

УДК 597.587.2-153 : 595.34(268.43)

Межгодовая динамика питания атлантической скумбрии (*Scomber scombrus* L.) в Норвежском море

И.П. Прокопчук

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО)

Аннотация. В работе проводится анализ питания атлантической скумбрии в период ее откорма в Норвежском море в 1996-2005 гг. Рассматривается состав пищи и динамика интенсивности питания скумбрии в разные годы. Выявлены различия в ее питании в июне и июле исследуемых лет.

Abstract. The diet of Atlantic mackerel in its feeding period in the Norwegian Sea was investigated in 1996-2005. Species composition of mackerel diet and dynamics of mackerel feeding intensity in different years have been shown. Differences in mackerel feeding in June and July of the years studied have been revealed.

Ключевые слова: атлантическая скумбрия, питание, *Calanus finmarchicus*, Норвежское море

Key words: Atlantic mackerel, feeding, *Calanus finmarchicus*, the Norwegian Sea

1. Введение

Атлантическая скумбрия (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) – широко распространенный вид промысловых пелагических рыб Северной Атлантики. После нереста, который происходит на нерестовых площадях в Северном море, к западу от Британских о-вов и в Бискайском заливе, у берегов Португалии и Испании, скумбрия совершает нагульные миграции в Норвежское море (Iversen, 2004), которые отличаются значительной протяженностью. Кормовая миграция в Норвежское море начинается в мае, а возвратная миграция на зимовку заканчивается в сентябре (Belikov et al., 1998). Летний откорм очень важен в годовом цикле развития скумбрии, т.к. в это время происходит накопление жировых запасов.

В Норвежском море основную роль в питании скумбрии в летний период играют копеподы и, прежде всего, *Calanus finmarchicus* (Prokopchuk, Sentyabov, 2006), тогда как в других морях состав ее пищи может значительно варьировать и включать рыб, зуфаузиид, гипериид, личинок десятиногих ракообразных и др. (Moore et al., 1975; Mehl, Westgård, 1983; Dahl, Kirkegaard, 1985; Cabral, 2002; Olaso et al., 2005). Питание скумбрии различается также в зависимости от сезона (Mehl, Westgård, 1983). В летний период скумбрия придерживается поверхностного слоя моря, т.к. основные скопления зоопланктона находятся в верхнем горизонте (Рудакова, 1966).

В последнее десятилетие наблюдаются существенные изменения в распределении и величине запаса пелагических рыб (скумбрии, сельди, путассу) в Норвежском море, происходящие в условиях повышенного температурного фона и наблюдающейся устойчивой тенденции к снижению биомассы зоопланктона (Состояние биологических сырьевых..., 2011; Anon, 2011). Исследования, посвященные целенаправленному изучению питания скумбрии в Норвежском море в этот период, немногочисленны (Прокопчук, 2005; 2006; Langøy et al., 2006; Prokopchuk, Sentyabov, 2006).

Цель настоящего исследования – изучить особенности питания скумбрии в Норвежском море в летний период и выявить возможные межгодовые различия.

2. Материал и методы

Отбор желудков скумбрии производили в Норвежском море, в ходе тралово-акустической съемки пелагических рыб в июне-июле 1996-2002 и 2005 гг., а также на борту промыслового судна в июле 2003 г. Положение станций отбора проб на питание скумбрии представлено на рис. 1. В условиях лаборатории Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО) было обработано и проанализировано 693 желудка. Содержимое желудков просматривали при помощи бинокулярного микроскопа МБС-9. Организмы, входящие в состав пищи, определяли, по возможности, до наименьшей таксономической категории, подсчитывали их количество, хорошо сохранившиеся экземпляры промеряли, подсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали с точностью до 0,1 мг. *Calanus finmarchicus* разделяли по стадиям развития и просчитывали численность каждой возрастной группы. Сбор и обработку материала выполняли по стандартным методикам, принятым в ПИНРО (Изучение экосистем..., 2004).

Для оценки интенсивности питания скумбрии использовали средний индекс наполнения желудков (СИН, ‰/000). Оценка количества потребленной пищи производили по частным индексам наполнения желудков ‰/000). Значение пищевых организмов оценивали по частоте встречаемости (% от числа питавшихся рыб), численности (% от общего количества организмов) и массовой доле (% от общей

массы пищевого комка). Также рассчитывали индекс относительной значимости – Index of Relative Importance (IRI), который был предложен Пинкас и соавторами (Pinkas et al., 1971) и позже выражен в % по способу Кортеса (Cortés, 1997):

$$IRI = (F*(N + W)) \times 100,$$

где F – частота встречаемости, N – численность, W – массовая доля кормового организма.

