

УДК 597–153(268.56)

Н.А. Кузнецова*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПИТАНИИ МОЛОДИ РЫБ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧУКОТСКОГО МОРЯ

В августе-сентябре 2017 г. в Чукотском море были собраны данные по питанию сеголеток сайки *Boreogadus saida*, трески *Gadus macrocephalus*, наваги *Eleginus gracilis*, песчанки *Ammodytes hexapterus*, мойвы *Mallotus villosus* и других рыб в рамках программы Арктического комплексного исследования экосистем (The Arctic Integrated Ecosystem Survey (Arctic IES)). В этот период в восточной части Чукотского моря морского льда не было с 72°30' с.ш., кроме того, наблюдались значительные концентрации сайки. Рацион сеголеток сайки и других рыб составляли как пелагические виды зоопланктона, так и придонные. Основные трофические связи рыб замыкались на копепод, эвфаузиид, молодь десятиногих, ойкоплевр. В северном полигоне в пище преобладали крупные копеподы *Calanus glacialis*, встречался и *Calanus hyperboreus* — виды арктических вод и моря Бофорта. В южном полигоне рацион составляли крупные копеподы *C. glacialis/marshallae*, *Eucalanus bungii*, *Neocalanus cristatus* — виды беринговоморских вод. Кроме того, в рационах сеголеток встречались виды, характерные для Аляскинской прибрежной водной массы. Это копеподы р. *Pseudocalanus* и *Centropages abdominalis*, *Acartia longiremis*, *Podon* sp., *Tortanus discaudatus*, *Epilabidocera amphitrites*, *Eurytemora herdmanni*, а также личинки полихет и иглокожих, усногие раки и велигеры двустворчатых моллюсков. Сайка максимально использовала кормовую базу, и ввиду небольших размеров сеголеток они в значительном количестве потребляли мелкий и среднеразмерный зоопланктон, биомасса которого в 2017 г. была невысокой. Биомасса мелкой и средней фракций зоопланктона в южном полигоне была выше, чем в северном, — соответственно 243,5–21,8 и 83,0–5,1 мг/м³. Интенсивность питания была несколько выше, ИНЖ составляли 98,7–67,5 ‰, в северной части — 76,9–46,9 ‰. Высокий уровень сходства рационов сайки с рационами песчанки и наваги предполагает конкурентные отношения в местах совместного обитания из-за совпадающих компонентов пищи. Возможно, и высокая концентрация сеголеток сайки, особенно в северном районе, влияет на их накормленность, вследствие чего интенсивность питания их была средней и ниже. Среднедневной рацион сеголеток сайки составил 3,4 % массы тела в северном полигоне и 4,2 % — в южном.

Ключевые слова: Чукотское море, восточный район, питание, сайка, треска, навага, рацион.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-194-139-152.

Kuznetsova N.A. New data on the diet of juvenile fish in the eastern Chukchi Sea // Izv. TINRO. — 2018. — Vol. 194. — P. 139–152.

Data on feeding of underyearlings of arctic cod *Boreogadus saida*, pacific cod *Gadus macrocephalus*, saffron cod *Eleginus gracilis*, sand lance *Ammodytes hexapterus*, capelin *Mallotus villosus*, and other fish species were collected in the Chukchi Sea in August-September, 2017

* Кузнецова Наталья Алексеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: natalya.kuznetsova@tinro-center.ru.

Kuznetsova Natalia A., Ph.D., senior researcher, e-mail: kuznetsova@tinro-center.ru.

in the framework of Arctic Integrated Ecosystem Survey (Arctic IES). In the time of survey, the eastern Chukchi Sea was free of the sea ice to 72°30' N. Large aggregations of arctic cod were observed in the surveyed area. The diet of arctic cod juveniles and youngsters of other investigated species included both pelagic and near-bottom zooplankton, mainly copepods, euphausiids, oikoplevres, and juvenile decapods. The copepods *Calanus glacialis* and *Calanus hyperboreus* dominated in the northern part of the surveyed area, being typical for the Arctic Ocean and Beaufort Sea, and the species usual for the Bering Sea, as the copepods *Calanus glacialis* + *Calanus marshallae*, *Eucalanus bungii*, and *Neocalanus cristatus*, were in predominance in its southern part. Besides of these large-sized species, the species typical for the Alaska coastal waters were presented in the diet of juveniles, as the copepods *Pseudocalanus* spp., *Centropages abdominalis*, *Acartia longiremis*, *Podon* sp., *Tortanus discaudatus*, *Epilabidocera amphitrites*, and *Eurytemora herdmani*, as well as larvae of Polychaeta, Echinodermata, Cirripedia and veligers of Bivalvia. The arctic cod juveniles used the whole spectrum of prey but consumed mainly small- and medium-sized zooplankton, which biomass was relatively low in 2017: 21.8–243.5 mg/m³ in the southern part of the surveyed area and 5.1–83.0 mg/m³ in its northern part. Correspondingly, their feeding intensity was higher in the south: their stomach fullness was 98.7–67.5 ‰ in the south and 76.9–46.9 ‰ in the north; the mean daily ration was 4.2 % of the body weight in the south and 3.4 % in the north. These values are considered as low or medium, possibly the stock of arctic cod was too high for the feeding base, particularly in the northern area. From the other hand, the diets of arctic cod, saffron cod and sand lance were very similar in the areas of joint habitation, so competitive relations between these species could be assumed.

Key words: Chukchi Sea, eastern Chukchi Sea, feeding, arctic cod, pacific cod, saffron cod, diet.

Введение

Изменение климата, потепление и сокращение летнего морского льда в Арктике увеличивают интерес к изучению арктического шельфа, в частности Чукотского моря. В рамках программы Арктического комплексного исследования экосистем (The Arctic Integrated Ecosystem Survey (Arctic IES)) в конце лета — начале осени 2017 г. в Чукотском море были проведены комплексные исследования, в том числе по питанию сеголеток сайки *Boreogadus saida*, трески *Gadus macrocephalus*, наваги *Eleginus gracilis*, песчанки *Ammodytes hexapterus*, мойвы *Mallotus villosus* и других рыб. В 2017 г. в Чукотском море и далее на юг до Берингова пролива морского льда не было до 72°30' с.ш. Кроме того, 2017 г. выделялся изобилием сайки в этом регионе (www.nprb.org/arctic-program/preliminary-result).

Чукотское море — место постоянного обитания сайки. По питанию этого вида есть публикации по Беринговому морю и западной части Чукотского моря (Напазакوف и др., 2001; Чучукало, 2006; Кузнецова, Слабинский, 2007; Ефимкин, 2013), которые использовались в данной статье для сравнения.

Целью настоящей работы является оценка особенностей питания сеголеток сайки в измененных климато-океанологических условиях.

