

УДК 597–153(265.51)

Н.А. Кузнецова*

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

ПИТАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПИЩЕЙ МОЛОДИ РЫБ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В 2003–2012 ГГ.

Исследования по питанию рыб в восточной части Берингова моря проводились в теплый период (2003–2006 гг.) и в холодный (2007–2012 гг.). В теплый период наблюдалось доминирование мелкой и средней фракций планктона, составляющих кормовую базу для сеголеток минтая, песчанки, мойвы. У сеголеток минтая (5–10 см) на долю копепод приходилось 41,5 % массы пищи, сельди — 48,3 %, песчанки — 71,7 %. В то же время сеголетки минтая, песчанки, мойвы являлись пищей для годовиков минтая (75 % массы пищи), сельди (55–82 %), трески (40–79 %) и других рыб. В холодный период отмечалось увеличение биомассы зоопланктона за счет видов и групп крупной фракции: сагитт и копепод, эвфаузиид, гипериид и птеропод. На долю копепод приходилось 40–45 % массы пищи в рационах сеголеток минтая, мойвы — 32–34 %. Эвфаузииды доминировали в пище годовиков минтая (51 %), сельди (36–46 %) и др. Холодноводные гиперииды были отмечены в рационах крупного минтая (24 %), сеголеток трески (9–18 %) и сельди (9–11%). Рыбная составляющая рационов значительно сократилась. Несмотря на значительное сходство рационов, интенсивность питания сеголеток минтая и других рыб была высокой. Средние ИНЖ составили 150–200 ‰ у сеголеток и годовиков минтая. Высокие средние ИНЖ были также у сеголеток трески — 200–250 ‰, песчанки — 200–258, сельди — 302, молоди северного одноперого терпуга — 178–250 ‰. В холодные годы ритм суточного питания сеголеток минтая характеризовался тремя максимумами: около полудня, вечером и ночью — 179, 213, 204 ‰. Суточный пищевой рацион сеголеток минтая по доле свежей пищи в желудках был оценен в 7,01 % массы тела. В теплые годы на период с 7 до 24 час рацион составил 5,85 % плюс переваренная пища за ночь (0,87 %) — 6,72 %.

Ключевые слова: зоопланктон, питание, рацион, сеголетки минтая, песчанка, мойва, сходство пищи, интенсивность питания.

Kuznetsova N.A. Feeding and food supply of juvenile fishes in the eastern Bering Sea in 2003–2012 // *Izv. TINRO*. — 2015. — Vol. 181. — P. 129–140.

Feeding of fish juveniles in the eastern Bering Sea is investigated for the periods of 2003–2006 considered as relatively «warm» and 2007–2012 considered as relatively «cold». Small- and medium-sized zooplankton was the dominant prey in the 2003–2006, in particular copepods prevailed in the food of walleye pollock (41.5 %), pacific herring (48.3 %), and sand lance (71.7 %) juveniles, which in turn were the prey for pollock, herring and cod yearlings and other predators. On the contrary, large-sized zooplankton was more abundant in the 2007–2012, so arrowworms (*Sagitta* sp.), large-sized copepods (in particular *Calanus marshallae*), euphausiids (mainly *Thysanoessa raschii*), hyperiids, and pteropods were the prey for young fish: *C. marshallae* — for juveniles of pollock (40–45 % by weight) and capelin (32–34 %),

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

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

Th. raschii — for yearlings of pollock (51 %) and herring (36–46 %), cold-water hyperiid *T. libellula* — for adult pollock (24 %), juvenile cod (9–18 %) and juvenile herring (9–11 %), whereas portion of fish in the diets was insignificant. In the warm period (2003–2006), juvenile pollock, herring, sand lance and capelin were zooplankton-eaters with the diets similarity 67 %, while yearlings of pollock and juveniles of cod, herring, sandfish, and atka mackerel were fish-eaters preying upon pollock juveniles. In the cold period (2007–2012), the diets of juvenile pollock, juvenile and adult capelin, and juvenile sand lance were also similar at 85–70 % but they preferred large-sized copepods and euphausiids (*C. marshallae* and *Th. raschii*), while yearlings of pollock, yearlings and adults of herring, and juveniles of sand fish and cod had the diets of 70 % similarity with *Th. raschii* prevalence. Feeding intensity was high for all species: the mean stomach fullness was 150–200 ‰ for pollock juveniles and yearlings, 200–250 ‰ for cod juveniles, 200–258 ‰ for sand lance juveniles, 302 ‰ for herring juveniles, and 178–250 ‰ for juvenile atka mackerel. The fullness had diurnal rhythm with three peaks: at noon — up to 179 ‰, in evening — up to 213 ‰, and at night — up to 204 ‰ (the data for walleye pollock juveniles in «cold» years only). Daily food ration of juvenile pollock is estimated as 6.7 % of its body weight in the «warm» years and 7.0 % in the «cold» years.

Key words: zooplankton, feeding, diet, juvenile pollock, sand lance, capelin, diet similarity, feeding intensity.