Учитывая частоту встречаемости кормовых объектов, их численность и массовую долю, индекс относительной значимости в значительной степени позволяет нивелировать недостатки оценки каждого отдельно взятого параметра.

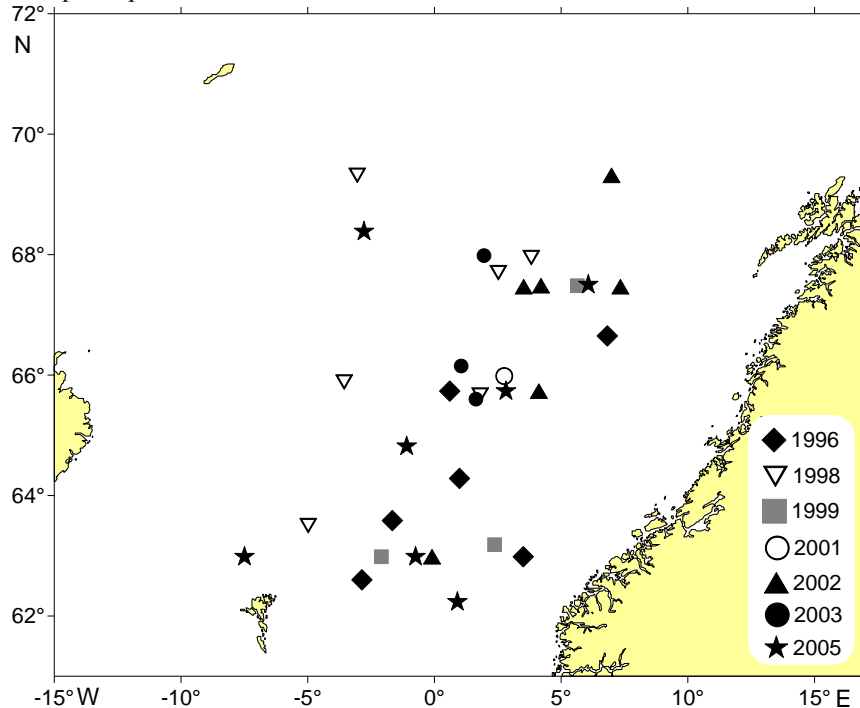


Рис. 1. Положение станций отбора проб на питание скумбрии в Норвежском море в 1996-2005 гг.

3. Результаты и обсуждение

В июне-июле 1996-2005 гг. в составе пищи скумбрии обнаружено более 50 объектов питания, принадлежащих к различным таксономическим группам (табл.). Из всех кормовых организмов в ее желудках наиболее часто встречались *C. finmarchicus*, *Themisto abyssorum*, личинки зуфаузиид и крылоногий моллюск *Limacina retroversa*. *C. finmarchicus* был доминирующим объектом в питании скумбрии как по численности (86,3 %) и массе (86,0 %), так и по индексу значимости кормовых объектов (табл.).

Интенсивность питания скумбрии в исследуемый период была неодинаковой. Наибольшее значение среднего индекса наполнения ее желудков (СИН) наблюдалось в 1996 г., затем отмечалось его постепенное уменьшение к 2005 г. (рис. 2А). Самый низкий СИН отмечен в 2003 г. Это может быть в определенной степени связано с тем, что пробы на питание отбирались на промысловом судне, где продолжительность траления составляла 5-8 ч. Пища в желудках пойманных рыб успевала значительно перевариться, т.к. у скумбрии основная масса содержимого желудка переходит в кишечник в течение 4 ч. (Котов, 1957; Darbyson et al., 2003).

В течение всего периода исследований *C. finmarchicus* являлся главным компонентом в питании скумбрии, однако его массовая доля в разные годы была различной, варьируя от 62 % в 2001 г. до 92 % в 1996 г. (рис. 2Б). В некоторые годы (2001-2003) в составе ее пищи также отмечался *Themisto abyssorum* (см. рис. 2Б), но его доля в откорме скумбрии была существенной только в некоторых районах. В 2005 г. вторым по значимости компонентом в питании скумбрии были оболочники рода *Oikopleura*, а в отдельных районах впервые отмечена гидроидная медуза *Aglanta digitale* – ее массовая доля на отдельных участках достигала 30 %.