Материалы и методы

В Чукотском море с 28 августа по 28 сентября 2017 г. на НИС «Ocean Starr» (США) были выполнены комплексные исследования, в том числе сбор данных по питанию сеголеток сайки и других рыб. Схема станций и положение районов, по которым осреднялись полученные материалы, показаны на рис. 1. Граница северного полигона проходила по 72°30' с.ш. (ст. 2–34), южного — по 69°30' с.ш. (ст. 35–52). В районе исследований глубина составляла от 29 до 62 м, а температура воды на поверхности была 2,6–3,9 °C в районе северного полигона. В районе южного полигона в слое 0–5 м — 8,5 °C. По данным американских исследователей в период съемки более холодная вода из Арктического бассейна транспортировалась в восточную часть Чукотского моря, и оба потока (арктические воды и воды из моря Бофорта), а также северные ветры, возможно, вызывали поступление более глубинных вод на шельф. В южной части моря высокая температура обусловлена, с одной стороны, притоком берингоморских вод, а с другой — летним прогревом верхних горизонтов (www.nprb.org/arctic-program/preliminary-result).

Пробы на питание рыб были взяты из уловов поверхностных (Surface Trawl), среднеглубинных (Midwater Trawl) и донных (Beam Trawl) тралений. Всего для определения рационов сеголеток сайки и других рыб было собрано и обработано на борту судна 120 проб из 1716 желудков. Проба на питание сеголеток обычно включала 25–50 желудков рыб одного вида. Обработка желудочно-кишечных трактов проводилась без предварительной фиксации (Руководство..., 1986; Чучукало, 1996, 2006; Волков, 2008). Содержимое желудков взвешивали, определяли массу каждого пищевого компонента, степень его переваренности по 5 стадиям, затем его значимость (доля по массе (%), общие и частные индексы наполнения желудков (ИНЖ, ‰)).

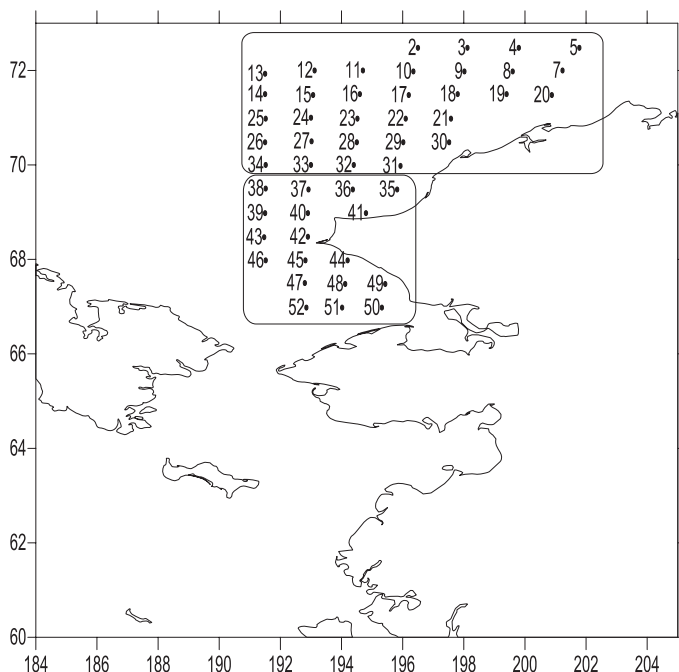


Рис. 1. Район работ и схема расположения станций в Чукотском море в августе-сентябре 2017 г.

Fig. 1. Scheme of the survey in the Chukchi Sea in August-September, 2017

Результаты и их обсуждение

В 2017 г. в восточной части Чукотского моря по биомассе и численности доминировали сеголетки сайки (www.nprb.org/arctic-program/preminary-result). В 2017 г. в северном полигоне основной рацион сеголеток сайки как из поверхностных, так и из среднеглубинных и донных тралений, составляли различные виды копепод, эвфаузииды и декаподы. Среди копепод значительную долю в рационе составляли *Calanus glacialis*, мелкие копеподы р. *Pseudocalanus*, встречался и *C. hyperboreus*, данный вид — индикатор атлантических вод. Среди прочих копепод отмечены виды прибрежного комплекса *Centropages abdominalis*, *Acartia longiremis*, *Epilabidocera amphitrites*, *Eurytemora herdmanni*, *Podon* sp., *Evadne* sp. и Harpacticoidae. Из эвфаузиид в пище доминировали *Thysanoessa inermis* и ее молодь, декаподы — зоэа и мегалопы крабов и раков-отшельников, а также молодь креветок. В пище рыб из уловов донных тралений заметной была доля сагитт. Среди прочих видов зоопланктона в пище встречались молодь усонюгих раков, кумовые, велигеры двустворчатых моллюсков, молодь крылоногих моллюсков, гаммариды, гиперии и молодь медуз. Интенсивность питания сеголеток была невысокой, индексы наполнения желудков (ИНЖ) среднеглубинных, поверхностных и донных тралений составляли соответственно 76,9–73,5 и 46,9 ‰ (табл. 1).

В южном полигоне в рационе сеголеток из поверхностных и среднеглубинных тралений преобладали копеподы, из донных — эвфаузииды. Среди копепод значительную долю составляли также *C. glacialis/marshallae*, копеподы р. *Pseudocalanus* и прибрежный

Таблица 1

Состав пищи сайки в восточной части Чукотского моря из поверхностных, среднеглубинных и донных тралений, % массы тела

Table 1

Food composition for arctic cod in the eastern Chukchi Sea caught by surface, midwater and bottom trawling, % of body weight

Компонент	Северный полигон			Южный полигон		
	Поверх- ностные траления	Средне- глубинные траления	Донные траления	Поверх- ностные траления	Средне- глубинные траления	Донные траления
Euphausiacea в том числе	17,7	11,2	17,0	16,7	15,9	39,0
<i>Thysanoessa inermis</i>	—	10,2	17,0	5,0	3,1	12,7
<i>Thysanoessa</i> juv.	17,7	1	—	0,6	12,8	26,3
<i>Thysanoessa raschii</i>	—	—	—	11,08	—	—
Copepoda в том числе	78,7	36,4	11,5	60,9	45,3	27,5
<i>Calanus hyperboreus</i>	—	2,3	—	—	—	0,5
<i>C. glacialis</i>	54,1	28,7	10,9	—	—	—
<i>C. glacialis/marshallae</i>	—	—	—	9,5	15,6	7,5
<i>Pseudocalanus</i> spp.	19,8	1,1	0,4	29,3	10,7	9,3
<i>Centropages abdominalis</i>	—	0,6	—	15,9	10,0	4,5
Прочие Copepoda	4,8	3,7	0,2	6,2	9,0	5,7
Larvae Decapoda в том числе	3,4	30,9	27,1	0,0	0,9	3,6
Zoea, Megalopa Brachyura	—	10,0	3,4	—	—	—
Zoea, Megalopa Pagurus	3,4	14,1	15,3	—	—	—
Larvae Caridea	—	6,8	8,4	—	0,9	3,6
<i>Oikopleura</i> sp.	—	2,5	—	5,7	24,8	6,5
<i>Sagitta elegans</i>	—	6,5	24,8	—	3,8	—
Larvae pisces	—	2,1	—	9,8	—	21,2
Прочие	0,2	10,5	19,6	7,0	9,4	2,2
Ср. ИНЖ, ‰	73,5	76,9	46,9	67,5	98,7	77,4
Ср. длина, см	4,4	4,8	5,2	6,3	6,2	6,8
Ср. масса, г	0,8	0,7	0,8	1,6	1,5	3,1
Доля свежей пищи, %	32,5	33,6	33,7	39,2	51,7	60,3
Кол-во проб	2	20	4	5	8	5
Кол-во желудков	45	676	135	78	205	66