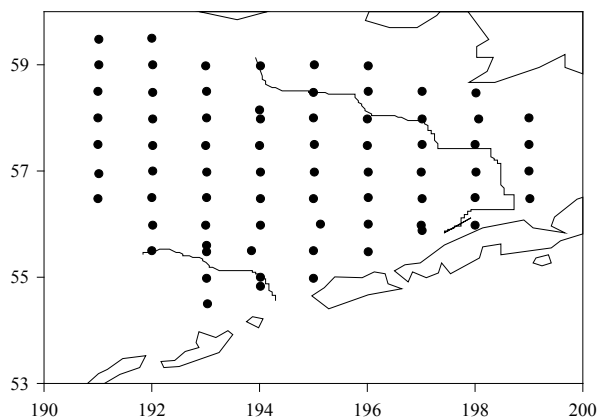
Введение

В восточной части Берингова моря в августе–сентябре 2003–2012 гг. проводились исследования морского периода жизни тихоокеанских лососей по международной программе «BASIS-1» и «BASIS-2» на американских НИС «Sea Storm» и «Oscar Dyson». В этот период были собраны материалы по питанию не только лососей, но и молоди минтая, который является массовым компонентом экосистемы на юго-восточном шельфе Берингова моря (Moss et al., 2009), а также молоди трески, мойвы, песчанки и др., встречающихся в этом районе. Всего было собрано и обработано желудков минтая *Theragra chalcogramma* — 5699, мойвы *Mallotus villosus socialis* — 1371, трески *Gadus macrocephalus* — 1124, сельди *Clupea pallasii* — 1844, песчанки *Ammodytes hexapterus* — 516, волосозуба *Trichodon trichodon* — 496, северного терпуга *Pleurogrammus monopterygius* — 289.

Цель настоящего исследования — оценка особенностей питания вышеперечисленных рыб в различных климато-океанологических условиях.

Материалы и методы

Траловые съемки проводили на восточнберинговоморском шельфе в 200-мильной зоне США и охватывали акваторию от побережья США до 171° з.д. между 54 и 60° с.ш. (рис. 1). Траления проводились в поверхностном горизонте, а в 2008–2012 гг. выполнялись и среднеглубинные траления по эхозаписям. Пробы на питание брали из траловых уловов и обычно включали 10–25 желудков рыб каждой размерной группы одного вида. Обработка желудков проводилась без предварительной фиксации, в соответствии с методикой (Руководство ..., 1986; Волков, 2008). Содержимое желудков



взвешивали, определяли видовой состав и массу каждого пищевого компонента, наличие свежей пищи, значимость массовых видов (доля по массе, индексы наполнения желудков (ИНЖ, ‰)).

Рис. 1. Район работ и схема станций в восточной части Берингова моря в августе–октябре 2003–2012 гг.

Fig. 1. Scheme of survey in the eastern Bering Sea in August–October, 2003–2012

Пищевое сходство оценивали с помощью кластерного анализа по величине Евклидова расстояния, расчеты сделаны с помощью прикладной программы Statistica.

Полученные данные по составу пищи и интенсивности питания рыб в 2003–2012 гг. по каждому конкретному году были опубликованы ранее (Кузнецова, 2007; Кузнецова и др., 2008, 2010, 2012; Заволокин и др., 2009, 2011).

Результаты и их обсуждение

Рассматриваемый 10-летний период в восточной части Берингова моря по климатическим условиям был неоднородным. 2003–2006 гг. относились к теплому типу лет, а последующие годы — 2007–2012 гг. — к холодному (Annual report ..., 2006*; Coyle et al., 2011). Произошедшие климатические изменения отразились на структуре планктонных сообществ восточной части моря: доминирование зоопланктона мелкой и средней фракций в теплые годы сменилось доминированием крупной в холодные годы (Волков и др., 2006, 2007, 2009; Кузнецова и др., 2009, 2011; Волков, 2012, 2013). И происходило это не за счет снижения биомассы зоопланктона мелкой и средней фракций, а в связи с увеличением биомассы массовых видов групп крупного планктона — копепод и сагит, а также эвфаузиид, гипериид и птеропод.

В теплый период 2003–2006 гг. наблюдалось доминирование в планктоне мелкой фракции *Oithona similis* и *Pseudocalanus* spp. (45–75 % биомассы), большой была доля копепод и ветвистоусых мелководного комплекса (*Acartia* spp., *Centropages abdominalis*, *Eurytemora herdmanni*, *Tortanus discaudatus*, *Podon leuckarti*, *Evadne nordmanni*), а также меропланктона, в том числе личинок крабов. Эти виды и составляли кормовую базу для мелких сеголеток минтая, песчанки, мойвы. Последние, в свою очередь, служили пищей для более крупной собственной молоди, терпугов, волосозуба, трески (табл. 1–3). Доминирование рыбной пищи (минтая, песчанки и мойвы и личинок других рыб) в рационе годовиков и взрослого минтая, молоди сельди и др. рыб было связано с невысокой в этот период биомассой эвфаузиид, гипериид и копепод (Волков и др., 2006; Волков, 2012). Увеличение потребления собственной молоди у минтая старших возрастов отмечено во многих районах и наблюдается при ухудшении кормовых условий. При невысокой концентрации копепод и эвфаузиид в питании может возрастать роль других объектов, в том числе и нектона (Шунтов и др., 1993; Чучукало, 2006).