Кроме межгодовой динамики, выявлены различия в составе пищи скумбрии в июне и июле (рис. 3). СИН скумбрии в исследуемые годы был выше в июне, иногда в несколько раз превышая таковой в июле (кроме 2002 г., когда этот показатель в июле несколько выше). Как в июне, так и в июле основным кормовым объектом скумбрии являлся *C. finmarchicus*, который был практически единственным компонентом в ее питании в июне 1998 и июле 2002 гг. (см. рис. 3). Следует отметить, что в начале июня в южной части Норвежского моря скумбрия потребляла значительное количество мелких копепод

(*Pseudocalanus* sp., *Acartia* sp., *Oithona similis*, *Temora longicornis*). Несмотря на относительно высокую численность, их значение в питании было отмечено только в июне 1999 и 2005 гг. и составило 4,3 и 6,7 % по массе соответственно. Вследствие небольших размеров существенной роли в откорме скумбрии они не играют, но могут служить дополнительным кормом в южных районах моря в случае недостатка *C. finmarchicus*. В июле 1998 г. и 2003 г. *L. retroversa* была вторым по значимости кормовым объектом скумбрии, а в 2001 г. и 2005 г. – *Themisto* spp. и *Oikopleura* spp. (рис. 3Б).

Таблица. Частота встречаемости, численность, массовая доля и индекс относительной значимости основных кормовых объектов скумбрии в Норвежском море в 1996-2005 гг.

Видовой состав	Частота встречаемости, %	Численность, %	Массовая доля, %	IRI, %
<i>Calanus finmarchicus</i>	93,1	86,3	86,0	96,3
<i>Pseudocalanus</i> sp.	26,6	7,5	1,0	1,4
<i>Oithona similis</i>	11,1	0,7	0	0
<i>Acartia</i> sp.	11,0	1,3	0,1	0,1
Euphausiacea larvae	39,8	0,4	0,3	0,2
<i>Themisto abyssorum</i>	51,6	0,5	3,4	1,2
<i>Limacina retroversa</i>	32,0	1,6	1,0	0,5
<i>Oikopleura</i> spp.	11,6	1,2	3,5	0,3

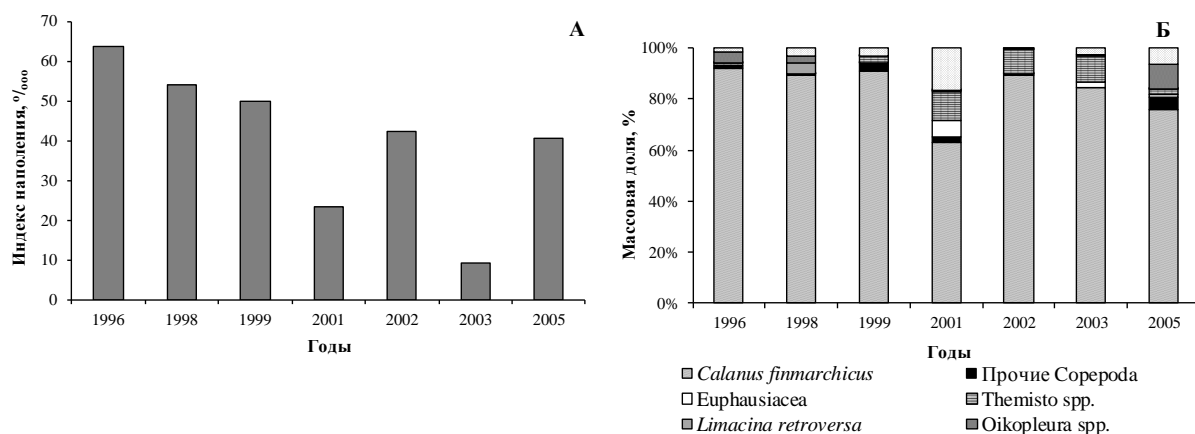


Рис. 2. Интенсивность питания (А) и состав пищи (Б) скумбрии в Норвежском море в 1996-2005 гг.