вид *C. abdominalis*, эвфаузиид — *Th. inermis*, кроме того, в пище сеголеток из поверхностных тралений встречалась *Th. raschii* и их молодь. Доля личинок рыб была значительной в пище сеголеток из уловов донных тралений, ойкоплевр — из среднеглубинных. Из декапод встречалась молодь креветок. Интенсивность питания была несколько выше, чем в северной части, — ИНЖ среднеглубинных, поверхностных и донных тралений составляли соответственно 98,7, 67,5 и 77,4 ‰ (табл. 1). Здесь же встречалось небольшое количество сайки размером 13–14 см. В питании сайки этой размерной группы из уловов среднеглубинных тралений преобладали эвфаузииды (71,3 %) и ойкоплевры (27,5 %), встречались *Themisto libellula* и *Pseudocalanus minutus*, из донных тралений — молодь креветок (52,0 %), мизиды (20,0 %), полихеты (10,0 %), кумовые и копеподы *Neocalanus cristatus*, *Eucalanus bungii*, *C. glacialis/marshallae* (15,0 %). Годовики питались довольно интенсивно, средние ИНЖ составили 133,3–150,0 ‰.

В течение дня сеголетки сайки активно питались, доля свежезаглоченной пищи составляла 24–58 %. В северном полигоне доминировали копеподы, молодь десятиногих и эвфаузииды, в южном — также копеподы, эвфаузииды и ойкоплевры. Все траления выполнялись в светлое время суток, поэтому и полученные данные отражают питание только в это время. Как ранее было отмечено В.И. Чучукало (2006), спад интенсивности питания сайки в Анадырском заливе наблюдался после полудня. После чего «свежей» пищи в желудках не отмечалось до утра (8 час), затем

сайка начинала питаться и к 16:00 час доля «свежей» пищи достигала 61 %. Суточный пищевой рацион сеголеток был оценен в 4,2 % массы тела. Если принять во внимание, что ночью сайка не питается, то среднеловный рацион сеголеток сайки (считая его величину, равной удвоенной сумме максимальных ИНЖ, %) может составить 3,4 % в северном полигоне и 4,2 % массы тела — в южном (рис. 2) (Чучукало, 1996).

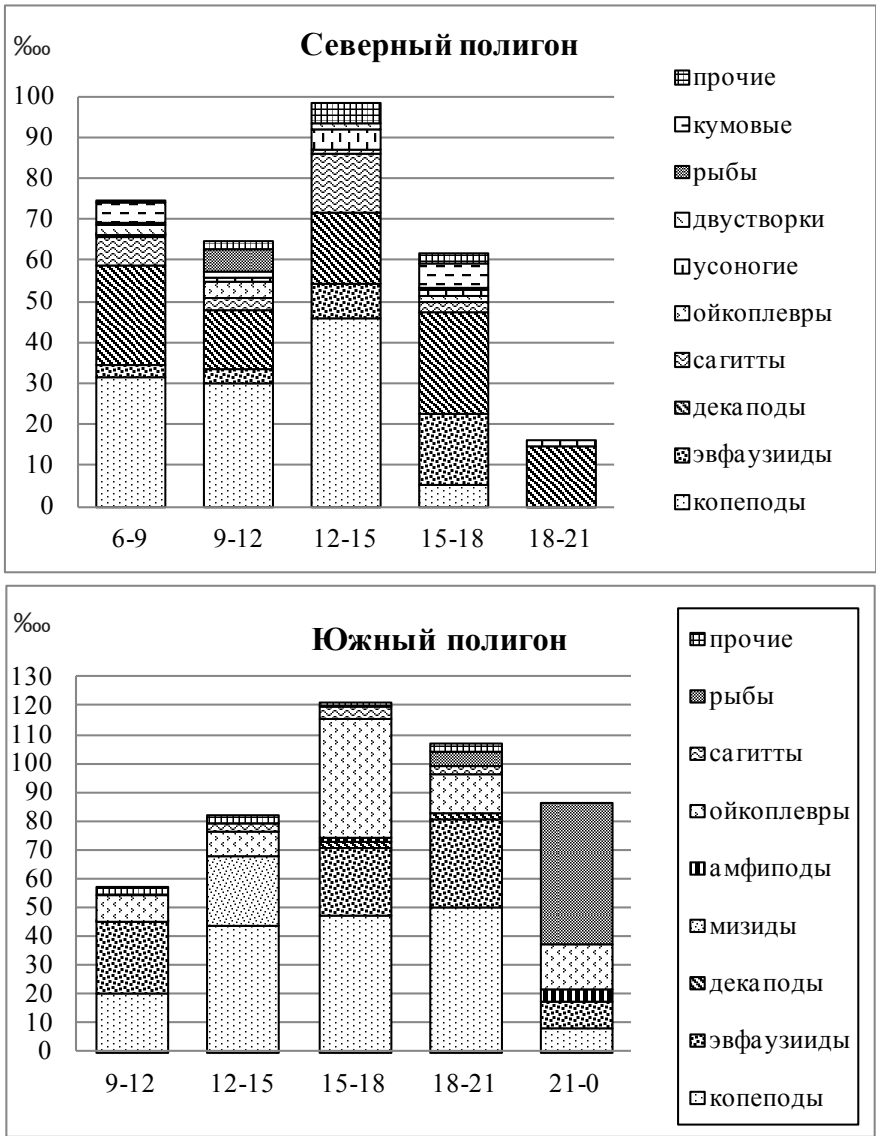


Рис. 2. Интенсивность питания сайки из уловов поверхностных и среднеглубинных тралений в течение дня в восточной части Чукотского моря

Fig. 2. Daily rhythm of feeding intensity for arctic cod in the eastern Chukchi Sea caught by surface and midwater trawling

В северном полигоне сеголетки наваги питались в основном личинками песчанки и других рыб. В рационе сеголеток из уловов поверхностных и среднеглубинных тралений в южном полигоне доминировали копеподы, ойкоплевры и эвфаузииды. Среди копепод преобладали *C. abdominalis* и мелкие копеподы р. *Pseudocalanus*, встречались *C. glacialis/marshallae*, *E. amphitrites*, *E. herdmani*, *A. longiremis*, *Tortanus discaudatus*. Основными объектами питания сеголеток из уловов донных тралений были полихеты, молодь креветок и гаммариды. Интенсивность питания молоди наваги была высокой, ИНЖ составили 157,8–174,3 ‰, максимальный ИНЖ был отмечен у сеголеток из поверхностных тралений — 305,5 ‰ (табл. 2).