В холодный период 2007–2012 гг. изменения состава и биомассы зоопланктона проявились в существенном увеличении биомассы копепод холодноводного комплекса, в частности *Calanus marshallae* (385,0 мг/м³, в 2003–2006 гг. — 26,6 мг/м³), и биомассы эвфаузиид, в основном за счет *Thysanoessa raschii* (26,6 и 6,9 мг/м³). Отмечено появление холодноводного вида гипериид — *Themisto libellula* (22,9 и 0 мг/м³) — вида, который не встречался в 2003–2006 гг.

Эти изменения сказались на составе пищи практически всех видов рыб (табл. 1–3). В питании сеголеток минтая, мойвы и других рыб значение копепод в пище возросло за счет *C. marshallae* (Волков, Кузнецова, 2013). У сеголеток минтая (как из поверхностных тралений, так и из среднеглубинных) на долю *C. marshallae* приходилось 40–45 %, мойвы — 32–34 % массы пищи. В мелководной части залива у молоди песчанки длиной 5–10 и 10–20 см в пище преобладали копеподы за счет *Pseudocalanus* spp. и неритических *C. abdominalis* и *Epilabidocera amphitrites*. Рацион сельди всех размерных групп, годовиков и неполовозрелого минтая, сеголеток трески, молоди северного терпуга и сеголеток и молоди волосозуба длиной до 20 см составлял зоопланктон. В пище сельди и годовиков минтая доминировали эвфаузииды, в основном *Th. raschii*, значение эвфаузиид в пище мойвы возрастало по мере роста рыб. У молоди северного терпуга длиной 5–10 и 10–15 см доминировали эвфаузииды за счет *Thysanoessa inermis*, так как они обитают большей частью в водах внешнего шельфа. В рационах крупного минтая, сельди, сеголеток трески были отмечены гиперииды

* Annual report of the Bering Aleutian Salmon International Survey (BASIS) 2005 North Pacific Anadromous Fish Commission : NPAFC. Doc. 992. 2006. 94 p.

Основные компоненты пищи минтай и сельди в восточной части Берингова моря в 2003–2012 гг.

Basic components of walleye pollock and pacific herring diet in the eastern Bering Sea in 2003–2012

Компонент пищи	Минтай												Сельдь												
	Поверхностные траления						Среднеглубинные траления						Поверхностные траления												
	2003–2006 гг.						2007–2012 гг.						2003–2006 гг.						2007–2012 гг.						
Длина рыб, см																									
	5–10	10–20	20–30	40–60	5–10	10–20	5–10	10–20	10–20	30–40	40–60	5–10	10–15	15–20	20–30	30–35	15–20	30–35	20–30	15–20	20–30	30–35	15–20	20–30	30–35
<i>Thysanoessa raschii</i>	16,5	13,9	55,7	7,6	25,3	51,1	12,3	0	36,0	5,1	23,0	0	7,5	27,7	2,4	35,5	46,4	4,5							
Euphausiacea (прочие)	6,0	0,7	0,4	2,6	6,4	0,6	12,8	0	24,8	8,1	0	0	1,0	1,7	0	0,6	10,6	54,1							
Mysidacea	2,2	0,9	0	0,5	0,8	17,7	1,9	0	0	0,7	9,6	3,8	6,7	1,1	0	25,8	3,5	0							
<i>Themisto pacifica</i>	0,8	0	0	0,6	1,8	0,1	2,7	0	0	0,3	0	0	0,9	0,2	0	0,3	5,8	11,1							
<i>Themisto libellula</i>	0	0	0	0	0,5	3,9	0,4	0	3,4	24,4	0	0	0	0	0	0,9	9,0	11,3							
Amphipoda (прочие)	0,3	0	0	0	0,1	1,0	0	0	0	0,4	0	3,3	1,2	0	0	0,6	0	0							
<i>Calanus marshallae</i>	2,4	0,3	0	0	39,6	0,8	45,3	20,0	1,4	0,1	0	0	7,1	0,1	2,7	3,3	9,3	1,6							
<i>Pseudocalanus</i> spp.	18,4	0,3	0	0	8,9	0	4,1	0	0	0	8,4	0,2	2,2	3,9	0	1,6	0,3	0							
<i>Epilabidocera amphitrites</i>	2,1	0,1	0	0	0,6	0,1	0,3	0	0	0	15,1	8,2	6,1	0,2	0	2,7	2,8	7,7							
<i>Centropages abdominalis</i>	7,6	0,2	0	0	0,7	0,1	0,1	0	0	0	7,4	6,4	1,1	0,1	0	2,5	0,1	0							
Copepoda (прочие)	10,9	1,0	0	0	5,8	0	14,2	0	17,1	7,0	17,5	3,0	0,9	2,6	2,7	0,1	1,2	7,2							
Decapoda juv.	6,0	3,9	43,9	32,4	0,6	23,0	0,1	0	0	1,1	3,6	11,8	2,3	2,1	0	14,8	2,2	1,2							
Pteropoda	7,2	1,6	0	0	3,1	0	2,7	0	0	0,1	0	0	1,1	3,8	8,9	0	0,3	0,1							
Chaetognatha	4,9	2,0	0	0	4,8	0	2,8	60,0	3,5	0,4	10,1	5,4	6,4	1,2	1,8	0,1	3,6	0							
Пр. зоопланктон	5,9	0,4	0	3,2	1,0	0	0,3	10,0	1,4	4,8	5,4	3,8	1,0	1,2	0	1,3	0	0							
<i>Theragra chalcogramma</i>	5,1	71,9	0	27,5	0	1,2	0	0	12,4	15,9	0	0	34,7	46,1	81,5	3,9	0,6	0							
Larva pisces	3,6	2,8	0	25,5	0,1	0,4	0	10,0	0	31,5	0	54,1	19,9	8,0	0	6,3	4,3	1,2							
ИНЖ, %оо	193	187	51	34	178	146	160	98	65	76	302	53	78	60	7	99	38	10							
Масса пищи I желудка, г	0,05	0,30	0,40	3,70	0,03	0,40	0,04	0,40	2,70	7,70	0,10	0,20	0,40	0,60	0,20	0,50	0,50	0,40							
Средняя длина, см	6,8	15,3	21,8	54,2	6,5	15,1	6,9	18,7	37,5	52,4	7,6	13,0	17,8	26,0	32,4	18,1	25,5	32,0							
Средняя масса рыбы, г	1,9	16,0	69,0	942,0	1,9	26,0	2,6	44,0	401,0	931,0	5,0	45,0	52,0	136,0	367,0	60,0	185,0	401,0							
Кол-во жел.	2770	354	2	53	1739	78	738	10	20	52	33	60	580	355	81	201	358	185							
Кол-во проб	167	45	2	9	134	15	61	1	2	12	4	6	60	54	17	28	63	38							