Ввиду того что *C. finmarchicus* являлся доминирующим видом в питании скумбрии, для исследования представляло интерес, особей каких стадий развития она потребляла. В желудках скумбрии отмечались представители всех возрастных категорий (рис. 4). Науплии и I-II копеподиты были наименее многочисленными во все годы, и их численность в июне была ниже, чем в июле, вплоть до полного их отсутствия в июле. В наибольшем количестве скумбрия потребляла рачков III-V копеподитных стадий (рис. 4). Численность половозрелых особей (преимущественно самок) была ниже. Общая численность *C. finmarchicus* была ниже в июле, чем в июне. Исключение составил 2002 г., когда этот показатель в июле был в несколько раз выше, чем в июне, преимущественно за счет высокой численности особей III-IV стадий (рис. 4). Соотношение особей различных стадий несколько отличалось в исследуемые годы, но в целом наблюдалась тенденция к увеличению доли особей старших возрастных групп от июня к июлю.

Как видно из полученных результатов, несмотря на многообразие потребляемых скумбрией организмов, основу ее питания составляют копеподы с доминированием *C. finmarchicus*. Стабильность в откорме скумбрии за счет *C. finmarchicus* связана с особенностями функционирования сообщества зоопланктона Норвежского моря, в котором он доминирует. Основные концентрации зоопланктона в летний период находятся в верхнем 50-метровом слое, и поля с биомассой более 500 мг/м³ занимают значительную акваторию (Prokopchuk, Sentyabov, 2006). Скумбрия откармливается в поверхностном слое и, как было показано выше, может потреблять значительное количество *C. finmarchicus*, отдавая предпочтение более крупным особям. Однако более высокая доля крупных особей может быть связана не столько с избирательностью питания скумбрии, сколько с их наличием в планктоне. Строение ротового аппарата скумбрии позволяет ей переключаться с фильтрационного типа питания на индивидуальное потребление кормовых объектов при различных концентрациях последних (Виноградов, 1982; Кун, 1954; Maurer, 1976; Pepin et al., 1988). Такая стратегия питания дает ей возможность получать пищу независимо от размеров и плотностей скоплений кормовых организмов. Скумбрия откармливается главным образом в приповерхностном горизонте и, очевидно, находит здесь достаточно пищи для

достижения высокой жирности. При низкой биомассе планктона и недостатке крупных особей *C. finmarchicus* откорм скумбрии, очевидно, будет более продолжительным.

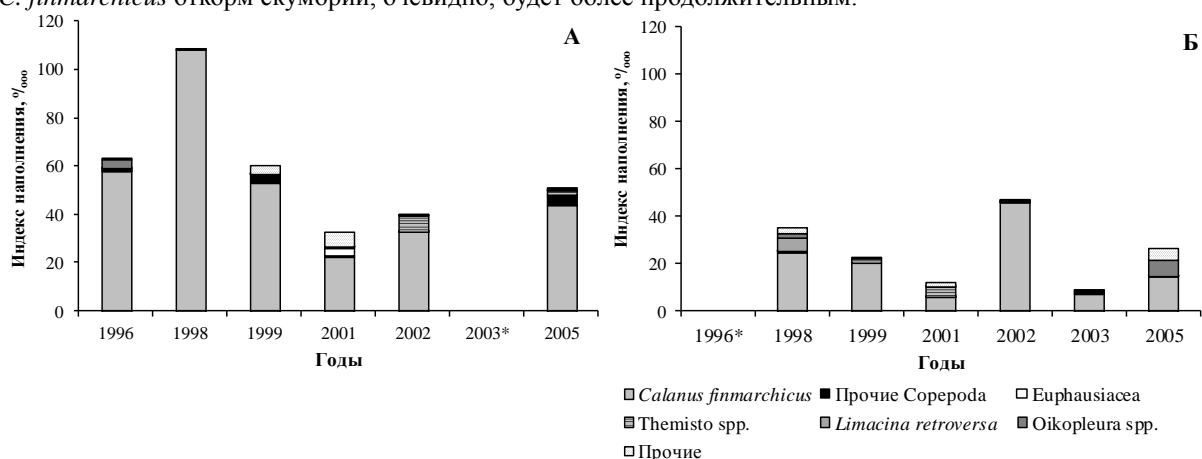


Рис. 3. Состав пищи скумбрии в Норвежском море в июне (А) и июле (Б) 1996-2005 гг. Год со звездочкой – нет данных

