл. 3 находим значения  $\bar{l} = 18,80$  см,  $l' = 17,52$  см и, подставляя в ин-

тегральную формулу, получим значение  $Z=0,9$ . Так как тресочку Эсмарка в Бристольском заливе не промышленно, можно принять, что величина ( $Z$ ) будет равна коэффициенту мгновенной естественной смертности. По данным Райта (1960) и Бейли Холла (Bailey & Hall, 1971), коэффициенты мгновенной естественной смертности для тресочки Эсмарка Северного моря и района к северо-западу от Шотландии составляют 0,9—1,1 и 0,74 соответственно.

Полученное нами значение естественной смертности сходно с результатами шотландских исследователей. Это обстоятельство, очевидно, объясняется общими чертами биологии и в частности одинаковой продолжительностью жизни тресочки Эсмарка из районов Северного моря, Бристольского залива и к северо-западу от Шотландии.

#### ВЫВОДЫ

1. Рост тресочки Эсмарка характеризуется следующими параметрами (по Берталанфи): соответственно для Северного моря и Бристольского залива —  $L_{\infty} = 22,41$  и  $19,95$  см;  $K = 0,576$  и  $1,023$ ;  $t_0 = -0,52$  и  $0,98$  года.

2. Коэффициент мгновенной естественной смертности тресочки Эсмарка Бристольского залива равен 0,9.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Засосов А. В. Теоретические основы рыболовства. М., «Пищевая промышленность», 1970, 291 с.

Bailey, R. S., W. B. Hall. Year-class fluctuations and mortality rates of Norway pout around Scotland. ICES, Demersal Fish Committee, 1971/F: 12, pp. 1—9.

Bulletin Statistique. ICES, С. М. 1967—1972.

Hohendorf, K. Eine Diskussion der Bertalanffi-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen. Kieler Meerforschungen. H. 1, 1966, S. 70—98.

Lahn-Johannessen, J., Radhakrishnan, N. Further investigations on Norway pout from the North Sea. ICES, Demersal Fish Committee, 1970/F: 18, 1970, pp. 1—6.

Raitt, D. F. S. Preliminary studies on the age and growth of *Gadus esmarkii* (Nilsson). ICES, Gadoid Committee, 1960, No. 40, pp. 1—3.

Raitt, D. F. S. The stocks of *Trisopterus esmarkii* of North Sea. Aberdeen, 1965, Mar. Research No. 1, pp. 1—24.

*The growth rate and mortality of Norwegian pout in the Northeast Atlantic*

A. I. Ostapenko, A. C. Malkov

#### SUMMARY

The growth rate of Norwegian pout is well approximated with the Bertalanffy equation. The coefficient of instantaneous natural mortality of Norwegian pout inhabiting the Bay of Bristol is equal to 0.9 which corresponds to 60% of annual mortality. The index agrees with the results of the study of natural mortality of Norwegian pout from the North Sea and from the area northwest of Scotland.

УДК 639.223 25+639.053.8

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫЛОВА СЕВЕРОМОРСКОЙ ПИКШИ ПО ДАННЫМ УЧЕТНЫХ СЪЕМОК

А. С. Мальков, Н. М. Тимошенко

Интенсивное освоение запаса североморской пикши, начатое советским промыслом в 1965 г., выдвинуло в ряд неотложных задач проблему прогнозирования результативности промысла и состава уловов этого вида.

В течение ряда лет прогнозирование осуществлялось сопоставлением данных биостатистики уловов и материалов траловых съемок. Накопленные сведения позволяют оценить этот метод сбора информации для долгосрочных прогнозов.

Учет североморской пикши впервые начат Абердинской лабораторией (Шотландия) в 1918 г. (Raitt, 1939).

Траловые съемки АтлантНИРО в Северном море выполняются с среднетоннажных судов ежегодно весной и осенью. Первая съемка была сделана осенью 1967 г. (рис. 1), с 1969 г. съемки производятся на всей площади Северного моря, акватория которого подразделяется на статистические квадраты со сторонами, составляющими 30 минут по широте и 1 градус по долготе. В центре каждого из 138 квадратов в светлое время суток делается одно траление донным тралом, имеющим длину верхней подборы 27,1 м и снабженным мягким грунтропом. Мешок траля изнутри оснащен мелкочейным (8—10 мм) покрытием.

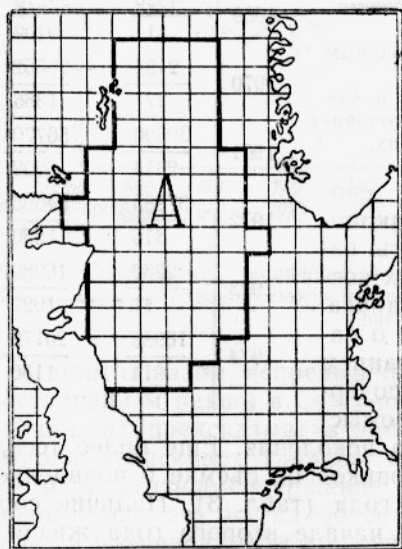


Рис. 1. Схема статистических квадратов тресковых съемок Северного моря (А — акватория, на которой была сделана первая съемка в 1967 г.).

Таблица 1

Уловы пикши в Северном море

Год	тыс. т	Вылов			
		шт. 10 <sup>3</sup>			Всего
		Возраст			
1+	2+	3+			
1967	168	2657	63243	2392	265727
1968	140	5340	167896	7130	314119
1969	640	1709	1115993	534924	1709024
1970	672	136183	356345	1709094	2269713
1971	260	163869	78372	109721	712472
1972	216	4152	121282	63541	659141
1973	190	29483	587617	179356	818978
1974	150	263538	341928	112732	746567



Размерный и возрастной состав уловов пикши рассчитывают как для отдельных районов, так и для всего моря с учетом величины улова на каждой станции съемки.

Для выяснения степени связи результатов съемок с промысловыми ситуациями необходимо прежде всего исследовать характер изменения численности отдельных возрастных групп в исследовательских и промысловых уловах.

Сведения о вылове отдельных поколений пикши в разные годы, полученные на основе данных международной рыболовной статистики (Bulletin Statistique, 1968—1975) и собственных материалов по весовому и линейному росту пикши, представлены в табл. 1. Основные результаты траловых съемок пикши сведены в табл. 2.

Сравнение данных этих таблиц (рис. 2), показывает хорошее согласование динамики вылова возрастной группы 2+, пополняющей промысловое стадо, с учтенной в ходе съемок численностью годовиков этого поколения. Еще лучше эта зависимость проявляется при сравнении процентного, а не абсолютного содержания в уловах рыб соответствующих возрастов. Данные табл. 1 и 3 свидетельствуют о строгой пропорциональности величины годового вылова процентному содержанию в уловах пикши в возрасте 2+ и 3+.

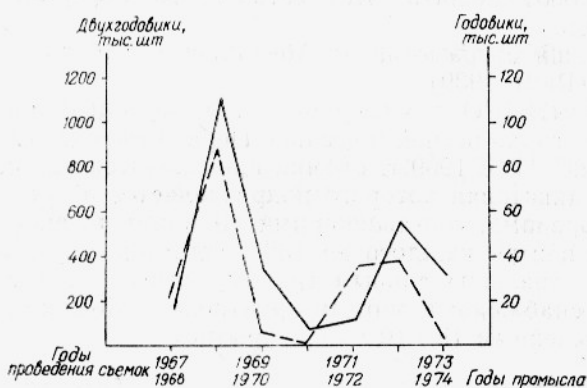


Рис. 2. Связь урожайности поколений с годовым выловом двухлетней пикши: ————— годовый вылов двухлетней пикши в Северном море, тыс. шт.; - - - - - уловы годовиков пикши на весенних траловых съемках.

Выбор методики прогнозирования сводится таким образом, к отысканию закономерностей, позволяющих предугадывать изменения относительного содержания этих возрастных групп в составе промыслового запаса. Имеющиеся материалы свидетельствуют о наличии связи между процентным содержанием годовиков в уловах весенних съемок и содержанием в полученных через два года промысловых уловах подросшей рыбы данного поколения. Еще более тесная связь отмечена между количеством годовиков на съемке и появлением этого поколения в уловах следующего года (табл. 3). Наличие соответствия между количеством молоди в начале второго года жизни и количеством рыб этого поколения, полностью вступающих в промысловую фазу и определяющих величину промыслового запаса, позволяет считать показателями урожайности поколений индексы численности годовиков, полученные на весенних съемках.

Таблица 2

Уловы пикши (числитель — в зоне А, знаменатель — вне зоны А), полученные во время весенних траловых съемок в Северном море (в шт.)

Год	Возраст 1+	Всего
1968	88013	88716
	—	—
1969	4026	29210
	41	9103
1970	2194	20562
	77	1366
1971	30690	56770
	2314	6902
1972	37885	54005
	316	1250
1973	2230	16980
	17	1027
1974	16983	20172
	914	1180

Относительное содержание поколений пикши в исследовательских и промышленных уловах

Встречаемость, в уловах, %	Возраст	Годы						
		1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Весенней съемки	1+	98,2	13,8	11,0	57,2	70,7	13,2	89,1
	2+	4,5	78,3	6,1	15,4	22,7	62,9	38,4
Промысловых	2+	53,1	65,3	15,7	14,0	18,8	72,0	45,8
	3+	2,3	3,1	75,3	15,3	9,6	21,7	14,9

Для прогнозирования тенденций вылова пикши может быть использован и такой показатель, как распространение ее на обследуемой акватории в период проведения траловых съемок. При этом в качестве базиса используется количество особей, пойманных на площади, обследовавшейся в 1967—1968 гг. В долях этой величины выражается улов в остальных квадратах съемки. Установлено, что тенденция изменения общего вылова пикши в Северном море хорошо согласуется с изменениями в распространении этой рыбы, отмечаемыми в ходе учетных съемок предыдущего года (рис. 3). С другой стороны, изменения в распространении молоди, фиксируемые на весенних съемках, отражают тенденции динамики ее годовых выловов (рис. 4).

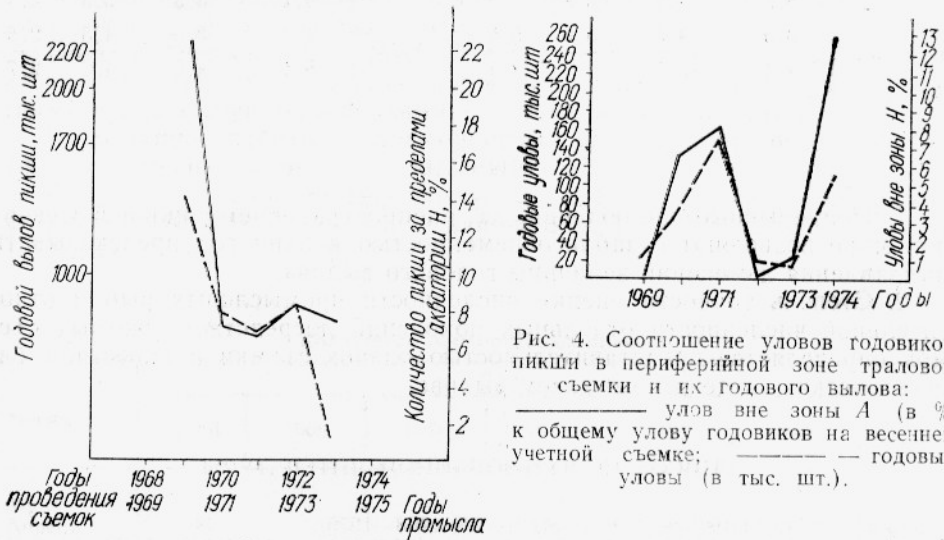


Рис. 3. Соотношение величины годового вылова пикши и ее распространения: ————— годового вылова пикши, тыс. шт., ————— распространения пикши вне зоны А (в %)

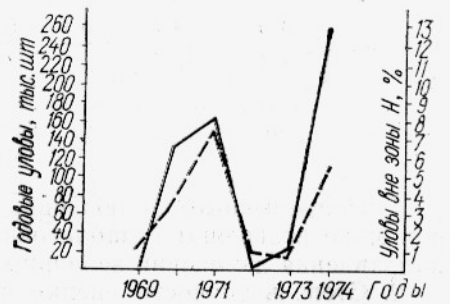


Рис. 4. Соотношение уловов годовиков пикши в периферийной зоне траловой съемки и их годового вылова: ————— улов вне зоны А в % к общему улову годовиков на весенней учетной съемке; ————— годовые уловы (в тыс. шт.).

Таким образом, непрерывное продолжение ряда наблюдений за распространением пикши в Северном море позволяет с заблаговременностью в один год предсказывать направление изменения величины годового вылова, зависящего главным образом от состояния запаса, а абсолютное и процентное содержание в уловах съемок особей отдельных поколений указывает на наиболее вероятное распределение возрастных групп и размеров рыбы в уловах ближайших двух лет.