Basic components of pacific cod, capelin and sand lance diet in the eastern Bering Sea in 2003–2012

Компонент пищи	Треска						Мойва						Песчанка						
	Поверхностные траления			Среднеглубинные траления			Поверхностные траления			Среднеглубинные траления			Поверхностные траления			Среднеглубинные траления			
	2003–2006 гг.			2007–2012 гг.			2003–2006 гг.			2007–2012 гг.			2003–2006 гг.			2007–2012 гг.			
	5–10	10–15	20–30	5–10	5–10	5–10	5–10	10–15	5–10	10–15	10–15	5–10	10–15	5–10	10–15	5–10	10–15	5–10	10–15
	Длина рыб, см																		
<i>Thysanoessa raschii</i>	4,5	0	0	23,3	9,1	0	57,0	2,6	24,1	4,1	19,4	0	0	0	2,2	0	0	0	0
Euphausiacea (прочие)	7,0	0	0	3,0	10,6	6,9	0	11,1	13,1	0	2,4	5,6	0	13,6	1,0	0	0	0	0
Mysidacea	0,1	0	0	9,5	5,1	0	0	2,9	1,2	51,8	7,6	0	8,0	0,2	0,9	0	0	0	0
<i>Themisto pacifica</i>	0,9	0	0	8,0	11,1	2,1	0	0,5	0,3	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Themisto libellula</i>	0	0	0	9,1	17,8	0	0	0,4	2,4	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda (прочие)	2,8	4,4	18,0	0,3	0	0	0,3	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
<i>Calanus marshallae</i>	0,1	0	0	11,2	12,6	21,2	1,6	32,4	34,0	18,7	35,7	8,6	0	9,9	0,9	0	0	0	0
<i>Pseudocalanus</i> spp.	1,2	0	0	2,5	0,1	15,5	26,4	23,0	3,2	5,1	0,8	37,6	20,9	26,8	57,9	0	0	0	0
<i>Centropages abdominalis</i>	0,7	0	0	0,8	0	5,6	0,6	3,6	0,2	1,2	0,2	3,8	9,9	22,7	10,1	0	0	0	0
<i>Epilabidocera amphitrites</i>	0,1	0,2	0	0,5	0,2	0,3	0,6	0,8	0,4	0	0,4	1,4	5,9	8,0	19,6	0	0	0	0
Copepoda (прочие)	0,1	0	0	1,7	5,1	3,9	0,6	2,4	0,5	0	10,3	20,2	11,7	7,1	0,9	0	0	0	0
Decapoda juv.	32,6	15,8	0	18,6	6,0	0	1,8	0,5	0	2,2	0	0	0,3	0	3,2	0	0	0	0
<i>Limacina helicina</i>	6,1	0	0	9,4	17,6	0	0,1	0,5	0	0	0	0,8	1,6	0	0	0	0	0	0
Chaetognatha	0,7	0	0	1,1	0,7	5,7	4,3	18,0	15,3	14,3	17,0	4,6	4,4	9,2	0	0	0	0	0
<i>Oikopleura</i> sp.	0	0	0	0	0	34,2	0	0,4	1,8	0	0	11,8	0	+	0	0	0	0	0
Пр. зоопланктон	0,4	0	0	0	0	2,6	3,5	0,9	1,1	0	0	2,4	1,9	0,4	0,3	0	0	0	0
<i>Theragra chalcogramma</i>	39,6	79,3	82,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva pisces	3,1	0,3	0	0,9	3,9	1,9	3,3	0	2,5	4,6	2,7	2,9	35,3	0	5,0	0	0	0	0
ИНЖ, %оо	247,2	159,8	146,6	244,5	196,2	281,0	106,6	90,8	90,9	144,0	152,6	212,1	157,9	257,9	149,8	0	0	0	0
Масса пищи 1 желудка, г	0,110	0,200	2,800	0,100	0,100	0,100	0,097	0,030	0,078	0,060	0,130	0,030	0,140	0,030	0,140	0	0	0	0
Средняя длина, см	7,9	12,1	27,5	7,1	7,1	7,3	12,8	8,4	11,4	9,2	11,3	1,5	7,5	1,0	9,3	0	0	0	0
Средняя масса рыбы, г	4,29	12,10	191,0	2,90	2,90	3,90	7,80	3,10	8,40	4,40	9,90	7,10	13,0	6,60	13,20	0	0	0	0
Кол-во жел.	624	157	1	842	275	83	88	419	612	43	128	115	121	259	56	0	0	0	0
Кол-во проб	63	19	1	73	24	8	8	34	58	6	14	12	12	18	8	0	0	0	0