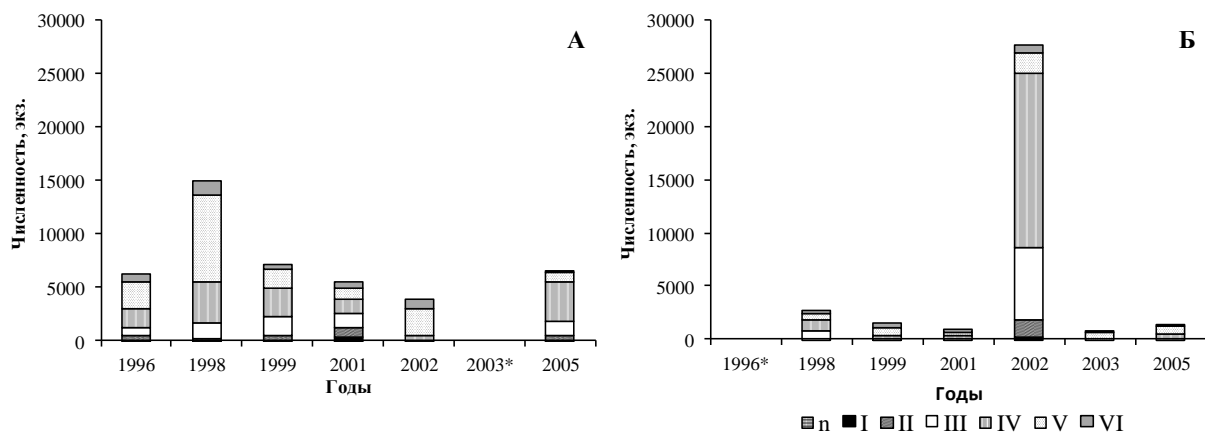


Рис. 4. Средняя численность *C. finmarchicus* в желудках скумбрии в Норвежском море в июне (А) и июле (Б) 1996-2005 гг. Год со звездочкой – нет данных

Некоторые межгодовые отличия и отличия в июне-июле в составе пищи скумбрии, вероятно, связаны с локальными особенностями ее питания на акватории Норвежского моря. По данным норвежских исследователей (Langøy et al., 2006), *L. retroversa* была основным объектом питания скумбрии в июле 2004 г.; значение *C. finmarchicus* было меньше. В экспериментальных условиях было показано, что скумбрия активно избирает *A. digitale*, выедая их полностью, даже при наличии копепод (Runge et al., 1987), поэтому исследователи рассматривают *A. digitale* как важный кормовой объект для скумбрии. Однако по нашим данным, роль этих видов в период исследований незначительна. *A. digitale* развивается в теплых атлантических водах в открытой части моря в июне-июле, в некоторые годы может вносить значительный вклад в общую биомассу зоопланктона и, являясь хищником, способна значительно снижать биомассу *C. finmarchicus* (Тимохина, 1968), выступая, таким образом, конкурентом скумбрии за комовой ресурс. Для скумбрии Японского моря, как отмечает М.С. Кун (1954), характерно, что и взрослая рыба, и сеголетки могут переходить с питания одними организмами на другие. Это подтверждает, что скумбрия придерживается оппортунистической стратегии питания (Pepin et al., 1988).

4. Заключение

Таким образом, установлено, что интенсивность питания скумбрии подвержена значительной межгодовой изменчивости. Кроме того, интенсивность откорма в июне обычно выше, чем в июле. Состав ее пищи очень разнообразен, но *C. finmarchicus* – доминирующий объект во все годы.

Поскольку скумбрия является планктофагом и успех ее откорма и жиронакопления зависит от уровня биомассы зоопланктона, в условиях наблюдающего снижения биомассы зоопланктона Норвежского моря возможны резкие изменения в характере ее откорма и изменение маршрутов кормовых миграций.