Степень точности оценки численности промысловых рыб и относительной численности отдельных поколений посредством учетных съемок определяется как представительностью оценок съемки, так и качеством

биостатических сведений о годовом вылове. Показатели численности, получаемые в ходе съемок и представляющие собой относительную меру абсолютной численности, пока не могут считаться строго пропорциональными величине запаса прежде всего ввиду межгодовой изменчивости улавливающей способности трала, обусловленной главным образом межгодовой изменчивостью гидрологических условий и доступности как функции численности. Однако наличие довольно согласованной картины как по тенденциям, так и по величине изменения при сравнении собирающейся в ходе съемок информации с данными статистики уловов, связанных с величиной запаса, делает возможным использование этой информации для прогнозирования результативности промысла (табл. 4).

Таблица 4

Прогнозируемые (числитель) и фактические (знаменатель) условия (на судосутки лова,  $\tau$ ) тресковых в Северном море

Год	Квартал				Год	Квартал			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1970	6,0	5,5	6,0	6,0	1973	5,2	4,5	5,0	4,8
	6,7	5,3	6,1	5,3		4,4	5,0	5,7	4,0
1971	6,0	5,0	5,5	4,5	1974	4,0	3,2	5,0	4,0
	5,2	4,5	5,8	3,6		4,1	3,3	5,3	4,4
1972	3,5	4,5	5,0	5,5	1975	4,0	3,6	4,5	2,3
	4,4	5,7	6,2	4,4		5,4	4,0	4,6	2,7

#### ВЫВОДЫ

1. Непрерывные наблюдения за распространением пикши в Северном море позволяют с заблаговременностью в один год предсказывать направления изменений величины годового вылова.

2. Степень точности оценки численности промысловых рыб и относительной численности отдельных поколений посредством учетных съемок определяется представительностью оценок съемки и качеством биостатических сведений о годовом вылове.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Bulletin Statistique ICES, vol. 51—58, 1968—1975.  
 Raatt, D. S. Stock replenishment and fishing intensity in the haddock of the North Sea. J. du Cons. vol. XI, No. 2, 1939, pp. 211—218.

*Forecasting of catches of haddock from the North Sea based on counting surveys*  
 A. S. Malkov, N. M. Timoshenko

#### SUMMARY

The two- and three-year-old recruits are the most important contribution to the catches of haddock in the North Sea. So the age groups should be assessed in particular for forecasting purposes. The absolute size of recruitment is subject to broad fluctuations which facilitates tracing new trends, but at the same time it makes forecasting more complicated. Prediction of variations in catches can be based on information on the distribution of haddock over the area and on age frequency of occurrence in catches obtained in trawl surveys.

УДК 597.562+597—153(261.26)

## ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК ПИКШИ СЕВЕРНОГО МОРЯ

Ю. Д. Шуваев

О питании личинок пикши Северного моря в первые месяцы их жизни известно не много. По данным Огильвие (Ogilvie, 1938), рацион личинок пикши у берегов Шетландских островов на 90% (по численности) состоит из копепод, причем около 70% приходится на науплий, 7% на яйца и 13% на копеподит и взрослых особей.

Марак (Marak, 1960), указывает, что личинки пикши длиной 3,5—13 мм в районе банки Джорджес питаются преимущественно личинками копепод. Более взрослые личинки поедают мелких копепод (*Oithona* sp., *Centropages* sp.). Молодь пикши длиной более 25 мм может поесть копепод почти всех размеров.

По Т. К. Сысоевой и Л. Г. Базловой (1967), личинки длиной 3—8 мм в основном питаются науплиями и яйцами копепод, но могут питаться также и более крупными рачками — личинками *Euphausiacea*.

Цель данной работы — характеристика питания личинок пикши (3—10 мм) Северного моря.

В работе использованы ихтиопланктонные пробы, собранные сетью ИКС-80 в 1968—1973 гг. в районе 3° в. д. — 3° з. д., 58° — 61° с. ш. (табл. 1).

Таблица 1

Количество обработанных личинок

Месяц	Годы						Всего
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	
Март	—	—	—	13	76	—	89
Апрель	96	93	59	471	468	81	1268
Май	66	108	200	1083	278	114	1849
Июнь	—	—	—	—	—	182	182
Всего	162	201	259	1567	822	377	3388

Перед вскрытием кишечника всех личинок взвешивали и измеряли до конца хорды (*l*), потому что в большинстве случаев хвостовой плавник плохо сохранялся. Личинок объединяли в группы с интервалом в 1 мм, т. е. 3—4 (3,5); 4,1—5 (4,5) и т. д.

Содержимое кишечника анализировали под микроскопами МБС-1 (бинокулярный) и МБИ-4, определяли видовую принадлежность организмов в пищевом комке.

В первые недели жизни в питании личинок преобладали (по массе и численности) яйца и науплии копепод (95—100%) (рис. 1). Соотно-

шение яиц и науплиев копепоид в составе пищевого комка в эти годы было неодинаковым. Так, в 1971 и 1973 г. преобладали науплии. В остальные годы соотношение яиц и науплиев было почти равным. По мере роста личинок значение ранних стадий копепоид в их питании уменьшалось. Видовую принадлежность яиц копепоид не определяли. Группа науплий была представлена в основном: *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Calanus finmarchicus*. Кроме этого, в кишечниках единично встречались *Coscinodiscus* *Lamellibranchiata*.

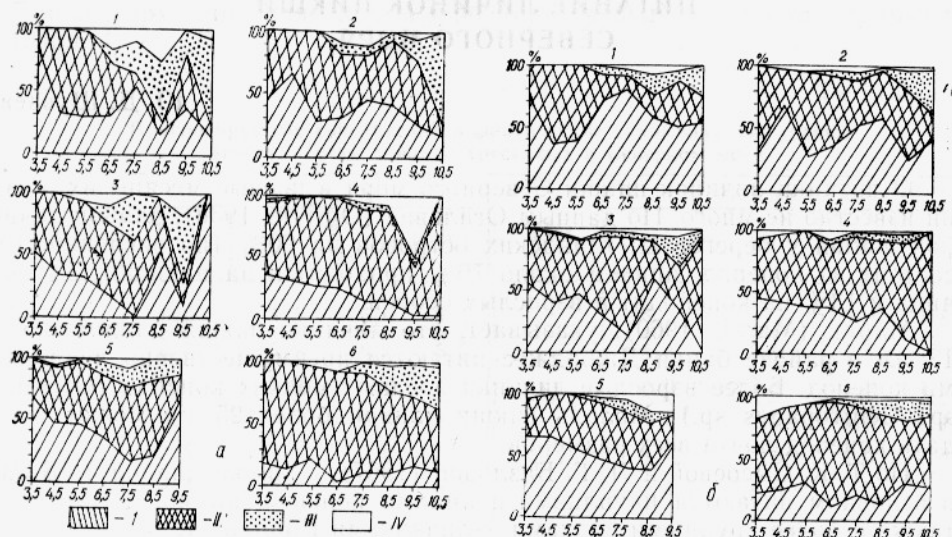


Рис. 1. Значение основных групп зоопланктона (а — по массе; б — по численности) в пище личинок пикши (на абсциссе — размеры личинок в мм): I и II — яйца и науплии копепоид; III — копепоиды и взрослые копепоиды; IV — прочие организмы; 1 — 1968 г.; 2 — 1969 г.; 3 — 1970 г.; 4 — 1971 г.; 5 — 1972 г.; 6 — 1973 г.

Полученные нами результаты для 1968—1972 гг. отличаются от приведенных Огильвие (Ogilvie, 1938) (7% яиц, 70% науплий и 13% копепоидов и взрослых копепоид) и только для 1973 г. рацион личинок (13, 76 и 11%) был близок к этим данным.

В питании личинок, достигших размеров 6 мм, все чаще появляются копепоиды и взрослые копепоиды. Из них доминировали *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Pseudocalanus elongatus*. Реже в кишечниках встречались *Calanus finmarchicus*, *Acartia clausi*, *Microcalanus pusillus*, *Metridia lucens*, личинки *Euphausiacea*, *Decapoda*, *Cumacea*, а также *Lamellibranchiata*, *Limacina* spp., *Oikopleura* spp., *Sagitta* spp., науплии *Cirripedia*.

Помимо этого, у двух личинок пикши размером более 9 мм в кишечниках были обнаружены личинки налима и пикши.

Размерный состав содержимого кишечника меняется (рис. 2). Личинки пикши длиной 3—6 мм питаются в основном организмами (науплиями и яйцами копепоид) размером 0,15—0,3 мм. Иногда в кишечниках встречались и более крупные организмы.

У личинок длиной свыше 6 мм относительные размеры поедаемых организмов увеличиваются. К этому периоду у личинок исчезают остатки желточного мешка, плавательный пузырь заполнен воздухом. У личинок, достигших размеров 6 мм, почти всегда имеются жаберные лепестки и начинают появляться лучи хвостового плавника, видны раз-



вивающиеся челюсти. Передний отдел кишечника значительно расширен, однако желудка еще нет. Отсутствуют и пилорические придатки. У личинок 7 мм и более уже заметен формирующийся желудок и перетяжка между пищеводом и желудком.

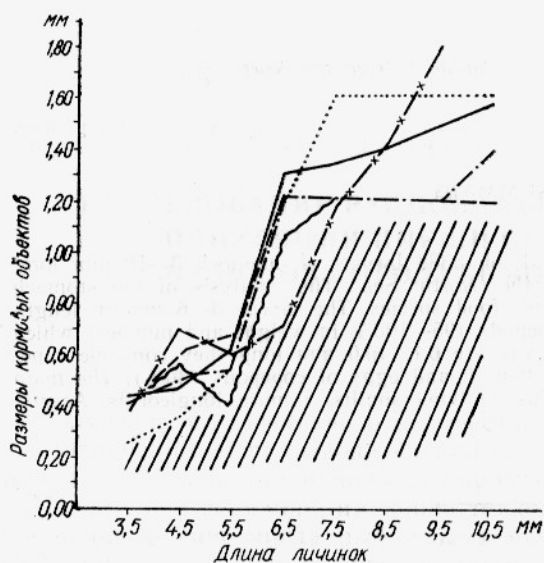


Рис. 2. Размерный спектр организмов пищевого комка личинок пикши — максимальные размеры организмов по годам (штриховкой обозначена амплитуда колебания размеров организмов): ..... — 1968 г.; —x—x—x— 1969 г.; ~~~~~~ — 1970 г.; ———— 1971 г.; ———— 1972 г.; ———— 1973 г.

основном яйцами и науплиями копепод, размеры которых не превышают 0,3 мм.

Более крупные личинки (6,1—10 мм) наряду с науплиями и яйцами копепод способны поедать копеподитов и взрослых копепод.

### ВЫВОДЫ

1. Рацион личинок пикши длиной 3—6 мм на 95—100% состоит из яиц и науплий *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Calanus finmarchicus*. В питании более крупных личинок (6,1—10 мм) доля этих групп организмов снижается до 30% и возрастает значение копеподитов и взрослых копепод.

2. Личинки пикши (3—6 мм) питаются в основном зоопланктерами с размерами меньше чем 0,35 мм. Более крупные личинки (6,1—10 мм) питаются копеподитами и взрослыми копеподами, размеры которых достигают 1 мм.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Сысоева Т. К., Базлова Л. Г. Материал по питанию личинок и пелагических мальков баренцевоморской пикши в 1959—1961 гг. Труды ПИНРО, 1967. Вып. XX. М., изд-во «Пищевая промышленность», с. 65—81.

Олифан В. И. О суточных ритмах питания мальков байкальского хариуса и о суточных ритмах у молоди рыб вообще. ДАН СССР, 1957, т. 114, № 3, М., с. 669—672.

Таблица 2

Степень переваренности яиц копепод в кишечниках личинок (в %)

Год	Непереваренные	Полупереваренные	Переваренные
1968	46,6	24,8	28,6
1969	37,4	26,4	36,2
1970	28,6	35,6	35,8
1971	42,9	28,3	28,8
1972	53,0	16,5	30,5
1973	23,6	35,8	40,6

В кишечниках наряду с частично переваренными организмами встречались непереваренные яйца копепод (табл. 2).

Таким образом, анализ содержимого кишечника личинок пикши позволил установить, что личинки пикши 3—6 мм питаются в

Marak, R. R. Food habits of larval cod, haddock and coalfish in the Gulf of Maine and Georges Bank area. J. du Cons. vol. XXV, No. 2, 1960, 147—157.

Ogilvie, H. S. The food of the postlarval haddock with a reference to the annual fluctuations in the haddock broods. Rapp. et Proc. Verb. des Reun. vol. CVII, No. 3, 1938, 62—67.