Таблица 3

Основные компоненты пищи северного одноперого терпуга и волосозуба в восточной части Берингова моря в 2003–2012 гг.

Table 3

Basic components of atka mackerel and pacific sandfish diet in the eastern Bering Sea in 2003–2012

Компонент пищи	Северный одноперый терпуг										Волосозуб									
	2003–2006 гг.					2007–2012 гг.					2003–2006 гг.					2007–2012 гг.				
	10–20	20–30	30–50	5–10	10–20	20–30	40–50	5–10	10–20	20–30	5–10	10–20	20–30	5–10	10–20	20–30				
<i>Thysanoessa inermis</i>	0	24,9	0	30,0	11,2	40,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Thysanoessa raschii</i>	5,0	0	0	0	0,3	0	0	5,7	0	0	0	0	43,3	38,5	0	0				
Euphausiacea (прочие)	2,0	0	0	0	1,6	0	0	2,8	0	0	0	0	28,2	1,5	0,5	0				
<i>Themisto pacifica</i>	4,6	0,5	0	37,0	32,2	1,8	0	1,1	0	0	0	0	11,5	0	0	0				
<i>Themisto libellula</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1				
Amphipoda (прочие)	0	1,0	0	0	0	0	100	2,2	0	0	0	0	0	0,1	0,5	0				
<i>Calanus marshallae</i>	1,5	0	0	0	12,0	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>N. plumchrus + fem.</i>	0,8	0,5	0	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Copepoda прочие	0,9	0	0	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Decapoda juv.	3,1	1,0	75,1	0	8,9	0,1	0	17,7	1,3	0,3	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2				
<i>Limacina helicina</i>	17,3	70,0	19,9	33,0	15,4	5,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Прочий зоопланктон	0,4	2,0	5,0	0	6,0	3,0	0	0	0	0,3	0	0,4	0	0,4	0,1	0,1				
Cephalopoda juv.	0	0	0	0	0	22,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Theragra chalcogramma</i>	61,8	0	0	0	0	0	0	55,3	97,2	35,8	0	24,1	19,6	0	0	0				
<i>Ammodytes hexarterus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	18,6	0	27,1	32,7	0	0	0				
<i>Mallotus villosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	3,9	0	11,7	0	0	0				
<i>Clupea pallasii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,7	0	0	0	0	0	0				
<i>Latva pisces</i>	2,7	0	0	0	0,3	22,2	0	15,2	0	5,6	12,3	8,1	27,3	0	0	0				
ИНЖ, %оо	240,2	117,6	31,7	178,6	197,1	151,0	2,9	429,0	232,2	449,7	397,0	441,6	684,2	0	0	0				
Масса пищи I желудка, г	1,60	2,0	2,90	0,05	1,20	2,80	0,50	0,30	2,70	9,0	0,10	3,10	12,30	0	0	0				
Средняя длина, см	17,9	24,0	42,0	6,8	18,0	24,1	49,1	8,1	20,1	23,0	7,4	17,4	22,5	0	0	0				
Средняя масса рыбы, г	65,9	170,0	900,0	2,8	65,6	177,0	1740,0	7,7	131,5	200,8	3,8	68,8	161,5	0	0	0				
Кол-во жел.	170	6	2	10	94	5	1	59	34	80	26	93	204	0	0	0				
Кол-во проб	22	1	1	1	24	4	1	7	4	12	4	10	25	0	0	0				

T. libellula, которые не встречались в теплые годы. Постоянно в пище присутствовали сагитты. Рыбная составляющая рационов значительно сократилась, лишь у волосозуба по мере роста количество рыбной пищи возрастало до 59–91 %, причем сеголетки минтая составляли около 24–20 % (табл. 1–3).