Таблица 2

Состав пищи сеголеток наваги из поверхностных, среднеглубинных и донных тралений в восточной части Чукотского моря, % массы тела

Table 2

Food composition for saffron cod underyearlings in the eastern Chukchi Sea caught by surface, midwater and bottom trawling, % of body weight

Компонент	Северный полигон	Южный полигон		
	Среднеглубинные траления	Поверхностные траления	Среднеглубинные траления	Донные траления
<i>Thysanoessa inermis</i>	–	1,9	17,8	0,2
Copepoda, в том числе	1,3	60,4	57,8	2,5
<i>Pseudocalanus</i> spp.	–	23,2	23,4	0,9
<i>Centropages abdominalis</i>	0,6	27,8	14,5	0,5
<i>Tortanus discaudatus</i>	–	8,2	6,0	–
<i>C. glacialis/marshallae</i>	–	–	8,4	–
Прочие Copepoda	0,7	1,3	5,5	1,0
Larvae Decapoda	13,0	1,4	–	28,8
<i>Oikopleura</i> sp.	–	34,5	17,0	3,3
Polychaeta	–	–	–	49,5
Gammaridae	–	–	0,1	10,6
Pisces larvae	40,7	–	–	–
<i>Ammodytes hexapterus</i>	40,7	–	–	–
Прочие	4,3	1,9	7,3	5,1
Ср. ИНЖ, ‰	174,3	305,5	157,8	159,9
Ср. длина, см	7,1	7,3	6,7	7,95
Ср. масса, г	3,05	2,5	2,1	3,775
Доля свежей пищи, %	36,5	67,2	45,6	22,625
Кол-во проб	2	4	5	7
Кол-во желудков	14	19	49	27

Таким образом, сеголетки наваги в северном районе питались личинками песчанки и других рыб и молодью декапод. В южном районе основной рацион составляли планктонные (копеподы, эвфаузииды, ойкоплевры) и придонные виды: декаподы, гаммариды и полихеты. Среднедневной пищевой рацион составил 7,4 % массы тела (рис. 3).

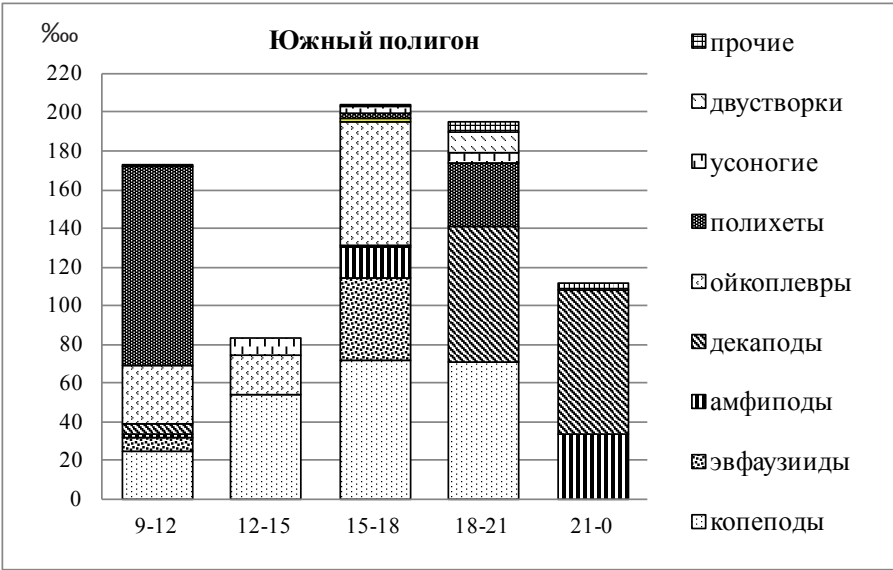


Рис. 3. Интенсивность питания наваги в течение дня в юго-восточной части Чукотского моря

Fig. 3. Daily rhythm of feeding intensity for saffron cod in the eastern Chukchi Sea caught by surface and midwater trawling

В Беринговом море, в карагинско-олюторском районе, в питании сеголеток наваги личинки рыб занимали около 40 % рациона, остальную часть пищи составляли придонные виды: кумовые, гаммариды, мизиды, а также сагитты (Чучукало, 2006).

В питании сеголеток трески из уловов поверхностных тралений преобладающими компонентами были копеподы и гиперииды, из среднеглубинных — эвфаузииды, гаммариды и ойкоплевры. В пище молоди трески из донных тралений доминировали придонные виды: гаммариды, полихеты, молодь креветок, а также зооа раков-отшельников, эвфаузииды и сагитты. Среди копепод преобладали *C. abdominalis* и мелкие копеподы р. *Pseudocalanus*, *T. discaudatus*, встречались *E. amphitrites*, *E. herdmani*, *A. longiremis* (табл. 3).

Таблица 3
Состав пищи трески в южном полигоне Чукотского моря из поверхностных, среднеглубинных и донных тралений, % массы тела

Table 3

Food composition for pacific cod in the southern part of the eastern Chukchi Sea caught by surface, midwater, and bottom trawling, % of body weight

Компонент	Поверхностные траления	Среднеглубинные траления	Донные траления
Сopepoda в том числе	55,9	7,1	5
<i>Pseudocalanus</i> spp.	16,8	1,3	5,0
<i>C. abdominalis</i>	27,8	3,9	—
<i>T. discaudatus</i>	8,3	—	—
Прочие Copepoda	3,0	1,8	—
<i>Thysanoessa inermis</i>, juv.	1,7	42,0	15
Larvae Decapoda	1,7	5,9	20
Hyperiidæ	34,1	8,3	—
Gammaridæ	3,9	15,0	30
<i>Oikopleura</i> sp.	—	11,3	—
Polychaeta	—	8,9	19
<i>Sagitta elegans</i>	—	—	10
Mysidacea	1,1	1,0	—
Cypris, nauplii Cirripedia	1,7	0,5	1
Ср. ИНЖ, ‰	150,6	226,0	45,2
Ср. длина, см	8,5	7,0	7,0
Ср. масса, г	3,8	2,8	2,6
Доля свежей пищи, %	59,75	32,5	27
Кол-во проб	3	2	1
Кол-во желудков	21	31	17

Интенсивность питания молоди трески из поверхностных и среднеглубинных тралений была высокой, средние ИНЖ составили 150,6 и 226,0 ‰.