### Feeding habits of larvae of haddock from the North Sea

Ju. D. Shuvaev

#### SUMMARY

In the springs of 1968—1973 a total of 3388 larvae of haddock 3—10 mm long were taken in the north-west part of the North Sea. The analysis of the stomach content has revealed the main groups of food species. The larvae 3—6 mm in length feed mainly on eggs and nauplii of copepods (95—100% in weight and number) which are not longer than 0.35 mm. When larvae are 6.1—10.0 mm long they consume copepodites and adult copepods along with nauplii and eggs of copepods (30%). The main food species are *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Calanus finmarchicus*.

УДК 639.223.2+639.2.053.8+639.2.031.5(261.26)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОПУЛЯЦИИ ПИКШИ СЕВЕРНОГО МОРЯ НА ОСНОВЕ ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ

**В. В. Шевченко**

Получение максимального количества ихтиомассы при одновременном сохранении воспроизводительной способности популяции — основная задача при ведении рационального промысла рыб.

Переменная величина, имеющая тенденцию к увеличению, это вылов, т. е. произведение числа рыб, изымаемых промыслом, на их среднюю массу (запас — общее количество биомассы, накопленное популяцией на данный момент, а продуктивность — скорость прироста массы, т. е. скорость создания органического вещества популяцией). Необходимо определить, нужно ли планировать промысел так, чтобы получить максимум живого вещества от эксплуатируемой популяции, или только свести к минимуму потери, обусловленные естественной смертностью. Для разных ситуаций можно предложить различные решения. Трудность их сравнения требует моделирования важнейших элементов продукционных процессов с помощью ЭВМ.

Наиболее результативны модели, основанные на определении численности популяции с помощью виртуально-популяционного анализа (ВПА) и количественной оценки потребления и распределения ассимилированной популяцией энергии в виде пищи.

Моделью выбрана популяция пикши Северного моря, занимающей видное место в отечественном и европейском рыболовстве; кроме того, методики сбора и обработки многолетних биологических данных по пикше унифицированы, а некоторые стороны ее обмена изучены относительно полно (Thompson, 1926; Steele, 1965; Jones and Hislop, 1974). На основе учета разового наполнения желудочно-кишечного тракта, скорости переваривания (Jones, 1974) и величины суточных рационов, а также данных респирометрических экспериментов с учетом активного обмена рыб (Tytler, 1969) нами расчислены годовые балансы вещества и энергии (в кал и в г сырого вещества) для возрастных групп пикши и соотношение отдельных форм обмена (табл. 1).

При анализе затрат на прирост, энергетический и генеративный обмен обнаруживаются значительные различия у последовательных возрастных групп пикши. Так, например, величина использования ассимилированного вещества на рост составила около 18% у двухлетков и трехлетков, постепенно снижаясь до 6% у шестигодовиков. В то же время затраты на энергетический обмен у старших рыб составили около 87,5%, у молодых — всего 81,2%. Обратная зависимость прослеживается при сравнении затрат на генеративный обмен.

Жизненный цикл североморской пикши короче, чем у рыб других популяций этого вида (рис. 1). Значения коэффициентов  $K$  в уравнении-

Средние годовые балансы вещества у возрастных групп пикши Северного моря (в г сырого вещества)

Показатели	Возраст, годы					
	0,75	1,75	2,75	3,75	4,75	5,75
Масса, г	38	113	310	506	673	792
Прирост за год, г	75	197	196	167	119	
Траты на обмен за год *	360	840	1260	1560	1755	
	(81,2)	(81,2)	(81,8)	(84,7)	(87,5)	
Генеративный обмен *	—	—	85	113	132	
			(5,5)	(6,2)	(6,5)	
Сумма ассимилированного за год вещества, г	435	1037	1541	1840	2006	
Валовый рацион, г	544	1296	1926	2300	2508	
$K_1$ } в %	13,8	15,2	10,1	7,0	4,7	
$K_2$ }	17,2	18,9	12,7	8,9	5,9	
Кормовой коэффициент	7,2	6,5	9,9	14,3	21,2	

\* Числитель — в г, знаменатель — в %.

ях линейного роста пикши, высокие в послевоенный период\*, как известно, характеризуют общий уровень обменных процессов в популяции, и в значительной степени зависят от среды обитания рыб.

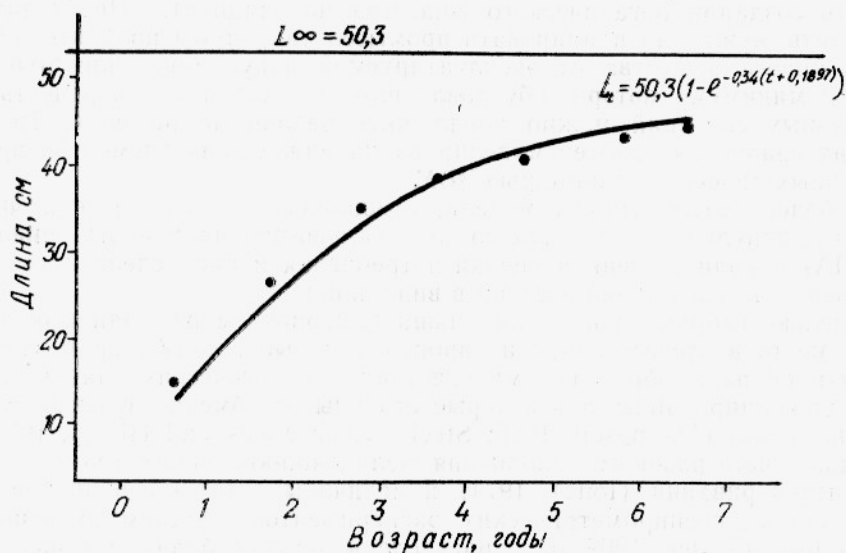


Рис. 1. Рост североморской пикши в 1967—1971 гг., рассчитанный по формуле Бергаланфи.

Используя количественные оценки потребления и распределения отдельными возрастными группами сырого вещества и абсолютную численность рыб, установленную на основе ВПА (Шевченко, 1974) (табл. 2) попытаемся подойти непосредственно к стратегии промысла. В популяции резко выражены флюктуации численности отдельных поколений, что

\* Популяционный рост пикши за 1922—1937 гг. (Beverton, Holt, 1957) описан уравнением:  $L_t = 49,4(1 - e^{0,20t})$ , а за 1945—1950 гг. (Parrish, Jones, 1953) уравнением:  $L_t = 49,4(1 - e^{0,38t})$ .

особенно проявляется на численности рекрутов в отдельные годы. Усредненные значения численности последовательных возрастных групп за 15 лет промысла дают представление о характере убыли особей за счет промысла и естественных причин. При этом расчисленные средние значения промысловой смертности ( $F$ ) за этот период составляют 1, коэффициент естественной смертности ( $M$ ) — 0,2, а среднее значение общей смертности ( $Z$ ) — 1,2\*.

Таблица 2  
Численность промысловой части популяции пикши Северного моря в 1957—1971 гг.

Годы промысла	Возраст, годы							Общая
	2	3	4	5	6	7	8	
1957	491,5	296,2	97,8	39,1	8,5	0,8	0,4	934,3
1958	75,5	322,7	149,6	32,5	10,5	3,0	0,2	594,0
1959	48,4	51,8	193,0	37,1	10,5	3,6	0,1	344,5
1960	310,1	31,9	32,4	66,7	11,6	2,6	0,8	456,1
1961	140,3	182,6	13,9	19,3	19,0	+	+	375,1
1962	104,3	92,0	47,8	5,9	10,0	0,2	+	260,2
1963	387,6	56,9	31,5	7,5	4,0	2,9	+	490,4
1964	3096,4	225,0	40,1	19,3	5,0	2,5	0,8	3389,1
1965	22,2	2031,6	51,5	3,9	1,4	0,7	+	2065,4
1966	26,7	14,0	1157,3	26,8	+	+	+	1225,5
1967	239,2	20,0	9,7	488,8	18,7	0,1	+	776,5
1968	569,2	142,8	13,8	6,8	127,3	11,7	+	872,3
1969	5349,5	292,8	42,5	11,1	5,3	31,2	9,6	5742,0
1970	412,1	2327,6	119,1	4,0	2,0	2,0	4,4	2871,2
1971	131,5	265,1	519,8	61,3	+	+	+	977,9
Средняя	760,3	423,5	170,2	55,3	15,6	4,1	1,1	1425,0

При каких же параметрах эксплуатации, этого «условно-среднего поколения» возможно получение максимальной продукции? На рис. 2

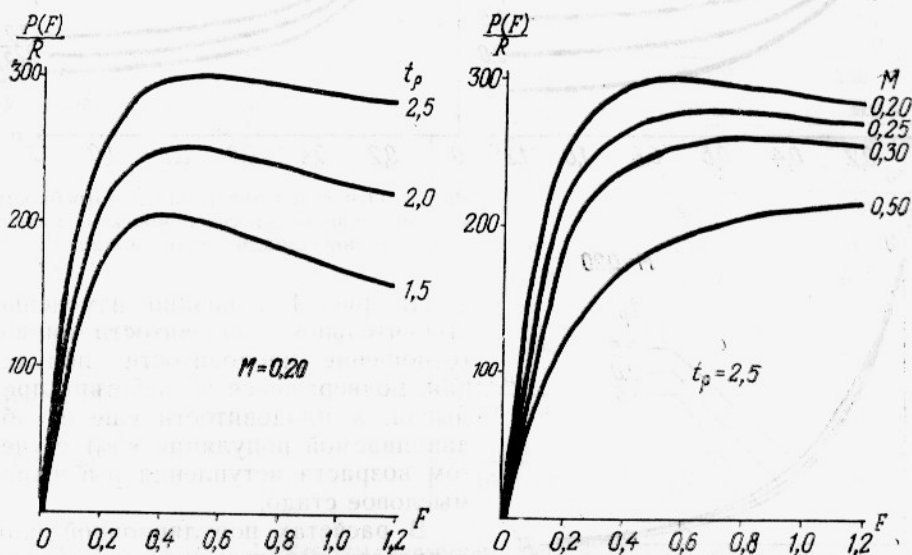


Рис. 2. Продуктивность популяции североморской пикши в расчете на одного рекрута.

приведены расчетные значения урожая популяции или вылова на единицу пополнения с учетом роста рыб и характера смертности. Общий вид

\* Обозначения заимствованы из работы Дана (Daan, 1975).



изменения вылова в расчете на рекрута относительно промысловой смертности и возраста рыб, вступающих в промысловое стадо, аналогичен кривым, полученным Бивертоном и Холтом для рыб других видов. Максимум продукции возрастает с увеличением возраста вступления рыб в промысловое стадо и соответственно с уменьшением коэффициентов естественной смертности.

Для выбранных значений параметров  $t_p^*$  и  $M$  максимума вылова ликши (в расчете на рекрута) достигает при следующих значениях  $F$ : при  $M=0,20$   $F=0,35 \div 0,65$  и при  $M=0,30$  соответственно  $F=0,50 \div 0,85$ . С ростом  $M$  диапазон значений коэффициентов промысловой смертности растет, а так как расчеты проведены для одних и тех же значений  $t_p$ , то и максимумы продуктивности сдвигаются в сторону больших значений  $F$ . Максимум вылова (в расчете на рекрута) колеблется от 160 до 380 г.

Проследим, как будет меняться при этом величина потреблений пищи ( $\Phi$ ) на рекрута (рис. 3) при различных параметрах  $t_p$  и  $M$ . С увеличением возраста вступления пополнения в промысловое стадо ( $t_p$ ) рацион популяции меньше отличается от рациона девственной популяции, т. е. на единицу прироста биомассы тратится больше пищи. Влияние коэффициентов естественной смертности не столь значительно хотя и достаточно заметно.

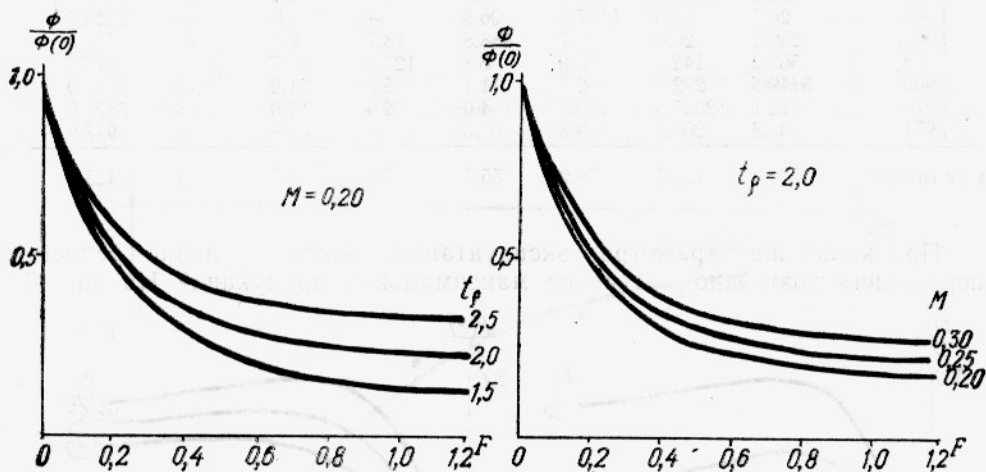


Рис. 3. Относительная годовая потребность в пище популяции североморской ликши в зависимости от промысла.