При сравнении рационов исследуемых видов рыб с использованием кластерного анализа в теплый период (2003–2006 гг.) выделяются два кластера. Сеголетки минтая имели большое пищевое сходство (75 %) с сеголетками сельди, численность которых была невелика, а также с сеголетками песчанки и мойвы. Все они на уровне 67 %-ного сходства вошли в один кластер. Основу их рационов составлял зоопланктон, в основном копеподы. Во втором кластере по сходству пищи оказались годовики минтая (10–20 см), трески (10–15 см), волосозуб (5–10 см), терпуг (5–10 и 10–20 см) и сельдь (от 15 до 35 см) за счет преобладания в пище сеголеток минтая (рис. 2). Рыбы, различающиеся по составу пищи, присоединялись к ним на уровне 45–55 %-ного сходства: у мойвы длиной 10–15 см доминировали эвфаузииды, у волосозуба и сельди — минтай и личинки других рыб.

В холодный период (2007–2012 гг.) в один кластер также объединились сеголетки минтая, мойва (сеголетки и взрослые особи) и сеголетки песчанки. Их пищевое сходство находилось на уровне 85–70 % за счет питания копеподами *C. marshallae* и эвфаузидами *Th. raschii*. Значительное сходство пищи отмечено между годовиками минтая и сельди (80 %), а также между сельдью (20–30 см) и сеголетками волосозуба (75 %), за счет преобладания в рационах эвфаузиид *Th. raschii*. Все они вместе с сеголетками трески вошли в один кластер на уровне 70 %-ного пищевого сходства. Высокий индекс сходства отмечен у сеголеток и молоди северного одноперого терпуга (68 %), которые с песчанкой (10–20 см) и волосозубом (20–25 см) присоединились к обоим кластерам на уровне 65–60 %-ного сходства. Наименьшее пищевое сходство со всеми видами (45 %) было у северного одноперого терпуга 20–30 см, так как в питании этого вида доминировали эвфаузииды *Th. inermis* и личинки рыб (рис. 2).

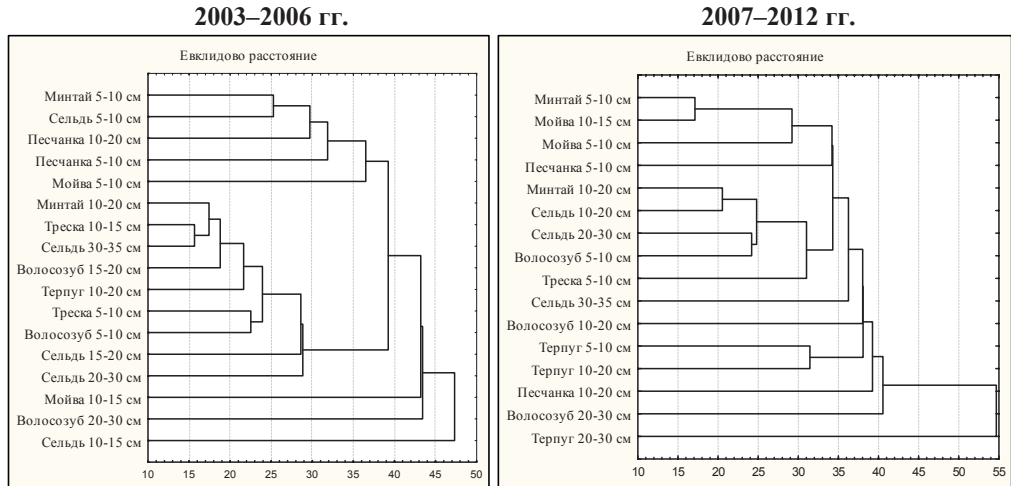


Рис. 2. Пищевое сходство рационов рыб в Бристольском заливе в теплые (2003–2006) и холодные (2007–2012) годы

Fig. 2. Diet similarity for fish species in the Bristol Bay in the warm (2003–2006) and cold (2007–2012) years

Хотя качественный состав пищи в районе исследований в межгодовом плане изменяется значительно, видно, что и в холодные годы существуют два кластера. В теплые годы в одном основу составляли сеголетки минтая, мойвы, сельди и песчанки, питающиеся зоопланктоном, в другом — годовики минтая и молодь трески, сельдь, волосозуб, терпуг, в рационе которых доминировали сеголетки минтая. В холодные годы в первом в пище доминировали копеподы и эвфаузииды, во втором — большей частью эвфаузииды.