В Анадырском заливе в рационе сеголеток трески также были отмечены эвфаузииды, мизиды и мегалопа крабов, суточный пищевой рацион (СПР) был оценен в 3,5 % массы тела (Чучукало, 2006).

В юго-восточной части Чукотского моря преобладающей пищей молоди песчанки были копеподы (табл. 4). Среди копепод в пище сеголеток из поверхностных и среднеглубинных тралений наиболее часто были отмечены *C. glacialis/marshallae*, копеподы р. *Pseudocalanus* и *C. abdominalis*, встречались также *N. cristatus*, *E. bungii*, в пище сеголеток из донных тралов — *T. discaudatus*, *Podon* sp. и *A. longiremis*. Заметную часть пищи сеголеток из поверхностных тралений составляли ойкоплевры, личинки иглокожих и велигеры двустворчатых моллюсков, из среднеглубинных — эвфаузииды и также ойкоплевры, из донных тралений — молодь усонюгих раков. Наиболее высокая накормленность наблюдалась у сеголеток из среднеглубинных и поверхностных тралов, ИНЖ составили 342,3–105,2, наименьшая — из донных, всего 9,6 ‰ (табл. 4).

Таблица 4

Состав пищи сеголеток песчанки из поверхностных, среднеглубинных и донных тралений в районе южного полигона Чукотского моря, % массы тела

Table 4

Food composition for sand lance underyearlings in the southern part of the eastern Chukchi Sea caught by surface, midwater, and bottom trawling, % of body weight

Компонент	Поверхностные траления	Среднеглубинные траления	Донные траления
<i>Thysanoessa inermis</i>	—	26,1	—
Copepoda, в том числе	49,2	47,8	78
<i>C. glacialis/marshallae</i>	5,28	13,49	—
<i>Neocalanus cristatus</i>	—	4,58	—
<i>Eucalanus bungii</i>	—	5,08	—
<i>Pseudocalanus</i> spp.	20,71	3,86	—
<i>Centropages abdominalis</i>	17,26	3,93	—
<i>Tortanus discaudatus</i>	—	—	12,0
Прочие Copepoda	6,0	16,8	66,0
Hyperiidae	—	5,8	—
<i>Oikopleura</i> sp.	26,4	12,6	—
Cirripedia	3,4	0,2	22
Bivalvia	10,1	—	—
Echinodermata	9,7	—	—
<i>Sagitta elegans</i>	—	5,8	—
<i>Limacina helicina</i>	0,5	1,6	—
Polychaeta	0,6	—	—
Ср. ИНЖ, ‰	105,2	342,3	9,6
Ср. длина, см	8,7	9,3	11,2
Ср. масса, г	1,5	2,5	3,7
Доля свежей пищи, %	65,7	43,5	23,0
Кол-во проб	3	4	1
Кол-во желудков	27	49	14

В рационе песчанки из Берингова моря также основное значение имели копеподы и эвфаузииды. В западной части Берингова моря суммарная доля копепод в пище песчанки составляла 56–81 %, эвфаузиид — 15–38 %. СПР был оценен в 11–13 % массы тела (Чучукало, 2006).

Основной рацион молодежи мойвы составляли копеподы и эвфаузииды. В северном полигоне доминировали копеподы *C. glacialis*, в южном — *C. glacialis/marshallae*, *E. bungii*, *N. cristatus* и *C. abdominalis*, копеподы р. *Pseudocalanus*, *Podon* sp., *T. discaudatus* и *A. longiremis*. По мере увеличения размеров сеголеток доля эвфаузиид в пище возрастала. Отмечены в пище также молодь усонюгих раков, велигеры двустворчатых моллюсков, ойкоплевры, личинки рыб. Высокая интенсивность питания отмечена в южном полигоне при значительном преобладании эвфаузиид в рационе, ИНЖ составили 175,0–221,1 ‰ (табл. 5).

В южном полигоне в рационе молодежи сельди *Clupea pallasii* из поверхностных тралений, средней длиной 14,9 см, доминировали ойкоплевры (27,5 %) и сагитты (38,5 %). Были отмечены в пище крупные копеподы *C. glacialis/marshallae* (5,8 %), *E. bungii* (3,9 %), *N. cristatus* (1,9 %), гиперииды *T. libellula* (6,9 %), молодь эвфаузиид (9,6 %) и мизиды (5,8 %). В рационе сеголеток из донных тралений преобладали полихеты (55%) и молодь десятиногих раков (25%), встречались копеподы, в основном *E. herdmani*, *Podon* sp., ИНЖ были средними — 62,9–71,9 ‰.

Рацион молодежи камчатского кальмара *Gonatus kamtschaticus* длиной 8–10 см составляли эвфаузииды *Th. inermis* (34,9–76,1 %) и рыбы (46,4–9,6 %), гиперииды (*Hyperia* sp. — 8,7 %, *T. libellula* — 0,3–14,2 %). В небольших количествах в пище были отмечены мегалопа крабов (3,5%) и зоэа раков-отшельников (3,1 %) и копеподы *C. abdominalis*. ИНЖ были средними — 104,1–68,0 ‰.

Таблица 5

Состав пищи мойвы из поверхностных и среднеглубинных тралений
в восточной части Чукотского моря, % массы тела

Table 5

Food composition for capelin in the eastern Chukchi Sea caught by surface and midwater trawling,
% of body weight

Компонент	Северный полигон	Южный полигон	
	Среднеглубинные траления	Поверхностные траления	Среднеглубинные траления
<i>Thysanoessa inermis</i>	28,3	86,3	59,3
Сopepoda, в том числе	42,7	9,7	30,9
<i>C. glacialis</i>	38,1	–	–
<i>C. glacialis/marshallae</i>	–	3,7	7,0
<i>Centropages abdominalis</i>	0,9	1,3	5,0
<i>Pseudocalanus</i> spp.	–	0,8	6,1
<i>Eucalanus bungii</i>	–	3,7	5,7
<i>Neocalanus cristatus</i>	–	–	2,3
Прочие Copepoda	3,8	0,3	4,8
<i>S. elegans</i>	1,0	3,7	0,5
Larvae pisces	7,8	–	–
<i>Oikopleura</i> sp.	–	–	6,1
Cirripedia	0,9	0,3	1,4
Bivalvia	8,4	–	0,9
Echinodermata	1,7	–	0,2
Прочие	9,0	–	0,7
Ср. ИНЖ, ‰	59,6	221,1	175,0
Ср. длина, см	9,0	10,7	10,0
Ср. масса, г	3,0	6,3	4,1
Доля свежей пищи, %	57,3	54,0	60,7
Кол-во проб	7	2	7
Кол-во желудков	76	14	44