Литература

- Anon. Report of the Working Group on Northeast Atlantic Pelagic Ecosystem Surveys (WGNAPES). *ICES CM 2010/SSGESST: 16*, 197 p., 2011.
- Belikov S.V., Jakupsstovu S.H., Shamrai E., Thomsen B.** Migration of mackerel during summer in the Norwegian Sea. *ICES C.M. /AA:8*, 15 p., 1998.
- Cabral H.N., Murta A.G.** The diet of blue whiting, hake, horse mackerel and mackerel off Portugal. *Journ. Appl. Ichthyology*, v.18, p.14-23, 2002.
- Cortés E.** A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: Application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.54, p.726-738, 1997.
- Dahl K., Kirkegaard E.** Stomach contents of mackerel, horse mackerel and whiting in the eastern part of the North Sea in July. *ICES CM. 1986/H:86*, v.8, 17 p., 1985.
- Darbyson E., Swain D.P., Chabot D., Castonguay M.** Diet variation in feeding rate and prey composition of herring and mackerel in the southern Gulf of St. Lawrence. *J. Fish Biol.*, v.63, p.1235-1257, 2003.
- Iversen S.A.** Mackerel and horse mackerel. Chapter 10. In: *The Norwegian Sea Ecosystem. Ed. Skjoldal H.R. Trondheim, Norway: Tapir Academic Press*, p.289-300, 2004.
- Langøy H., Nøttestad L., Skaret G., Broms C.T.A., Fernö A.** Feeding ecology of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in the Norwegian Sea. *ICES C.M. 2006 / F:20*, 14 p., 2006.
- Maurer R.** A preliminary analysis of inter-specific trophic relationships between the sea herring, *Clupea harengus* Linnaeus and the Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* Linnaeus. *ICNAF Res. Doc. 76/VI/121 (Ser. No. 3967)*, 22 p., 1976.
- Mehl S., Westgård T.** The diet and consumption of mackerel in the North Sea. *ICES C.M. H:34*, 30 p., 1983.
- Moore J.A., Winters G.H., Parsons L.S.** Migrations and biological characteristics of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) occurring in Newfoundland waters. *J. Fish. Res. Board Can.*, v.32, N 8, p.1347-1357, 1975.
- Olaso I., Gutierrez J.L., Villamor B., Garrera P., Valdes L., Abanza P.** Seasonal changes in the north-eastern atlantic-mackerel diet (*Scomber scombrus*) in the north of Spain (ICES Division VIIIc). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, v.85, p.415-418, 2005.
- Pepin P., Koslow J.A., Pearre Jr.S.** Laboratory study of foraging by Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, on natural zooplankton assemblages. *Can. J. Aquat. Sci.*, v.45, p.879-887, 1988.
- Pinkas L., Oliphant M.S., Iverson I.L.K.** Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian Waters. *Calif. Fish. Game*, v.152, p.1-105, 1971.
- Prokopchuk I., Sentyabov E.** Diets of herring, mackerel, and blue whiting in the Norwegian Sea in relation to *Calanus finmarchicus* distribution and temperature conditions. *ICES J. Mar. Sci.*, v.63, N 1, p.117-127, 2006.
- Runge J.A., Pepin P., Silvert W.** Feeding behavior of the Atlantic mackerel *Scomber scombrus* on the hydromedusa *Aglantha digitale*. *Marine Biology*, v.94, p.329-333, 1987.
- Виноградов В.И.** Сезонная, межгодовая динамика состава пищи, интенсивности питания атлантической скумбрии (*Scomber scombrus*) и кормового зоопланктона в Северо-Западной Атлантике в 1971-1974 гг. *Питание и пищевые взаимоотношения рыб и беспозвоночных Атлантического океана. Калининград, АтлантНИРО*, с.45-51, 1982.
- Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. *Вып. 1: Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики (ПИНРО). М., ВНИРО*, 299 с., 2004.
- Котов В.Л.** Скорость переваривания пищи у дальневосточной скумбрии. *Известия ТИНРО*, т.44, с.249-252, 1957.
- Кун М.С.** Особенности питания сеголеток и взрослой скумбрии. *Известия ТИНРО*, т.42, с.95-108, 1954.
- Прокопчук И.П.** *Calanus finmarchicus* (Gunner) в питании рыб-планктофагов в Норвежском море. *Труды ББС им. Н.А. Перцова Биологического факультета МГУ*, т.10, с.160-167, 2005.
- Прокопчук И.П.** Распределение зоопланктона, питание и трофические связи сельди, скумбрии и путассу в Норвежском и юго-западной части Баренцева морей. *Исследования межвидовых взаимоотношений гидробионтов Баренцева и Норвежского морей. Сб. науч. тр. Мурманск, ПИНРО*, с.155-176, 2006.
- Рудакова В.А.** Условия и основные закономерности откорма атлантическо-скандинавской сельди (*Clupea harengus harengus* L.) в Норвежском море (1951-1962 гг.). *Труды ПИНРО*, вып. 17, с.5-53, 1966.
- Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2011 г. *Мурманск, ПИНРО*, 119 с., 2011.
- Тимохина А.Ф.** Продукция массовых видов зоопланктона в Норвежском море. *Труды ПИНРО*, т.23, с.173-192, 1968.