Косвенным показателем обеспеченности рыб пищей является ИНЖ. Несмотря на значительное сходство рационов, в холодные и в теплые годы весьма активно питались сеголетки не только минтая, но и других рыб. У сеголеток минтая средние ИНЖ составили 150–200 ‰, как и у годовиков. Высокие средние ИНЖ были у сеголеток трески — 200–250 ‰, песчанки — 200–258, сельди — 302, северного одноперого терпуга (у сеголеток и молоди) — 178 и 200–250 ‰. Высокая степень наполнения желудков у сеголеток мойвы, наблюдавшаяся в теплые годы, — 281 ‰ — в холодные снизилась до 91 ‰. Рацион в теплый период составляли мелкие виды копепода, потребность в которых была выше. Интенсивность питания рыб с возрастом заметно снижалась, и в теплые и в холодные годы у более крупного минтая (40–60 см) ИНЖ составил 34–76 ‰, у сельди (30–35 см) — 7–10 ‰ (рис. 3).

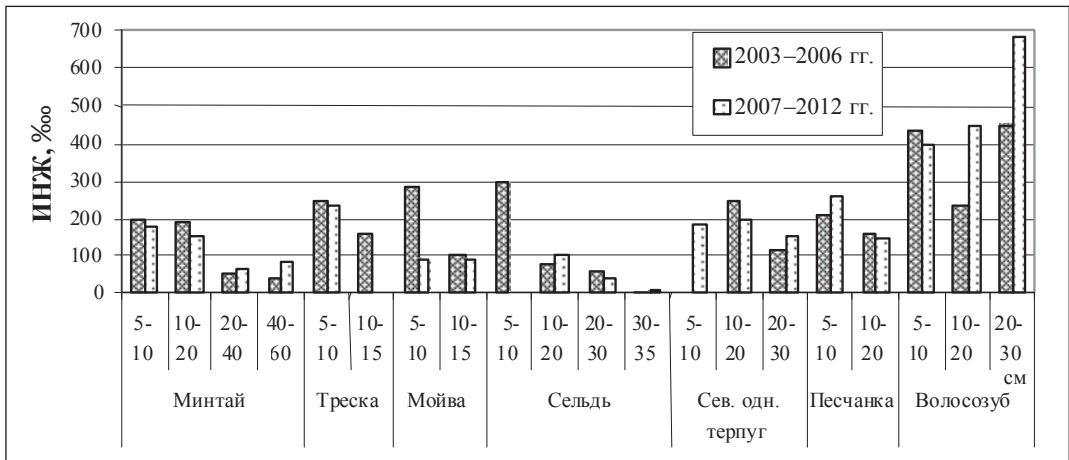


Рис. 3. Интенсивность питания молоди рыб в Бристольском заливе в теплые 2003–2006 и холодные 2007–2012 гг.

Fig. 3. Feeding intensity (‰) for fish juveniles in the warm (2003–2006) and cold (2007–2012) years

В теплый и холодный периоды высокая накормленность сеголеток и взрослых рыб наблюдалась у волосозуба (232–684 ‰), так как основу их рациона составляли молодь, не только минтая, но и других рыб, и зоопланктон (рис. 3).

Для оценки обеспеченности рыб пищей большое значение имеет определение суточных рационов. По имеющимся материалам по питанию сеголеток минтая и других рыб нами была реконструирована синтетическая суточная станция. Для расчета суточных рационов необходимо установление суточной ритмики питания. В основном она определяется по динамике наполнения желудков, в ряде случаев — по наличию свежей или слабо переваренной пищи и по наличию пустых желудков (Волков, 1996; Волков, Косенок, 2005).

В течение всего периода можно отметить высокую интенсивность питания сеголеток минтая, свежая пища у них присутствовала постоянно (рис. 4). В холодные годы ритм суточного питания характеризовался тремя максимумами: около полудня, вечером и ночью — 179, 213, 204 ‰. Суточный пищевой рацион (СПР) сеголеток минтая по доле свежей пищи в желудках был оценен в 7,01 % массы тела. В теплые годы на период с 7 до 24 час рацион составил 5,85 % плюс переваренная пища за ночь (0,87 %) — 6,72 %.

В шельфовой зоне пища доступна как днем, так и ночью, в суточной ритмике может наблюдаться до 4 пиков пищевой активности (Волков, Ефимкин, 1988; Волков, 1996). В северо-западной части Берингова моря летом 2002 г. суточная ритмика молоди минтая характеризовалась тремя пиками активности и СПР был оценен в 13,1 % у рыб до 10 см и 10,9 % у рыб длиной 10–20 см (Ефимкин, 2005). В осенние периоды 1986 и 1987 гг. по данным прямых наблюдений СПР у сеголеток составлял 5,1 и 10,1 % (Шунтов и др., 1993).