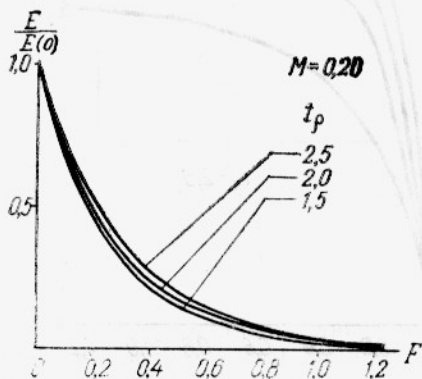


Рис. 4. Процентное изменение популяционной плодовитости в зависимости от промысловой смертности.

На рис. 4 показано изменение относительной плодовитости ликши (отношение плодовитости популяции, подвергшейся воздействию промысла, к плодовитости еще не облавливаемой популяции  $e/e_0$ ) с учетом возраста вступления рыб в промысловое стадо.

В расчетах популяционной плодовитости использована полученная нами кривая изменения процентного соотношения самок в популяции в зависимости от длины тела и массы рыб. Минимальные раз-

\*  $t_p$  — возраст в начале облова (Daan, 1975).

меры рыб из траловых уловов 26 см. Отсюда, используя формулу соотношения плодовитости и массы рыб и учитывая уменьшение количества самцов в процессе роста, нам удалось выявить общий характер изменения плодовитости в зависимости от промысловой и естественной смертности.

Ход кривых для  $t_p=1,5$  и  $t_p=2,0$  оказался близким; это в общем подтверждает то, что к двум годам пикша не достигает массовой зрелости, тогда как кривая  $E/E_0$  для  $t_p=2,5$  говорит об увеличении к 2,5 годам процента половозрелых особей. Эти выводы можно сделать еще и потому, что в исходной формуле учитывается зависимость плодовитости от массы рыб, а также роль каждого возрастного класса в формировании общего потенциала воспроизводства. Увеличение возраста рыб, пополняющих промысловое стадо, по-видимому, повлечет за собой резкое увеличение количества выметанных половых продуктов при одних и тех же значениях промысловой смертности.

Таблица 3

Экологические характеристики пикши Северного моря

Показатели	Условный возраст вступления рыбы в промысловое стадо ( $t_p$ )		
	1,5	2,0	2,5
Потребление пищи $\Phi$ , $\frac{z}{T}$	2,016	3,272	5,195
	$1532 \cdot 10^3$	$2487 \cdot 10^3$	$3940 \cdot 10^3$
Калорийность $\Phi$ (1,07 ккал/г)	2,157	3,501	5,559
	$1639 \cdot 10^6$	$2660 \cdot 10^6$	$4424 \cdot 10^6$
Продукция прироста $\Delta W$ , $\frac{z}{T}$	198	256	340
	$151 \cdot 10^3$	$195 \cdot 10^3$	$258 \cdot 10^3$
Калорийность продукции $\Delta W$ (0,92 ккал/г)	182,1	235,5	312,8
	$138 \cdot 10^6$	$178,9 \cdot 10^6$	$237,8 \cdot 10^6$
	$5,1 \cdot 10^3$	$6,7 \cdot 10^3$	$75 \cdot 10^3$
	$3786 \cdot 10^9$	$5092 \cdot 10^9$	$5700 \cdot 10^9$
Калорийность икры (0,4252 ккал/икринку)	2169	2847	323,0
	$159 \cdot 10^6$	$213 \cdot 10^6$	$245 \cdot 10^6$
Урожайность $v$ , $\frac{z}{T}$	173	232	292
	131,480	176,320	221,920
Биомасса $B$ , $\frac{z}{T}$	994	1185	1354
	$755 \cdot 10^3$	$900 \cdot 10^3$	$1100 \cdot 10^3$
Численность рыб	2,1	1,9	1,6
	$1600 \cdot 10^6$	$1420 \cdot 10^6$	$1193 \cdot 10^6$

Примечания: 1. Расчеты приведены для среднего уровня пополнения ( $R=760 \cdot 10^6$  шт.), при уровне смертности ( $Z=1,2$ );  $E=1,0$ ;  $M=0,2$ .

2. В дробях: числитель — на рекрута, знаменатель — на популяцию.

При сложившемся в последние годы уровне эксплуатации пикши ( $Z$ ), при коэффициенте естественной смертности  $M=0,20$  и  $t_p=2,0$  потребление пищи на одного рекрута составило за среднюю продолжительность

жизни 3272 г. При максимальном за последние 50 лет пополнении пикши (1967 г.) общее потребление пищи ее популяцией составило не (менее 9,8 млн. т. что говорят о довольно больших пищевых ресурсах, потенциально доступных популяции. Численность популяции составляла не менее 5,6 млрд. особей; при средней численности популяции в 1425 млн. особей потребление пищи не превышало 2,5 млн. т.

С увеличением минимального возраста вступления рыб в промысловое стадо до 2,5 лет потребление пищи возрастает при одновременном снижении относительного прироста биомассы популяции. Следовательно, не существует однозначного решения как в отношении получения максимальной продукции, так и в отношении оптимального использования кормовой базы; это относится и к изменению потенциала воспроизводства.

Таким образом, увеличение возраста рекрутов позволяет в известной мере увеличить объем изымаемой ихтиомассы. Потенциал воспроизводства при этом также увеличится. Однако экологическая эффективность популяции пикши (величина потребления корма на единицу прироста биомассы в экосистеме) снизится. Следует также иметь в виду характер пищевой конкуренции между отдельными промысловыми видами в пределах самой экосистемы.

## ВЫВОДЫ

1. В популяции пикши Северного моря в послевоенные годы увеличился темп роста длины и массы особей, а также скорость полового созревания (пикша в среднем стала созревать на год раньше), при этом резко возрасла плодовитость одновозрастных групп самок. Появились чрезвычайно урожайные поколения. Таким образом, возросла экологическая эффективность популяции в рамках всей экосистемы Северного моря.

Из анализа кривых показателей продуктивности в расчете на рекрута следует, что максимальный урожай мог бы быть получен при меньших значениях промысловой смертности благодаря увеличению возраста рекрутирования. Величина естественной смертности влияет на выход продукции в расчете на рекрута, однако именно возраст вступления рыб в промысловое стадо более всего сказывается на эффективности прироста рыб. Учитывая огромные флуктуации численности популяции данного вида и широкий спектр использования пищевых организмов такой подход оправдан. Это подтверждается незначительностью депрессии роста пикши Северного моря в годы вступления в промысел экстремально урожайных поколений.

2. Величина потребленной пищи резко меняется в зависимости от промысловой смертности, особенно увеличивается темп уменьшения ихтиомассы с увеличением  $F$ . Еще более высокими темпами снижается потенциал воспроизводства.

3. Возможна экстраполяция существующих значений показателей продуктивности на необлавливаемые популяции или на более высокие значения промысловой смертности. Отдавая себе отчет в том, что именно условия воспроизводства определяют тип динамики численности и биомассы пикши, что само по себе является крупнейшей проблемой для исследователей, мы твердо убеждены также в том, что лишь одно определение запасов не может решить проблему, рационального рыболовства. В настоящее время необходима оптимальная эксплуатация отдельных экосистем, что особенно актуально для внутренних водоемов нашей страны, а также для таких традиционных районов промысла, как Северное и Балтийское моря.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Шевченко В. В., Полонский А. С., Шатуновский М. П. Биопродуктивные особенности популяции пикши Северного моря. М., ОНТИ ВНИРО, 1974, 80 с.
- Blacker, I. Synopsis of biological data on haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.) FAO, Rome, 1971, 1—30.
- Daan, N. Consumption and production in North Sea cod, *Gadus morhua*: an assessment of the ecological status of the stock. Netherlands J. of Sea Res. 9(1), 1975, 24—55.
- Jones, R. The rate of elimination of food from the stomachs of haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, cod *Gadus morhua* and whiting, *Merlangius merlangus*. J. Cons. Explor. Mer. 35(3): 225—243, 1974.
- Jones, R. J., R. G. Hislop. Investigation into the growth of haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.) and whiting *Merlangius merlangus* (L.) in aquaria. J. Cons. Explor. Mer. 34, No. 2, 1972, 174—189.
- Steele, I. N. Some problems in the study of marine resources. ICNAF. Spec. Publ. vol. 6, 1965, pp. 463—476.
- Thompson, H. Haddock biology-III. Metabolism of haddock in the aquarium. Fish. Scotland Sci. Investig. vol. 2, 1926, pp. 14—16.
- Tytler, P. P. Relation between oxygen consumption and swimming speed in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus*. Nature, 221, 1969, pp. 274—5.

*Investigations of the exploitation rate of the population of haddock [from the North Sea on the basis of a production model*

V. V. Shevchenko

### SUMMARY

The estimation of optimum fishing mortality of haddock from the North Sea is made on the basis of experimental observations on the usage of accumulated food energy for growth, standard and generative metabolism by various age groups of haddock and assessment of their absolute abundance. It is shown that productivity varies from 140 to 300 g per recruit with respect to the age of fish entering the fishing stock, natural and fishing mortality. The rise in the optimum fishing age of haddock from 2 to 2.5 years increases production by 30% per recruit. The reduction in natural mortality from 0.30 to 0.20 increases production by 15% only.

УДК 574.5:615.31

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ В МЕДИЦИНЕ

И. С. Ажгихин, В. Г. Гандель, В. М. Печенников,  
Н. В. Серебрянников, В. В. Финкель

Морские организмы — богатейший источник различных химических соединений (нередко более ценных, нежели исходные продукты), использование которых в народном хозяйстве может открыть новые перспективы. Это в первую очередь относится к биологически активным веществам гидробионтов, которые уже начали находить применение в сельском хозяйстве, животноводстве, и особенно, в медицине, где одни лекарственные препараты постоянно сменяются другими, в том числе и принципиально новых типов действия, открытых в морских организмах.

Как известно, до последнего десятилетия основными источниками новых лекарств были синтетические вещества и вещества животного и растительного происхождения, которые составляют почти половину общего числа современных лекарственных средств, причем наиболее эффективные фармакологические группы (гликозиды, алкалоиды, гормоны, антибиотики, простагландины, келоны и т. д.).

В 70-е годы все более подтверждалась необходимость поиска принципиально новых лекарств в животных системах, чему особенно способствовало открытие в животных организмах простагландинов и келонов. Однако к этому времени растительный и животный мир суши в большей степени был изучен, практически не изученными оставались лишь обитатели Мирового океана. Причины усиления внимания к морским организмам как к новому источнику лекарств, можно свести к следующим.

1. Продуктивность моря выше продуктивности земли (ежегодно 1 га океана производит 2,5—7,5 т сухих органических веществ, а общая продуктивность Мирового океана составляет 40—150 блн. т органических веществ в год).

2. Истощение ресурсов синтетической химии, приведшее к сокращению в несколько раз числа оригинальных препаратов.

3. Сокращение числа неизученных растительных и животных объектов — обитателей суши, перспективных для фармакологии.

4. Открытие в морских организмах высокоактивных соединений.

5. Изобилие океанического ареала (свыше 70% поверхности земного шара) живыми организмами, из которых менее 1% проверено на наличие биологически активных веществ.

6. Чрезвычайное разнообразие условий обитания морских организмов, включая экстремальные (колоссальное давление, отсутствие солнечной энергии, низкое содержание кислорода и т. д.), позволяющее предполагать наличие уникальных приспособительных механизмов, в том



числе и химических компонентов, обеспечивающих генерацию энергии, системы переноса электронов, поиска пищи, медиацию и т. д., а также существование цепи питания.

7. Открытие интимных регуляторов жизнедеятельности клетки, включая функцию клеточной мембраны и дифференциации клеточного деления (простагландинов и келонов — нового класса природных соединений, найденных не только в организмах высших животных, но и у беспозвоночных); обнаружение простагландинов в кораллах (в исключительных для наземных организмов количествах) послужило стимулом к изучению обитателей океана на наличие биологически активных веществ.

В 60-е годы нашего столетия начали действительно изучать и использовать в медицине биологически активные вещества (БАВ) гидробионтов. В это время были разработаны организационно-методические и научные основы выборочного определения БАВ гидробионтов. В короткий срок было выделено ряд биологически активных веществ, фармакологическое изучение которых подтвердило их несомненную перспективность для медицины.

С середины 60-х годов впервые в национальных масштабах были приняты многолетние перспективные проекты комплексного использования богатств Мирового океана, в которых особое внимание уделялось изучению гидробионтов на наличие БАВ. В частности, в 1966 г. в США была утверждена специальная программа, включающая изучение беспозвоночных Карибского региона, дополненная в 1969 г. решением об интенсификации исследований БАВ гидробионтов в национальном масштабе и привлечением к экспериментально-поисковым работам 16-ти университетов и 8-ми фармацевтических колледжей страны (Yonhgen, 1969).