Годовики минтая *Gadus chalcogrammus* из уловов донных тралов активно питались рыбами, ИНЖ — 349,4 ‰, а в пище палтусовидной камбалы отмечены креветки, ИНЖ — 69,9 ‰. Рацион молоди восточной зубатки *Anarichus orientalis* и запроры *Zaprora silenus* составляли песчанка и прочие рыбы, ИНЖ были соответственно 256,4 и 88,5 ‰. Арктический керчак *Myoxocephalus scorpius* из уловов среднеглубинных тралений также весьма активно питался рыбами: песчанкой (10 %), бычками *Myoxocephalus* sp. (60 %) и сайкой (30 %). ИНЖ составили 116,3 ‰. В рационе молоди ильного люмпена *Anisochirus medius*, со средними размерами 9,9 и 13,4 см, доминировали харпактициды (35,4 %), полихеты (28,7 %), гаммариды (17,3 %) и велигеры двустворчатых моллюсков (17,3 %). Интенсивность питания была высокой у сеголеток, средний ИНЖ составил 141,1 ‰.

Таким образом, основной рацион сеголеток сайки составляли как пелагические виды зоопланктона, так и придонные: гаммариды, мизиды, декаподы, кумовые. В северном полигоне основными компонентами пищи сеголеток сайки были крупные копеподы *C. glacialis*, встречался и *C. hyperboreus*. Эти виды привносились на шельф более холодными и более солеными водами из арктического бассейна и моря Бофорта, так как в 2017 г. в Чукотском море с 72°30' с.ш. морского льда не было (www.nprb.org/arctic-program/preminary-result). Заметным было количество копепод р. *Pseudocalanus* и эвфаузиид *Th. inermis*, зооа и мегалопа декапод. Встречались личинки полихет и иглокожих, усконогие раки и велигеры двустворчатых моллюсков. Как считают американские исследователи, присутствие мелкого зоопланктона (не копепод) было связано с аляскинской прибрежной водной массой (www.nprb.org/arctic-program/preminary-result). В южный полигон поступали воды берингоморского шельфового течения, что обусловило присутствие крупных копепод берингоморского комплекса

C. glacialis/marshallae, *E. bungii*, *N. cristatus* и *Metridia pacifica*, которые составляли значительную часть рациона. Также преобладали копеподы р. *Pseudocalanus* и прибрежный вид — *C. abdominalis*, эвфаузииды — *Th. inermis*, *Th. raschii* и их молодь, ойкоплевры и личинки рыб. Значительной в пище была численность личинок полихет и иглокожих, усконогих раков и велигеров двустворчатых моллюсков, но по биомассе их доля была невелика. Как видно, сайка активно потребляла как крупный зоопланктон, в частности копепод и эвфаузиид, так и средний и мелкий. Пищевые спектры сеголеток наваги, трески, песчанки и мойвы весьма разнообразны, и наибольшее значение в рационе имели такие же компоненты пищи, что и у сеголеток сайки. Полученные данные по южному полигону позволяют определить уровень пищевого сходства рационов. Наибольшие уловы сайки были отмечены из среднеглубинных тралений. Максимальное сходство пищевых спектров сеголеток из уловов как из поверхностных, так и из среднеглубинных тралений наблюдалось между сайкой и песчанкой, а также сайкой и навагой, из донных — между навагой и треской (табл. 6). Наиболее совпадающими объектами питания между сайкой и песчанкой, навагой, треской и мойвой являлись в основном эвфаузииды *Th. inermis*, копеподы: *C. glacialis/marshallae*, копеподы р. *Pseudocalanus*, *C. abdominalis* и ойкоплевры (рис. 4).

Таблица 6

Степень пищевого сходства рационов сеголеток рыб из уловов поверхностных, среднеглубинных и донных тралений в южном полигоне в сентябре 2017 г., %

Table 6

Diet similarity between underyearlings of different fish species in the southern part of the eastern Chukchi Sea caught by surface, midwater, and bottom trawling in September, 2017, %

Траления	Сайка/ навага	Сайка/ треска	Сайка/ песчанка	Сайка/ мойва	Навага/ треска	Песчанка/ мойва
Поверхностные	48,3	37,7	56,5	12,0	54,8	6,4
Среднеглубинные	53,9	22,1	52,0	36,5	38,2	56,0
Донные	7,0	17,4	11,0	0	31,3	0

Степень сходства пищи показывает возможный объем конкуренции, и между сеголетками сайки и наваги, сайки и песчанки может возникать конкуренция по отношению к копеподам р. *Pseudocalanus*, *C. abdominalis* и ойкоплеврам. Треска, кроме совпадающих видов, потребляла в значительном количестве гипериид и гаммарид, мойва питалась в основном видами крупной фракции — эвфаузиидами и копеподами. Наиболее совпадающие компоненты рационов относятся к мелкой и среднеразмерной фракциям зоопланктона, биомасса которых была невысокой. В северном и южном полигонах биомасса средней и мелкой фракций была соответственно 5,1–21,8 и 83,0–243,5 мг/м³, особенно низкой была биомасса средней фракции. Средние размеры у сеголеток сайки были 4,4–6,8 см, песчанки — 8,7–9,3, трески — 7,0–8,5, наваги — 6,7–7,3, мойвы — 10,0–10,7 см. Возможно, более мелкие сеголетки сайки испытывали некоторый дефицит в среднем и мелком зоопланктоне, если судить по кормовой базе и интенсивности питания. Как отмечено выше, интенсивность питания сеголеток сайки была невысокой.

В восточной части Чукотского моря (70–66° с.ш.) в сентябре 2007 г. (это район южного полигона в сентябре 2017 г.) сеголетки сайки активно питались, средние ИНЖ составили 194–262 ‰. Основу рациона сеголеток, средний размер которых был равен 7,3–7,7 см, составляли *C. abdominalis* (97–70 %), копеподы р. *Pseudocalanus* и молодь эвфаузиид до 10 см (*Th. raschii*) (Волков, Murphy, 2007). Сайки было мало, и наибольшие ее скопления наблюдались в теплой и низкой по солености аляскинской прибрежной водной массе в центральной части Чукотского моря, которая характеризовалась низким содержанием хлорофилла, питательных веществ и наличием мелкого зоопланктона, в котором преобладали копеподы (*C. abdominalis*, *Oithona similis*, *Pseudocalanus* sp.) (Eisner et al., 2013). Эти же виды доминировали и в пище сайки, особенно *C. abdominalis*. В районе исследований в 2007 г. общая биомасса зоопланктона составила 1228,0