Привлечение крупных научных коллективов к проблеме «Лекарства из моря», создание национальных центров лекарствоведческого изучения гидробионтов, использование современной аналитической техники уже в начале 70-х годов позволили исследователям выделить и идентифицировать из различных морских организмов несколько сот БАВ (Ruggieri, 1975).

В табл. 1 приведен краткий перечень наиболее интересных в фармакотерапевтическом отношении БАВ гидробионтов, уже применяющихся в клинике или исследуемых (Burkholder, 1963; Der Marderosian, 1969; Russell, 1967).

Биологически активные вещества гидробионтов

Препарат	Организм-источник	Область применения, назначение
Тетродотоксин	<i>Spheroides rubripes</i> и др.	Спазмолитик, анестетик
Морруат натрия	<i>Gadus morhua</i>	Терапия варикозного расширения вен
Протамин-сульфат	Salmon (молоки)	Прологнатор действия инсулина, гепарина
Рыбий жир	Печень трески	Источник витаминов А и Д
Альгиновая кислота	<i>Fucus</i> sp. и др.	Вспомогательное вещество
Каррагинан	<i>Chondrus crispus</i>	Антиульцерогенное средство
Цефалоспорин С	<i>Cephalosporium acremonium</i>	Антибиотик
Каиновая кислота	<i>Digenea simplex</i>	Антгельминтик

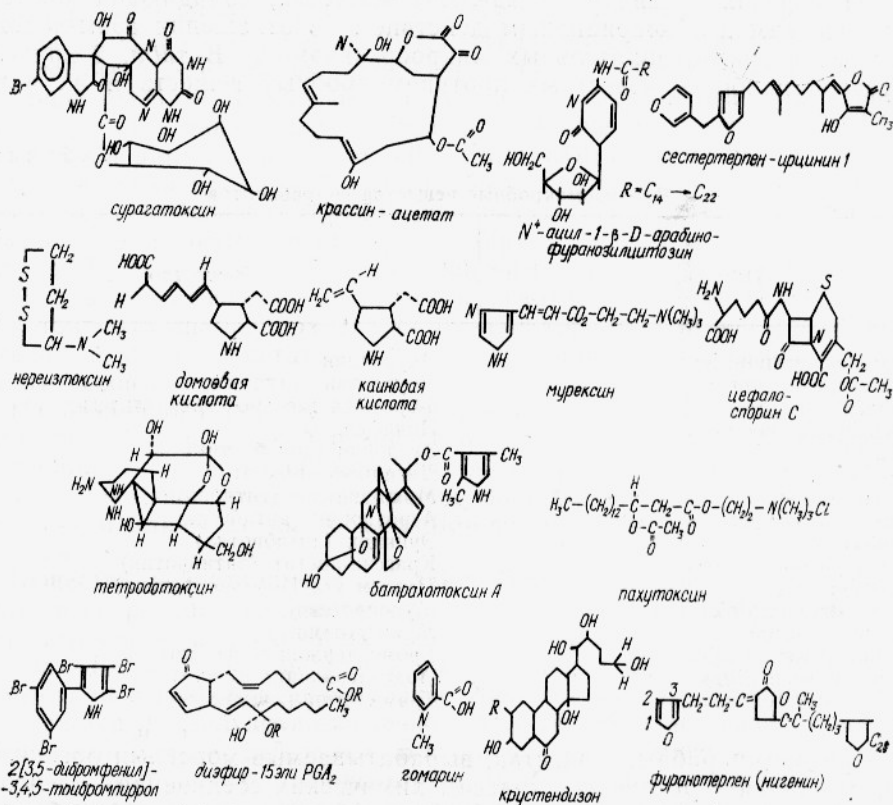
Препарат	Организм-источник	Область применения, назначение
Пиридин-альдоксил-метнодид	Электрический угорь	Антидот при отравлении инсектицидами
Нереизтоксин	<i>Lumbriconereis heteropoda</i>	Основа новых инсектицидов
Домоевая кислота	<i>Chondria armata</i>	Антгельминтик
Ламинин	<i>Laminaria anquastata</i>	Гипотензивное средство
Ламинарин	<i>Laminaria coloustoni</i>	Антикоагулянт
Эктионин	<i>Microciona prolifera</i>	Антибиотик
Крассин-ацетат	<i>Plexaura crassa</i> и др.	Цитостатик, противомикробное средство
Голотурин А	<i>Actinopyga agassizi</i>	Противоопухолевое средство
Паолин I и II	Mollusca (многие виды)	Цитостатик, противомикробное средство
Эптатретин	<i>Eptatretus stouti</i>	Кардиотоническое средство
Арабинофуранозил-цитозин	<i>Cryptotethia crypta</i>	Антинеопластик
Палитоксин	<i>Palithoa toxica</i> и др.	Цитостатик
Простагландины E, F, A	<i>Plexaura homomalla</i> и др.	Миотропные, гипотензивные, вазоактивные средства
Мерценин	<i>Mercenaria mercenaria</i>	Антинеопластик
Батрахотоксин А	<i>Phyllobates aurolaenia</i>	Миотропное, нейротропное средство
Сурагатоксин	<i>Bobyronica japonica</i>	Холинотропическое средство

В выделенных в настоящее время БАВ гидробионтов обнаружены различные по действию группы: миорелаксанты, ганглиоблокаторы, кардиотоники, вещества психотропного типа действия, гипотензивные, слабительные, рвотные, отхаркивающие, противовоспалительные, цитостатики, антикоагулянты, миотропные, стимуляторы фагоцитоза, противомикробные, фунгицидные, противовирусные, а также антибиотики, гормоны, нейромедиаторы, витамины, микроэлементы и др. Среди полученных и идентифицированных БАВ морских организмов, представляющих фармакотерапевтический интерес, можно выделить следующие чаще всего встречающиеся группы: стероиды (стероидные гормоны, стеролы, сапонины, спирты и желчные кислоты), терпеноиды (моно- и дитерпены, фуранотерпены, сесквитерпены, сестертерпены), хиноны (бензохиноны, антрахиноны, нафтахиноны), различные бромсодержащие соединения (алкалоиды, антибиотики), гетероциклические соединения (весьма обширная и интереснейшая фармакологически группа веществ; к ней относятся, например, необычного строения нуклеозиды спонготимидин и спонгоуридин; ставший уже клиническим препаратом тетродотоксин — широко распространенное вещество в некоторых гидробионтах), нитросульфосоединения, различные полиены и др. (Faulkner, Andersen, 1974; Bhakuni и Silva, 1975).

### Некоторые биологические активные вещества морских организмов

Как известно, сама морская вода содержит вещества, обладающие биологической активностью и, прежде всего, бактерицидного и вирусоцидного действия. Очень разнообразны БАВ фитопланктона, морских грибов, микроорганизмов, перспективных для получения новых антибиотиков, цитостатиков, средств, влияющих на обменные и репарационные процессы и т. д. (Baslow, 1969).

Однако наибольший интерес представляет в настоящее время изучение БАВ морских макроорганизмов (растений и животных), часто имеющих специальные органы для их синтеза (Halstead, 1965—1970).



**Противомикробные вещества** — самая многочисленная группа биологически активных веществ гидробионтов, характеризующаяся наибольшим разнообразием химических и фармакологических свойств. Почти в каждом из обследованных морских организмов, принадлежащих к различным таксономическим единицам (водоросли, губки, моллюски, иглокожие и др.) обнаружены соединения, оказывающие противомикробное действие. В частности, исключительным богатством видов, продуцирующих противомикробные вещества, отличаются морские водоросли и губки. Так, по данным П. Р. Буркхольдера (Burkholder et al., 1960) из 150 видов морских водорослей, обитающих в водах региона Пуэрто-Рико, 66 содержат противомикробные вещества, ингибирующие рост различных микроорганизмов. Из 777 губок Атлантического и 464 губок Тихого океанов больше половины (462 и 280 соответственно) содержат различные вещества, губительно действующие на грам-положительные и грам-отрицательные микроорганизмы (Burkholder, 1969). Морские организмы вырабатывают противомикробные вещества вследствие антибиозиса, занимающего совершенно исключительное место в межвидовой борьбе за существование гидробионтов. Эти вещества могут оказывать губительное действие и на виды, между которыми нет непосредственной конкуренции за ареал обитания и источники пищи (например, кишечнополостные и рыбы). Именно антибиозисом можно объяснить наличие антимикробных, антибиотических веществ везде, где существуют морские организмы. Эти вещества могут накапливаться в определенных органах и тканях гидробионтов, экскретироваться в окружающую сре-

ду при наличии опасности или в определенные моменты их биологического цикла, а также непрерывно секретироваться некоторыми обитателями океана в воду.

Из морских организмов выделены вещества, обладающие бактериостатическим и бактерицидным действием в отношении грам-положительных и грам-отрицательных микроорганизмов. В табл. 2 приведен перечень наиболее известных противомикробных веществ и их источников.

Таблица 2

Противомикробные вещества гидробионтов

Источник	Вещество
<i>Laurencia grandulifera</i>	Лауренин
<i>Laurencia nipponica</i>	Лауреатин
<i>Polysiphonia morrowii</i>	5-бром-3,4-дигидроксибензальдегид
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Полифенолы
<i>Microciona prolifera</i>	Эктионин (антибиотик)
<i>Agelas</i> sp.	Дигидроксииндолы
<i>Microciona</i> sp.	Микроционин (антибиотик)
<i>Aplysia aerophoba</i>	Азротионин (антибиотик)
<i>Eunicea mammosa</i>	Эуницин (антибиотик)
<i>Pseudoplexaura crassa</i>	Крассин-ацетат (антибиотик)
<i>Strombus gigas</i>	Паолин I и II (мукопротеин)
<i>Crassostrea virginica</i>	Мукопротеин
<i>Pannulirus argus</i>	Мукопротеин
<i>Balanoglossus biminiensis</i>	Бромсодержащие фенолы
<i>Balanoglossus gigas</i>	Иодсодержащие фенолы
<i>Grommistes sexlineatus</i>	Граммистин (антибиотик)

Противомикробные вещества, вырабатываемые морскими организмами, относятся к различным классам химических соединений — фенолам, терпеноидам, жирным кислотам, гетероциклам, нередко необычного строения, характерного только для гидробионтов. Среди них наиболее часто встречаются различные галоидсодержащие (обычно бром, реже — иод, еще реже — хлор) соединения (Bhakuni и Silva, 1975).

**Противовирусные вещества** очень трудно выделять: сложно приготовление образцов, выбор и стандартизация сред, что усугубляется широчайшим распространением антивирусных соединений и их смесей в гидробионтах. Тем не менее, к настоящему времени экспериментально доказано наличие значительных количеств противовирусных веществ, продуцируемых различными гидробионтами и в некоторых случаях удалось установить их природу (Ruggieri, 1975). Наиболее продуктивные источники противовирусных веществ — многие виды моллюсков и водорослей (Der Marderosian, 1969; Schwimmer and Schwimmer, 1955). Чаще всего противовирусным действием обладают определенные полипептиды, полисахариды, нуклеозиды, мукопротеины. В частности, сильным противовирусным действием широкого диапазона, подтвержденным в эксперименте и клинике, характеризуется паолин III, имеющий пептидную структуру; из многих моллюсков получены сульфатированные полисахариды, из водорослей и губок экстрагированы цитозинарабинозиды (Nigrelli et al., 1967). Противовирусные вещества, выделенные из морских организмов, действуют на различные виды и варианты вирусов в опытах *in vitro* и *in vivo* (Baslow, 1969).

**Цитостатические (антинеопластические) вещества** ингибирующие рост перевиваемых опухолей, вызывая их четкий регресс, обнаружены в морских организмах, принадлежащих к различным таксономическим единицам (Nigrelli et al., 1967; Burkholder, 1959; Weinheimer and Matson,

1975). Так, келон, вызывающий обратное развитие малигнизированного эпидермиса мышей, выделен из *Gadus morhua*. Экстракт из *Acanthaster planci*, содержащий смесь стероидных сапонинов, угнетает рост эпидермальной карциномы у человека. Цитостатическое действие оказывают сапонины, выделенные также из иглокожих *Pisaster sp.*, *P. miniata*, *P. helianthoides* (Nigrelli et al., 1967). Из *Loligo pealii*, *Mercenaria camp.* (моллюски) и *Acanthaster planci* (иглокожие) выделены вещества, угнетающие развитие опухолей невирусной этиологии. Вещества, угнетающие рост и развитие клеток, выделены также из кишечнорастворимых: *Corymorpha palma*, *Clava squamata*, *Chlorohydra viridissima* и губок. В экстракте губки *Cryptotethya crypta* были обнаружены в значительных количествах необычного строения нуклеозиды: спонгозин, спонгоурин, спонготимидин, обладающие противовирусной и противораковой активностью. На их основе в 1975 г. за рубежом начато производство эффективного в химиотерапии лейкемии и некоторых видов рака препарата N-ацилцитозинарабинозида. Из рогатых кораллов выделен терпеноид, названный краснин-ацетатом, характеризующийся выраженной актинопластической активностью.