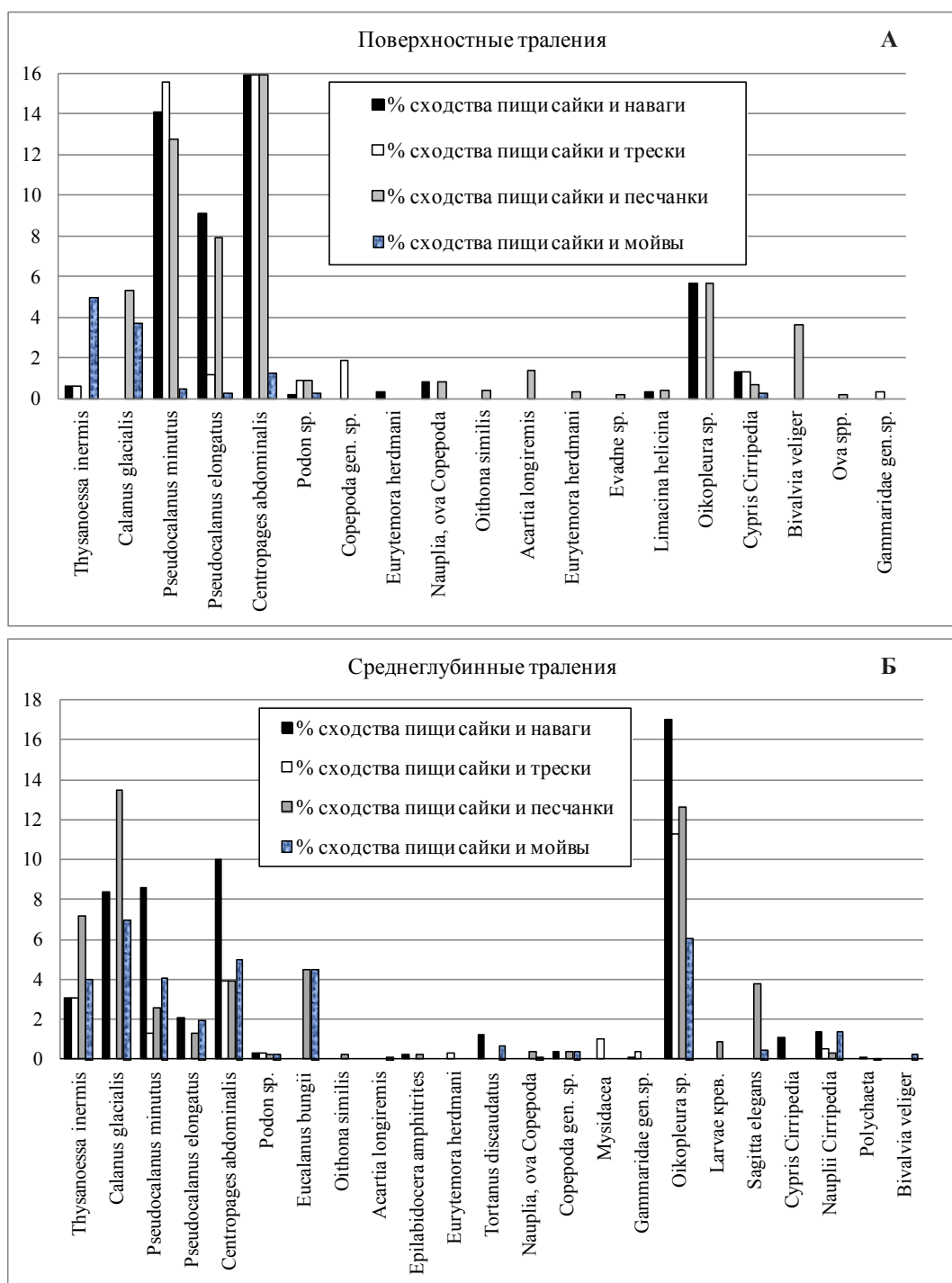


Рис. 4. Степень пищевого сходства между сеголетками сайки и наваги, трески и мойвы из поверхностных (А) и среднеглубинных (Б) тралений по совпадающим объектам питания в южном полигоне в сентябре 2017 г.

Fig. 4. Diet similarity between underyearlings of arctic cod, saffron cod, pacific cod, sand lance, and capelin in the southern part of the eastern Chukchi Sea caught by surface (А), and midwater (Б) trawling in September, 2017

мг/м³, в 2017 г. — 408,3 мг/м³. Биомасса средней фракции составляла 451 мг/м³, что было более чем в 20 раз больше, чем в 2017 г., — 21 мг/м³ (Волков, Murphy, 2007; см. наст. том, с. 153–166). В этот период в восточной части Чукотского моря наблюдалось

значительное количество лососей, особенно сеголеток кеты и горбуши, кроме того, отмечена также высокая биомасса зоопланктона крупной и средней фракций (Волков, Murphy, 2007; Moss et al., 2009). Молодь горбуши и кеты была наиболее многочисленна в менее стратифицированных водах Аляскинского прибрежного течения в центральной части Чукотского моря и Беринговом проливе (Eisner et al., 2013). Вода в северной части Берингова пролива и южной части Чукотского моря характеризовалась высоким содержанием хлорофилла, высоким количеством питательных веществ и присутствием крупного зоопланктона (Eisner et al., 2013). В 2007 г. в южной части Берингова пролива наблюдалась высокая биомасса молоди лососей и большое количество крупного зоопланктона (Gann et al., 2013). Изобилие крупного зоопланктона наблюдалось за счет доминирования копепоид (*C. glacialis/marshallae*, *E. bungii*, *M. pacifica*) и эвфаузиид (*Th. raschii*), которые преобладали в пище лососей в этот период (Волков, Murphy, 2007).

В августе 2007 г. в западной части Чукотского моря основу рационов сеголеток сайки со средней длиной 8,2–9,2 см составляли виды крупной фракции. Предпочитаемыми объектами питания сеголеток сайки были крупные копепоиды (*N. cristatus*), эвфаузииды (*Th. inermis*), гиперииды (*T. libellula*) и молодь креветок и крабов, причем интенсивность питания была очень высокой, ИНЖ достигали 1316 ‰ (Кузнецова, Слабинский, 2007). В августе 2003 г. при значительном количестве сайки ее средний ИНЖ составил 327 ‰. В пище доминировала молодь эвфаузиид (79,8 %) и рыбы, в основном личинки сайки. В сентябре 2010 г. на обследованной акватории количество сайки было невелико, в пище сеголеток преобладали крупные копепоиды (73,0 %), доля эвфаузиид составляла 3,2 %. Интенсивность питания была ниже, ИНЖ составили 127 ‰, хотя в сентябре 2010 г. общая биомасса зоопланктона была выше примерно в три раза (2348 мг/м³), чем в августе 2003, 2007, 2008 гг., — соответственно 797, 714, 660 мг/м³ (Ефимкин, 2013). В районах, находящихся под влиянием берингоморских вод, в зоопланктоне доминировала крупная фракция (Слабинский, Фигуркин, 2014).

Заключение

Качественный состав пищевых спектров сеголеток сайки и других рыб в восточной части Чукотского моря был довольно разнообразен. Рацион их составляли как пелагические виды зоопланктона, так и придонные. Основные трофические связи рыб замыкались на копепоид всех размерных групп, эвфаузиид и их молодь, молодь десятиногих: зоёа и мегалопа крабов и раков-отшельников, креветок, ойкоплевр. Из копепоид в северном полигоне в пище преобладали крупные копепоиды *C. glacialis*, встречался и *C. hyperboreus* — виды арктических вод и моря Бофорта. В южном полигоне рацион составляли крупные копепоиды *C. glacialis/marshallae*, *E. bungii*, *N. cristatus* — виды берингоморских вод. Копепоиды, характерные для Аляскинской прибрежной водной массы, такие как *p. Pseudocalanus* и *C. abdominalis* доминировали в рационе. Встречались также *A. longiremis*, *Podon* sp., *T. discaudatus*, *E. amphitrites*, *E. herdmani*, а также личинки полихет и иглокожих, усоногие раки и велигеры двустворчатых моллюсков. Рацион сеголеток составляли виды как крупной, так и средней и мелкой фракций. Сайка максимально использовала кормовую базу, и вследствие небольших размеров сеголетки в значительном количестве потребляли мелкий и среднеразмерный зоопланктон, биомасса которого в 2017 г. была невысокой. Биомасса мелкой и средней фракций зоопланктона в южном полигоне была выше, чем в северном — соответственно 243,5–21,8 и 83,0–5,1 мг/м³. Интенсивность питания была несколько выше в южном районе, ИНЖ составляли 98,7–67,5 ‰, в северном, — 76,9–46,9 ‰. Высокий уровень сходства рационов сайки, песчанки и наваги предполагает конкурентные отношения в местах совместного обитания из-за совпадающих компонентов пищи. Возможно, и высокая концентрация сеголеток сайки, особенно в северном районе, влияет на их накормленность, вследствие чего интенсивность питания их была средней и ниже. Среднедневной рацион сеголеток сайки составил 3,4 % в северном полигоне и 4,2 % массы тела — в южном полигоне.

Список литературы

- Волков А.Ф.** Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 405–416.
- Волков А.Ф., Murphy J.M.** Планктон и питание рыб в Чукотском море и северной части Берингова моря // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 70–80.
- Ефимкин А.Я.** Питание сайки *Boreogadus saida* в Беринговом и Чукотском морях // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 173. — С. 184–192.
- Кузнецова Н.А., Слабинский А.М.** Гидробиологические исследования в западной части Берингова и Чукотского морей и тихоокеанских водах Командорских островов в 2007 г. по программе «BASIS» // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 282–293.
- Напазак В.В., Чучукало В.И., Кузнецова Н.А. и др.** Питание и некоторые черты экологии тресковых рыб западной части Берингова моря в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 907–928.
- Руководство по изучению питания рыб** / сост. А.Ф. Волков, В.И. Чучукало. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — 32 с.
- Слабинский А.М., Фигуркин А.Л.** Структура планктонного сообщества южной части Чукотского моря в летний период // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 178. — С. 135–147.
- Чучукало В.И.** К методике расчетов суточных пищевых рационов рыб // Изв. ТИНРО. — 1996. — Т. 119. — С. 289–305.
- Чучукало В.И.** Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.
- Eisner L.B., Hillgruber N., Martinson E., Maselko J.** Pelagic fish and zooplankton species assemblages in relation to water mass characteristics in the northern Bering and southeast Chukchi seas // Polar Biol. — 2013. — № 36. — P. 87–113. DOI: 10.1007/s00300-012-1241-0.
- Gann J.C., Eisner L.B., Danielson S.** How do oceanographic characteristics in the northern Bering Sea relate to juvenile salmon biomass? // NPAFC. Tech. Rep. № 9. — 2013. — P. 83–89.
- Moss J.H., Murphy J.M., Farley E.V. et al.** Juvenile pink and chum salmon distribution, diet, and growth in the northern Bering and Chukchi Seas // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. — 2009. — № 5. — P. 191–196.

References

- Volkov, A.F.**, Technique of collecting and processing the samples of plankton and the samples on nekton feeding (step-by-step instructions), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 154, pp. 405–416.
- Volkov, A.F. and Murphy, J.M.**, Plankton and diet of fish in the Chukchi Sea and the northern Bering Sea, *Byull. no. 2 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoï programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 2 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, pp. 70–80.
- Efimkin, A.Ya.**, Feeding of arctic cod *Boreogadus saida* in the Bering and Chukchi Seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2013, vol. 173, pp. 184–192.
- Kuznetsova, N.A. and Slabinsky, A.M.**, Hydrobiological studies in the western Bering and Chukchi seas and the Pacific waters off the Commander Islands in 2007 by the BASIS program, *Byull. no. 2 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoï programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 2 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, pp. 282–293.
- Napazakov, V.V., Chuchukalo, V.I., Kuznetsova, N.A., Radchenko, V.I., Slabinsky, A.M., and Nadtochy, V.A.**, Feeding and some features of ecology of Gadidae fish in the western part of Bering Sea in the summer-autumn season, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 907–928.
- Chuchukalo, V.I. and Volkov, A.F.**, *Rukovodstvo po izucheniyu pitaniya ryb* (Guide to the Study of Diet of Fish), Vladivostok: TINRO, 1986.
- Slabinsky, A.M. and Figurkin, A.L.**, Structure of planktonic community in the southern part of the Chukchi Sea in summer period, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2014, vol. 178, pp. 135–147.
- Chuchukalo, V.I.**, Some methods of determination of fish daily ration, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1996, vol. 119, pp. 289–305.

Chuchukalo, V.I., *Pitanie i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnykh moryakh* (Diet and Feeding Interactions of Nekton and Nektobenthos in the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006.

Eisner, L., Hillgruber, N., Martinson, E., and Maselko, J., Pelagic fish and zooplankton species assemblages in relation to water mass characteristics in the northern Bering and southeast Chukchi seas, *Polar Biol.*, 2013, no. 36, pp. 87–113. doi 10.1007/s00300-012-1241-0

Gann, J.C., Eisner, L.B., and Danielson, S., How do oceanographic characteristics in the northern Bering Sea relate to juvenile salmon biomass?, *NPAFC Tech. Rep.*, 2013, no. 9, pp. 83–89.

Moss, J.H., Murphy, J.M., Farley, E.V., Eisner, L.B., and Andrews, A.G., Juvenile pink and chum salmon distribution, diet, and growth in the northern Bering and Chukchi Seas, *North Pac. Anadromous Fish Comm. Bull.*, 2009, no. 5, pp. 191–196.

Поступила в редакцию 27.06.18 г.

Принята в печать 13.07.18 г.