Из различного вида морских огурцов выделен стероидный сапонин голотурин А, угнетающий развитие опухолей у различных животных. Различные типы опухолей животных ингибируют мерцении, полученный из моллюска *Mercenaria mercenaria*; палитоксин — из полипов рода *Palythoa*; паолины из моллюска *Loligo sp.* и многих других видов гидробионтов.

**Вещества нейротропного действия.** Одним из наиболее интересных веществ нейротропного действия, полученных из гидробионтов, является тетродотоксин — яд некоторых рыб, обитающих в Тихом и Индийском океанах. В Китайской медицине рыбы, содержащие тетродотоксин, использовали с лечебной целью более 2000 лет назад. Препарат легко всасывается из желудочно-кишечного тракта; обладает разносторонним фармакологическим действием. Блокируя нервно-мышечное проведение, изменяет мембранную проницаемость, особенно для одновалентных ионов; нарушает проведение возбуждения в периферических нервных волокнах, влияет на центры ствола мозга, трофику гладких мышц. В клинике тетродотоксин применяется как мощное обезболивающее средство, а в экспериментальной медицине — для изучения функций клеточных мембран, мионевральных синапсов и нервной ткани.

Вещества нейротропного действия исключительно часто встречаются в морских организмах, особенно в ядовитых моллюсках и рыбах (таких рыб насчитывается свыше 700 видов). В табл. 3 приведены наиболее интересные вещества нейротропного действия.

Таблица 3

Вещества нейротропного действия

Препарат	Тип действия	Организм-источник
Тетродотоксин	Блокатор нервно-мышечного проведения	<i>Spheroides rubripes</i>
Пахутоксин	»	<i>Ostracion lentiginosus</i>
Сакситоксин	»	<i>Saxidomus giganteus</i>
Гомарин	»	<i>Bucyson canaliculatum</i>
Батрахотоксин	»	<i>Phyllobates aurotaenia</i>
Тригонеллин	»	<i>Conus spp.</i>
Голотурин А	»	<i>Actinopyga agassizi</i>
N-Метилпиридин	»	<i>Conus spp.</i>
Талассин	»	<i>Neptunea arthritica</i>
Бутиробетанин	»	<i>Conus spp.</i>



Препарат	Тип действия	Организм-источник
Цигуатоксин	Антихолинестеразное	<i>Gymnothorax</i>
Октопамин	Адренэргическое	<i>Peristerna nassatula</i>
Мурексин	Курареподобное	<i>Murex trunculus</i>
Сенецихолин	»	<i>Thais floridana</i>
Акрилхолин	»	<i>Buccinum undatum</i>
Аплизин	»	<i>Aplusia californica</i>
Неустановленного строения	»	<i>Scorpaenidae</i>
Неустановленного строения	»	<i>Muraenidae, Labridae</i>

**Вещества, действующие на функции сердца и сосудов.** Из водорослей *Laminaria anguastata*, *Heterochordaria abietina*, *Chondria armata* и др. выделено вещество, названное ламинином, снижающее артериальное давление. Еще более значительным гипотензивным действием обладает водный экстракт гавайской губки, вызывающий падение систолического и диастолического давления у крыс при внутривенном введении 4—8 мг/кг экстракта на 40—80% от исходного (Baslow, 1969).

Многие губки продуцируют и накапливают в тканях биогенные амины и медиаторы, участвующие в процессорных реакциях высших организмов: адреналин, гистамин, допамин, ацетилхолин, норадреналин, серотонин и др. Эти же вазоактивные амины, а также гистамин и тетрамин продуцируют различные клетки и органы многих видов кишечнорастворимых и моллюсков. Железистая ткань моллюсков *Eledone aldrovandi* продуцирует эндекапептид эледоизин, оказывающий сильное гипотензивное действие на различных животных и человека. Эледоизин резко увеличивает коронарный кровоток и оказывает длительное вазодилататорное действие на периферические сосуды. У людей эледоизин в дозах 3—30 мг/кг вместе со снижением давления активизирует функцию дыхания, вызывает расширение кожных сосудов

Вытяжки из многих видов моллюсков содержат фракции веществ с сильным кардиотоническим действием (Ruggieri, 1975). Сильным гипотензивным действием в дозе 2 мкг/кг обладает самое распространенное среди ядовитых моллюсков вещество — сакситоксин, влияющий на мембранную проницаемость и нервную проводимость.

Не менее интересные и многочисленные кардиологические вещества продуцируются многими видами членистоногих (ацетилхолин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота, таурин, серотонин, N-метилпиколиновая кислота и др.). Одним из наиболее перспективных кардиотонических веществ является эптатретин, экстрагируемый из тихоокеанской максинны *Eptatretus stouti*. Эптатретин в опытах на животных усиливает сократительную способность миокарда, улучшает проводимость, способствует восстановлению нормального ритма поврежденного сердца, устраняет явления острой и хронической ишемии, нормирует биохимические показатели сердечной мышцы, восстанавливает резко снизившееся при коллаптоидных состояниях артериальное давление.

На функцию сердечно-сосудистой системы высших животных влияет также тетродотоксин, вызывая в частности в дозах 3 мкг/кг значительное понижение давления.

**Вещества других фармакологических групп,** продуцируемые морскими организмами, приведены в табл. 4.

БАВ различного типа действия

Препарат	Тип действия	Организм-источник
Голотоксин	Фунгицид	<i>Stichopus japonicus</i>
Сульфополисахарид	Антитуберогенное	<i>Chondrus crispus</i>
Каррагинан	»	<i>Chondrus crispus</i>
Фукостерол	Гипохолестеринемическое	<i>Sargassum muticum</i>
Кайновая кислота	Антгельминтное	<i>Digenea simplex</i>
Домоевая кислота (дигенин, гельминал)	»	<i>Chondria armata</i>
Рестим	Стимулятор ретикулоэндотелия	<i>Sphyrna mokarrau</i>
Полипептид	Стимулятор фагоцитоза	<i>Eledone aledron</i>
Неустановленного строения	Стимулятор репарационных процессов	<i>Cyprinus carpio</i>
Полисахарид	Антикоагулянт	<i>Laminaria coloustroni</i>
Полисахарид	»	<i>Gigartina acicularis</i>
Неустановленного строения	»	<i>Rhodactis howesii</i>

Простагландины (основа современных лекарств и лекарств близкого будущего) и их биологические прекурсоры (арахионовая и 5, 8, 11, 14, 17-дис-пентаеновая кислоты) распространены в различных гидробионтах, но в совершенно исключительных количествах — в *Pleuraea homotalla*. Наличие больших количеств арахидоновой кислоты в гидробионтах делает их богатейшим источником получения важнейших фармакотерапевтических средств, включая простагландины. Экспериментально получены простагландины из арахидоновой кислоты, выделенной из голомянки большой (Серебрянников и др., 1976).

Биологически активные вещества выделяются из морских организмов, очищаются и идентифицируются общепринятыми в фармацевтической практике методами, но с максимально стабилизированными условиями при выполнении технологических и аналитических операций: низкой температуре, отсутствии источников излучения, применении комплексонов, антиоксидантов и др. Морские организмы, подлежащие изучению, немедленно после отлова или сбора необходимо консервировать при низкой температуре (идеально — сохранять в жидком азоте) в защищенных от света емкостях. В дальнейшем объект изучения дефростируют при температуре 0—плюс 4°, измельчают в неметаллических измельчителях и экстрагируют методом бисмацерации с использованием различных экстрагентов (обычно полярные и неполярные растворители или их смеси: вода, этанол, метанол, изопропанол, эфир, бензол, хлороформ и др.). Очистку осуществляют (в зависимости от свойств активной субстанции, ее стабильности и реакционной способности) заменой растворителей, применением буферных систем, противоточным распределением, диализом, хроматографическими методами (чаще всего на колонках и в тонком слое), перекристаллизацией, перегонкой и т. д. Для идентификации применяют биологические, химические и физические методы.

Выбор той или иной технико-аналитической схемы зависит от свойств активной субстанции и возможностей лаборатории. Так, выделять биологически активные вещества пептидной природы можно экстракцией подщелоченной водой измельченного материала (или экстракцией водой лиофилизированного объекта) с последующей очисткой *n*-бутанолом и диализом; нуклеозиды с высокой цитостатической активностью — при помощи ацетона с последующей перекристаллизацией и переводом в

бензол. Стероидные гликозиды получают путем бисмацерации этанолом и реакстракцией этим же растворителем и соответствующей очисткой.

Гипотензивные вещества, аналогичные эледиозину из *Eledone moschata*, выделяют экстракцией измельченного сырья 95%-ным этанолом с последующей очисткой хроматографическим способом и противоточным распределением.

Цитостатическое вещество из *Mercenaria mercenaria* выделяют экстрагированием водой или 20%-ным раствором сульфата аммония измельченного моллюска с последующей очисткой (диализ, центрифугирование). Ацетат красина получают из измельченных кораллов мацерацией 95%-ным водным изопропанолом с последующим переводом в *n*-гексан или хлороформ.

Тетродотоксин получают методом дробной мацерации из измельченных тканей рыб *Tetrodontidae* и *Diodontidae*, используя в качестве экстрагента подкисленный метанол, с последующим осаждением ацетоном и хроматографической очисткой.

Цигуатоксин экстрагируют из тканей рыб (*Carcharhimidae*, *Muraenidae*, *Saangidae* и др.), применяя неполярные растворители или 90%-ный этанол. Паухотоксин извлекают из слизистых выделений рыб с помощью *n*-бутанола. Эплатретин из *Polistotrema stouti* получают методом мацерации в среде абсолютного ацетона.

Алармический фактор («феромон тревоги») выделяют из *Cypriniformes*, *Gonorrhynchiformes* и рыб других видов полярными экстрагентами. Стимуляторы ретикулоэндотелиальной системы млекопитающих удается получить экстракцией печени акул *Negaprion brevirostris* и *Galeocerdo cuvieri* смесью гексанэтиловый эфир (или этанол—вода—гексан—эфир).

Исходя из особой важности, в первую очередь для здравоохранения, планомерного изучения морских организмов как нового источника потенциальных лекарственных препаратов, во ВНИРО начаты исследования биологически активных веществ гидробионтов, основными из которых являются:

1) создание практических и теоретических предпосылок планомерного целенаправленного изучения гидробионтов на наличие биологически активных веществ как перспективной основы получения препаратов для нужд народного хозяйства страны;

2) разработка таких схем и экспресс-методов определения наиболее перспективных БАВ, которыми можно пользоваться в полевых условиях;

3) поиск технологически выгодных источников прекурсоров простагландинов, разработка схем их получения;

4) разработка технологии отечественных препаратов БАВ, высокоэффективных в первую очередь в терапии злокачественных новообразований, сердечно-сосудистых и эндокринных заболеваний, стимуляторов роста, профилактики старения организма и т. д. (тетродотоксин, красин-ацетат, келоны, эплатретин, интерферон, мерценин, спонготимидин, спонгоуридин, голотурин, простагландины и т. д.);

5) разработка технологии БАВ для защиты человека от нападения морских хищников (в частности акул) и изучение возможностей получения и применения естественных аттрактантов для гидробионтов наиболее ценных видов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Серебрянников Н. В., Печеников В. М., Ажгихин И. С., Гандель В. Г. Гидробионты — ценный источник биологически активных веществ. «Рыбное хозяйство», № 8, 1976, с. 72—73.

Baslow, M. H. *Marine Pharmacology*, Baltimore, 1969, p. 1—273

- Bhakuni, D. S., Silva, M. Biodynamic substances from marine fauna. *J. Sci. Ind. Res.*, v. 34, 1975, p. 36—53.
- Burkholder, P. R., Drugs from the sea. *Armed. forces Chem. J.* v. 17, 1963, p. 6—16.
- Burkholder, P. R., Antimicrobial agents from the sea. *Lloydia*, v. 32, 1969, p. 466—483.
- Burkholder, P. R., Burkholder, L. M., Almodovar, L. R., Antibiotic activity of some marine algae of Puerto Rico. *Bot. mar.*, 1960, v. 2, p. 149—156.
- Faulkner, D. J., Andersen, R. J. The sea (Ideas and observations on progress in the study of the seas). Ed. by E. D. Coldberg, v. 5. N.-Y., 1974, p. 670—714.
- Halstead, B. W. Poisonous and venomous marine animals of the world. V. I—III Washington, 1965—1967.
- Marderosian, A. H., Der, Current status of marine biomedical. *Lloydia*, 1969, v. 32, p. 438—465.
- Marderosian, A. H., Der. Marine Pharmaceuticals. *J. Pharm. Sci.*, v. 58, 1969, p. 1—33.
- Nigrelli, R. F., Stempien, M. F., Ruggieri, G. D. et al. Substances of potential importance from marine organisms. *Fed. proc.* v. 26, 1967, p. 1197—1205.
- Ruggieri, G. D. Aquatic animals in biomedical research. *Ann. N. Y., Ac. Sci.* v. 245, 1975, p. 39—56.
- Russell, F. E. Comparative pharmacology of some animal toxins. *Fed. proc.*, v. 26, 1967, p. 1206—1224.
- Schwimmer, M., Schwimmer, D. The role of algae and plankton in medicine. N.-York, 1955, p. 1—85.
- Weinheimer, A. J., Matson, J. A. The principal antineoplastic agent in four gorgonians of the *Pseudoplexaura* genus. *Lloydia*, v. 38, 1975, p. 378—382.
- Younghken, H. W. The biological potential of the oceans to provide biomedical materials. *Lloydia*, 1969, v. 32, p. 407—416.

*Present state and prospective utilization of biologically active substances from hydrobionts in medicine*

I. S. Azhgikhin, V. G. Gandal,  
V. M. Pechennikov, N. V. Serebryannikov,  
V. V. Finkel

SUMMARY

Some biologically-active substances from marine species which are important in the pharmacotherapeutic aspect such as antimicrobial, antiviral, cytostable (antineoplastic), neurotropic substances and those affecting functions of the heart and blood vessels as well as some others, are considered. The factors that attracted attention to hydrobionts as a new inexhaustable source of medicinal drugs are discussed. Some methods of isolation, purification and identification of certain biologically-active substances are given.

УДК 597.562+597—116(261.26)

## О ПЛОДОВИТОСТИ ПИКШИ СЕВЕРНОГО МОРЯ

В. В. Шевченко, М. И. Шатуновский

Промысловое значение пикши Северного моря велико. В 1964—1968 гг. в Северном море вылов в среднем составлял 200 тыс. т в год, а в 1969—1970 гг. — уже 640—670 тыс. т.

В Северной Атлантике пикша обитает в районах шельфа с умеренными глубинами, где смешиваются атлантические и холодные арктические воды.

Популяция пикши Северного моря занимает южную часть ареала этого вида в восточной Атлантике и отличается ускоренным созреванием, коротким жизненным циклом, высокой интенсивностью общего и генеративного обмена (Steele, 1965; Blacker, 1972; Шевченко и др., 1974).

В статье прослеживаются изменения в воспроизводстве популяции североморской пикши с 1928—1932 гг., когда она исследовалась Райтом (Raitt, 1933), до настоящего времени. Был изучен размерно-возрастной состав 115 000 рыб, соотношение полов и характер созревания 10 000 рыб за 1967—1972 гг., а также определена плодовитость у 100 самок. Эти материалы были собраны на судах АтлантНИРО.

Таблица 1

Линейный и весовой рост пикши  
(Райт, 1933; Бивертон, Холт, 1957)  
в 1922—1937 и 1967—1972 гг.

Возраст, годы	Длина, см		Масса, г	
	1922— 1937	1967— 1972	1922— 1937	1967— 1972
1	17,0	15,0	40	30
	17,9	15,3	47	37
2	24,5	24,7	119	145
	24,3	24,3	117	148
3	29,5	33,8	209	275
	29,5	31,8	209	299
4	33,5	37,5	305	425
	33,8	37,1	313	450
5	37,0	42,0	411	680
	37,2	40,9	418	687
6	40,0	44,7	520	730
	40,1	43,6	524	750

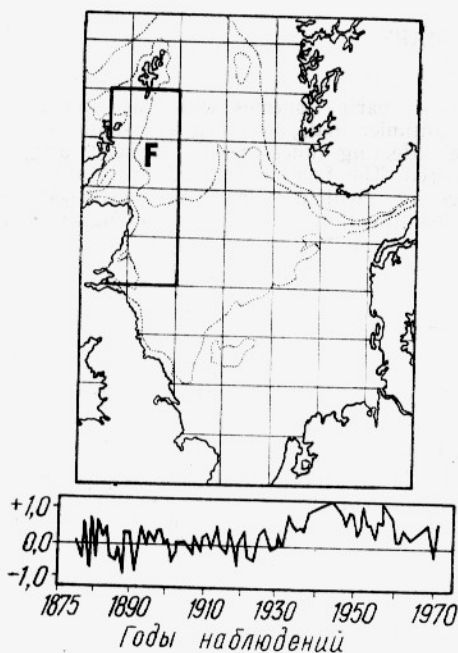


Рис. 1. Многолетние аномалии температуры поверхности воды в районе F, с 1876—1971 гг. (по Smed, 1971).

Примечание. В числителе — наблюдаемая длина и расчетная масса; в знаменателе — теоретические величины.



За последние 40 лет у популяции пикши Северного моря увеличилась скорость линейного и весового роста (табл. 1), что явилось, по-видимому, следствием как интенсификации промысла донных рыб, так и измененной характеристик термического режима этого бассейна (рис. 1).

Предложены следующие уравнения популяционного роста с использованием формулы Берталянди для отдельных периодов роста пикши:

$$1922-1937 \text{ гг. (Бивертон и Холт, 1957)} L_t = 53,0 \cdot [1 - e^{-0,20(t+1,07)}],$$

$$1945-1950 \text{ гг. (Парриш и Джонс, 1953)} L_t = 49,4 \cdot [1 - e^{-0,18t}],$$

$$1967-1972 \text{ гг. (наши данные)} L_t = 50,3 \cdot [1 - e^{-0,34(t+0,189)}].$$

Ускорение роста пикши вызвало увеличение средних размеров и массы соответствующих возрастных групп (см. табл. 1), а также ускорение полового созревания особей в популяции (табл. 2).

Таблица 2

Доля половозрелых рыб в возрастных группах

Возраст, годы	Число проанализированных рыб	1970—1972 гг.		1928—1932 гг. (Райт, 1933)	
		Половозрелые рыб, %	Средняя длина, см	Половозрелые рыб, %	Средняя длина, см
1	500 100	0 5	18,0 18,5	0 0	—
2	180 200	50 90	25,4 25,2	11 75	24,5 —
3	200 300	90 95	32,3 31,5	75 96	29,5 —
4	140 70	95 100	42,4 39,3	96 97	33,5 —
5	75 60	100 100	43,1 43,7	100 100	37,0 —
6	21 20	100 100	48,0 49,8	100 100	40,0 —

Примечание. В числителе — самки; в знаменателе — самцы.

Таблица 3

Средние показатели абсолютной и относительной плодовитости у пикши

Возраст, годы	Размеры рыб, см	Масса рыб, г	Плодовитость	
			абсолютная, тыс. икринок	относительная, икринок/г массы тела
2	30,3	162	51	310
	24,5	124	31	250
3	34,5	270	96	350
	29,5	227	100	440
4	41,5	521	197	380
	33,5	339	159	470
5	47,7	884	340	380
	37,6	460	224	490
6	51,1	1127	438	390
	40,0	526	278	530

Примечание. В числителе — наши данные за 1970—1972 гг.; в знаменателе — Райта (1933).

Если, по данным Райта (1933), самки пикши в 1928—1932 гг. в массе созревали на третьем году жизни (75%), то в 1970—1972 гг. уже 50% самок созревало в двухлетнем возрасте и до 90% — в трехлетнем. Ускорение линейного и весового роста пикши вызвало увеличение абсолютной индивидуальной плодовитости отдельных возрастных групп (табл. 3).

Таким образом, при мало изменившемся соотношении массы и длины плодовитость пикши относительно длины в настоящее время ниже, чем по данным Райта (1933). То же отмечено и при анализе соотношения абсолютной плодовитости пикши и массы тела (см. табл. 3, рис. 2).

Снижение относительной плодовитости можно объяснить снижением доли генеративного обмена в общем обмене североморской пикши вследствие увеличения интенсивности роста.

Таблица 4

Количество икры, отложенное нерестовой популяцией пикши в 1967—1971 гг

Год	Средний возраст, годы	Средняя плодовитость самок, тыс. икринок	Численность популяции, млн. шт. (учтенная часть)	Число отложенных икринок	Количество самок в нерестовой части популяции, %
1967	4,9	328,8	1475,4	$64 \cdot 10^{12}$	64
1968	3,1	145,8	7505,9	$19 \cdot 10^{12}$	55
1969	2,1	96,1	6403,1	$13 \cdot 10^{13}$	46
1970	3,0	98,5	3037,5	$51 \cdot 10^{12}$	50
1971	3,5	159,1	1027,2	$25 \cdot 10^{12}$	53

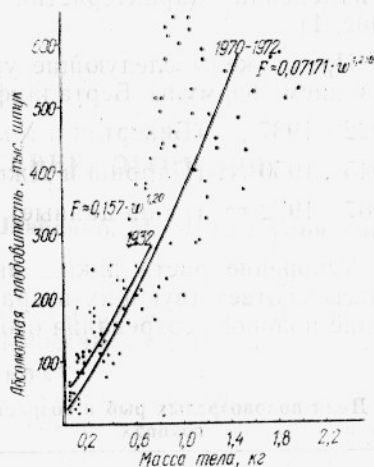


Рис. 2. Соотношение абсолютной плодовитости и массы тела у североморской пикши.

Таким образом, увеличение темпа воспроизводства популяции североморской пикши в результате ускорения полового созревания в известной мере затормаживается снижением относительной численности продуцируемой икры в расчете на единицу массы тела.

На основании виртуально-популяционного анализа пикши Северного моря по способу Д. Поупа (Pore, 1971; Шевченко и др. 1974) и изучения изменения соотношения полов с возрастом рыб было подсчитано по формуле популяционной плодовитости В. С. Ивлева (1953) количество икры, отложенной нерестовой частью популяции пикши за 1967—1971 гг. (табл. 4).

Среднее количество икры, выметанной за год, в период 1967—1971 гг. без учета 1969 г., по нашим данным, составляет  $39,7 \cdot 10^{12}$ . Бивертон и Холт (1957) оценили среднее ежегодное количество икры, выметываемой пикшей Северного моря за период 1922—1937 гг. в  $37,5 \cdot 10^{12}$ . Таким образом, величины популяционной плодовитости в эти периоды практически совпали.

## ВЫВОДЫ

1. В последние годы наряду с ускорением линейного и весового роста пикши Северного моря по сравнению с довоенным периодом заметно возросла абсолютная плодовитость одновозрастных групп. Несколько снизились относительные показатели плодовитости: число икринок на единицу массы тела, угловые коэффициенты в уравнениях регрессии плодовитости на длину и массу тела.

2. Заметно ускорился темп созревания самок и самцов североморской пикши. Более раннее вхождение особей в нерестовое стадо обусловили общее увеличение темпа воспроизводства этой популяции. В последние годы несколько увеличилась популяционная плодовитость североморской пикши. Однако прямой связи между количеством отложенной икры и численностью соответствующих поколений не обнаружено.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Ивлев В. С. Метод оценки популяционной плодовитости рыб. Труды Латв. отд. ВНИРО, 1953, вып. 1, с. 37—41.
- Шевченко В. В. О соотношении полов в популяции североморской пикши. «Рыбное хозяйство», № 7, 1971, с. 22—24.
- Шевченко В. В., Полонский А. С., Шатуновский М. И. Биопродукционные особенности популяции пикши Северного моря. ОИТИ ВНИРО, 1974, с. 3—80.
- Beverton, R. I., S. I. Holt, On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. 2. 19, 1957, pp. 533.
- Blacker, R. W. Synopsis of biological data on haddock, FAO, Rome, 1971, pp. 1—30.
- Parrish, B. B., R. Jones. Haddock bionomics. Mar. Res. 4, 1952, pp. 27.
- Pope, I. G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. Int. Comm. N. W. Atlantic. Fish, 9, 1972, pp. 660—674.
- Raitt, D. S. The fecundity of haddock. Sci. Invest. Fish. Bd. Scotland, No. 1, Edinburgh, 1933, pp. 2—41.
- Raitt, D. S. The rate of mortality of the haddock of the North Sea stock, 1919—1938. Rapp. Cons. Explor. Mer. 110(6), 1939, pp. 65—79.
- Smed, I. Monthly anomalies of the sea surface temperature in an area off the eastern coast of Scotland. Ann. Biol. v. 17, 1971, pp. 28.
- Steele, I. N. Some problems in the study of marine resources. ICNAF, Sp. Publ. v. 6, 1965, pp. 463—476.

### *On fecundity of haddock from the North Sea*

V. V. Shevchenko, M. I. Shatunovsky

#### SUMMARY

Along with the general acceleration of the linear and weight growth of specimens of the population of haddock from the North Sea both males and females attained maturity more rapidly in the 1950's—1960's. The absolute fecundity of females of the same age groups also increased, but the number of eggs was somewhat reduced in respect to the length and weight of fish.

The changes can be considered as a compensation response of the population towards increasing the reproduction potential of haddock. The cause of the response is very likely to be a higher fishing mortality and variations in the thermal regime of the North Sea basin.

## РЕФЕРАТЫ

УДК 639.2.053.1 : 639.222 (261.263) (268.43)

**Влияние течений на поведение североморской сельди в районах Норвежского желоба и пролива Скагеррак.** Ю. В. Чуксин. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 7.

Поток балтийских вод зимой служит естественной преградой для сельди; область, занятая этим потоком, — экологически непригодна для ее обитания. Это течение влияет на сезонный ход ее суточных вертикальных миграций.

Существуют, видимо, метаболические адаптации, выражающиеся в выборе узкой температурной зоны, настройке на среднюю температуру акклиматизации и средний уровень обмена веществ, избегании более холодных балтийских вод.

Илл. 1, библ. 6.

УДК 597.587.2+597.1+597—15+597—151(41)

**Экологические факторы сезонных изменений распределения и поведения скумбрии, ставриды и путассу в районах к западу от Британских островов.** Ю. В. Чуксин, А. П. Ахрамович, А. Ю. Михайлов, А. Ю. Архипов. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 11.

В районах к западу от Британских островов, в проливе Ла-Манш и на юге Северного моря крупными элементами структуры популяций скумбрии и ставриды являются территориальные группировки, формируемые по размерно-возрастному принципу, а мелкими — элементарные популяции.

Вследствие сдвигов в сроках размножения, ритмах биологической активности и горизонтальных миграций существует частичная пространственная и временная изоляция как территориальных группировок разных видов, так и структурных подразделений одного вида. Территориальные группировки видов распределяются в пределах их ареалов в соответствии со степенью их выносливости по отношению к факторам внешней среды.

Табл. 2, илл. 7, библ. 10.

УДК 597.587.2+597—113.4(261.1)

**Размерно-возрастная структура и сезонные изменения биологического состояния скумбрии Северо-Восточной Атлантики.** Ю. В. Чуксин, А. Н. Провоторова, В. Л. Симченко, Н. В. Масленникова. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 25.

В пределах ареала скумбрии в Северо-Восточной Атлантике имеется несколько центров ее наибольшей плотности, которые сообщаются в период сезонных миграций скумбрии.

Нерестовая популяция крупной скумбрии к югу от Ирландии осваивает материковую окраину западнее Британских островов. Группировки молодых рыб в Кельтском море, в проливе Ла-Манш и на юге Северного моря, по-видимому, служат для пополнения двух стабильных популяций скумбрии (ирландской и североморской) с обособленными нерестилищами, устойчивой возрастной структурой и полным набором возрастных классов.

Табл. 3, илл. 8, библ.

УДК 597.587.1 (261.27) (261.28)

**Некоторые особенности динамики биологических и физиологических показателей ставриды юго-западного шельфа Ирландии и северной части Бискайского залива.** Н. А. Назаров, М. С. Добрусин. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 40.

Из анализа изменения количества жира, сухого обезжиренного остатка и влаги в печени, белых и красных мышцах ставриды разных районов Северо-Восточной Атлантики в различные сезоны года следует, что жиронакопление, упитанность, усиление генеративных процессов, питание связаны с изменением гидрологического режима водоёма и поведением ставриды.

Табл. 1, илл. 5, библ. 5.

УДК 597—152.6+639.222

**Распределение, численность молоди североморского шпрота и методика прогнозирования его вылова.** В. Н. Фельдман. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 49.

Анализ возрастного состава уловов североморского шпрота свидетельствует о том, что промысел базируется на пополнении. Изучение вертикального распределения молоди в 1972—1975 г. показало, что сеголетки обитают в основном в слое воды 0—30 м.

При ступенчатом облове молоди комбинированным разноглубинным мальковым трамсом с вертикальным раскрытием 9 м коэффициент вертикального облова принимается равным 1.

Величина возможного улова от поколения в течение его промысловой жизни получена из уравнения вылова Бивертон и Холта и составила для поколения 1973 г. 396 тыс. т, а для поколения 1974 г. — 189 тыс. т.

Табл. 4, илл. 1, библи. 6.

УДК 639.223.5+639.2.053.7(261.26)

**Оценка запаса сайды Северного моря.** И. П. Голубятникова. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 53.

Для оценки запаса и возможностей промысла сайды Северного моря, необходимо, в связи с возросшей интенсивностью промысла, определить коэффициенты естественной и промысловой смертности. Коэффициент мгновенной естественной смертности сайды Северного моря равен 0,3, что соответствует 26% годовой убыли. Среднее значение коэффициента промысловой смертности для 1969—1976 гг. составило 0,4.

Численность промысловой части популяции североморской сайды колебалась от 163,5 до 576,6 млн. шт. (в среднем 378 млн. шт.), биомасса от 369,3 до 831,7 тыс. т (в среднем 598 тыс. т).

Табл. 6, илл. 1, библи. 11.

УДК 597.562+597—14+597—1.05(261.26)

**Морфо-физиологические и биохимические особенности созревания сайды (*Pollachius virens* L.) Северного моря.** А. Я. Сторожук. Труды ВНИРО. Т. СХХI, с. 58.

Половому созреванию сайды, которое наступает обычно в возрасте 4—6 лет, предшествуют изменения физиолого-биохимического состояния организма, особенно четко они проявляются в липидном обмене: в организме накапливается 75—80 г липидов/кг массы порки.

У половозрелой сайды масса гипофизов и отолитов в преднерестовый период выше, чем у половозрелых рыб. У половозрелых особей выше уровень обменных процессов, если судить о нем по величине гемоглобина крови.

Табл. 3 библи. 18 илл. 3.

УДК 597.562 : 597—116(261.26)

**Связь индивидуальной плодовитости с некоторыми морфо-физиологическими показателями самок сайды Северного моря.** А. Я. Сторожук и А. В. Голованов. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 66.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (И. А. П.) и индивидуальная относительная плодовитость (И. О. П.) сайды изменяется с увеличением возраста и размеров самок. Увеличивается содержание белка и липидов в яичниках сайды в зависимости от ее возраста.

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

Различия в И. А. П. сайды в сравниваемые годы совпадают с оценкой физиологического состояния производителей при помощи морфо-физиолого-биохимических индикаторов.

Табл. 4, илл. 3, библи. 13.

УДК 597—11+597—105

**Физиолого-биохимические особенности трески Северного моря.** М. П. Богоявленская. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 73.

Установлено сильное посленерестовое истощение, при котором сводится к минимуму содержание в организме белка и жира.

Удельное содержание жира у самок четырех и пяти лет снижается до 6—10 г на 1 кг массы, у самцов до 1 г—10—13 г на 1 кг массы рыбы. Наблюдается сильная обводненность мышц, доходящая до 86% при низком содержании в них белка (12—15%). Для более старших возрастных групп трески посленерестовое истощение часто является причиной их естественной гибели.

Сопоставление особенностей роста и характера обмена веществ у североморской и балтийской трески показали, что темп белкового роста балтийской трески ниже, а уровень ее жирового обмена выше, чем у североморской трески.

Разный характер роста и обмена веществ этих двух популяций трески можно рассматривать как адаптацию к разным гидрологическим условиям среды.

Табл. 6, илл. 1, библи. 6.

УДК 597.562+597—113.4+597—152.6(261.1)

**Рост и смертность тресочки Эсмарка в Северо-Восточной Атлантике.** А. С. Мальков, А. Г. Остапенко. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 82

Рост тресочки Эсмарка хорошо аппроксимируется уравнением Бергаланфи. Коэффициент мгновенной естественной смертности тресочки Эсмарка, обитающей в Бристольском заливе равен 0,9, что соответствует 60% годовой убыли. Этот показатель хорошо согласуется с результатами изучения естественной смертности тресочки Эсмарка Северного моря и района обитания к северо-западу от Шотландии.

Табл. 3, библи. 7.



УДК 639.223.2:639.2.053.8

**Прогнозирование вылова североморской пикши по данным учетных съемок.**

А. С. Мальков, Н. М. Тимошенко. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 85.

В уловах североморской пикши наибольшая масса — у пополняющей промысловое стадо двух- и трехлетней рыбы, вследствие чего при прогнозировании промысла следует учитывать содержание в уловах именно этих возрастных групп.

Абсолютная величина пополнения североморской пикши значительно колеблется по годам, что уменьшает заблаговременность прогнозов.

Прогнозирование изменений состава уловов и результативности промысла можно основывать на сведениях о распределении по акватории и относительном содержании пикши различных поколений в уловах траловых съемок.

Табл. 4, библ., илл. 4.

УДК 597.562+597—153(261.26)

**Питание личинок пикши Северного моря.** Ю. Д. Шуваяев. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 89.

Весной 1968—1973 гг. в северо-западной части Северного моря сетью ИКС-80 было выловлено 3388 личинок пикши размерами 3—10 мм. Анализ содержимого кишечника пикши позволил выделить основные группы кормовых организмов.

Личинки длиной 3—6 мм питаются в основном яйцами и науплиями копепод (95—100% по массе и численности), как правило, не крупнее 0,35 мм.

При длине личинок 6,1—10 мм наряду с науплиями и яйцами копепод, доля которых для некоторых групп личинок снижается до 30%, в питании появляются копеподиты и взрослые копеподы. Видовая принадлежность основных пищевых организмов — *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Calanus finmarchicus*.

Табл. 2, библ. 4, илл. 2.

УДК 574.5:615.31

УДК 639.223.2+639.2.053.8+639.2.001.5(261.26)

**Исследование рациональной эксплуатации популяции пикши Северного моря на основе производственной модели.** В. В. Шевченко. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 93.

На основе экспериментов по использованию аккумулированной энергии пищи на рост, стандартный и генеративный обмен последовательными возрастными группами пикши и определения их абсолютной численности, проведены расчеты по оптимизации промысловой эксплуатации североморской пикши.

Показано, что продуктивность в расчете на рекрута варьирует от 140 до 300 рекрута в зависимости от возраста вступления рыб в промысловое стадо, естественной и промысловой смертности.

Увеличение оптимального возраста облова пикши с 2 до 2,5 года повышает выход продукции в расчете на рекрута на 30%. Снижение естественной смертности с 0,30 до 0,20 повышает выход продукции лишь на 15%.

Табл. 3, библ. 8, илл. 4.

**Современное состояние и перспективы использования биологически активных веществ гидробионтов в медицине.** И. С. Ажгихин, В. Г. Гандель, В. М. Печеников, Н. В. Серебрянников, В. В. Финкель. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 100.

Рассмотрены биологически активные вещества морских организмов, наиболее интересные в фармакотерапевтическом отношении: противомикробные, противовирусные, цитостатические (антинеопластические), вещества нейротропного действия, действующие на функции сердца и сосудов, вещества других фармакологических групп. Обсуждены факторы, приведшие к резкому усилению внимания к гидробионтам как новому неисчерпаемому источнику лекарственных препаратов. Приведены примеры способов выделения, очистки и идентификации ряда биологически активных веществ.

Табл. 4, библ. 15, илл. 1.

УДК 597.562+597—116(261.26)

**О плодовитости пикши Северного моря.** В. В. Шевченко и М. И. Шатуновский. Труды ВНИРО. Т. СХХI, 1977, с. 110.

Наряду с общим ускорением линейного и весового роста особей в популяции в 50—60-е годы ускорилось созревание как самцов, так и самок. При этом возросла также абсолютная плодовитость одних и тех же возрастных групп самок. Несколько снизилось число икринок относительно длины и массы рыб.

Эти изменения можно рассматривать, как компенсаторную реакцию популяции, направленную на увеличение потенциала воспроизводства пикши Северного моря.

Причиной подобных изменений могли служить возросшая промысловая смертность особей в популяции и характер термического режима бассейна Северного моря.

Табл. 4, библ. 11, илл. 2.

Замеченные опечатки к тому трудов ВНИРО  
№ 121

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
18	Подпись к рис.6, 2 сверху	... для станций...	для стаций
38	12 снизу	... и Скагерраке.	... в Скагерраке.
67.	Табл.1, I колонка, 4 сверху	$r = +0,58$	$r = +0,87$
70	Табл.4, I колонка, I снизу	1974-1975	1972-1974
101	Табл.1, I колонка 6 сверху	Каррагинан	Карагенан
102	Продолж.табл.1, I колонка, I и 2 сверху	Пиридин-альдоксид- метидид	Пиридин-альдоксид- метидида

**БИОЛОГИЯ И ПОВЕДЕНИЕ  
НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ**

Труды ВНИРО, том СХХI

Редактор Е. А. Каменская

Техн. редактор Т. Г. Таривердиева

Отдел научно-технической информации ВНИРО

Л-89701  
Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Объем 7,5 п. л.

Заказ 138

Подписано к печати 6.07.1977 г.  
Тираж 600 экз.  
Цена 1 р. 40 к

Опытно-полиграфическое предприятие ЦНИИТЭИлегпрома  
Москва, ул. Вавилова, 69