В теплые годы годовики минтая интенсивно питались в течение дня, ИНЖ составлял 134–241 ‰, постоянно около 30 % приходилось на свежую пищу, минимальное количество отмечалось утром и в 16–19 час — соответственно 13 и 4 %. В холодные годы максимальное количество свежей пищи (40–50 %) наблюдалось каждые три часа. Максимумы наполнения желудков и количества свежей пищи были утром и в начале ночи — 155 и 316 ‰. Пищевой рацион (по доле свежей пищи плюс переваренная пища за ночь) был оценен в теплые годы в 3,7 %, в холодные (питание зоопланктоном увеличивает рацион) — 4,1 % массы тела (рис. 5).

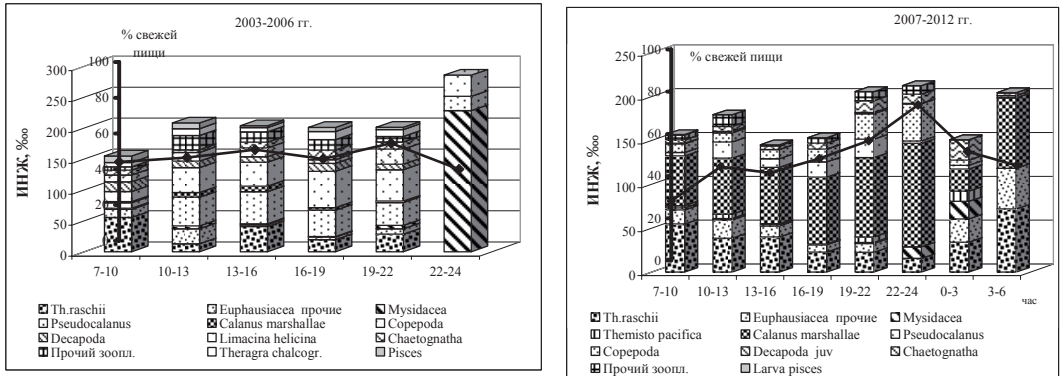


Рис. 4. Интенсивность питания сеголеток минтая, состав рациона и доля свежей пищи в течение суток в теплые и холодные годы

Fig. 4. Feeding intensity (‰), diet composition (%) and daily income of fresh food (%) for juvenile walleye pollock in the warm and cold years

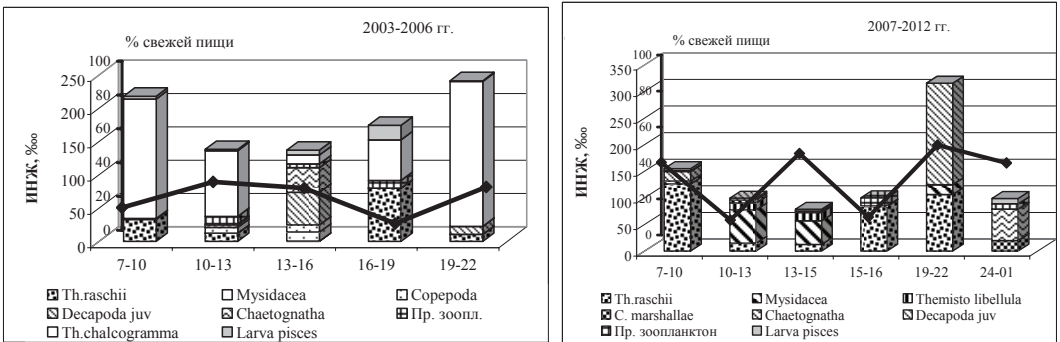


Рис. 5. Интенсивность питания минтая длиной 10–20 см, состав рациона и доля свежей пищи в течение дня в теплые и холодные годы

Fig. 5. Feeding intensity (‰), diet composition (%) and daily income of fresh food (%) for walleye pollock with the length 10–20 cm in the warm and cold years

Как видно на рис. 6, интенсивность питания сеголеток трески была высокой. В теплый период ИНЖ изменялся от 142 ‰ в утренние часы до 270–300 ‰ днем. Свежая пища присутствовала постоянно в пределах 30–40 % массы пищи. СПР по доле свежей пищи в дневное время составил 4,4 % массы тела плюс переваренная пища за ночь — 5,4 %. В холодные годы в раннеутренние часы ИНЖ был минимальным, 79 ‰, свежей пищи не отмечено. Утром интенсивность питания возрастала, ИНЖ увеличивался до 222 ‰, количество свежей пищи составило 32 %. Днем ИНЖ был в пределах 211–271 ‰. Максимум свежей пищи отмечен ближе к вечеру (53 %), затем наблюдалось снижение доли свежей пищи в ночные и раннеутренние часы до 3–0 %. СПР по доле свежей пищи был равен 4 %.

Интенсивность питания сеголеток мойвы ночью была невысокой, а доля свежей пищи минимальной, 15–25 %. Утром сеголетки начинали питаться, количество свежей пищи возрастало до 45–50 %. Высокая интенсивность питания сеголеток наблюдалась днем. В теплый период максимальные ИНЖ были отмечены около полудня и вече-

ром — 384–341‰, в холодный в то же время — 102–167‰. Количество свежей пищи составляло 74–100 %. СПР в теплый период — 8,4 %, в холодный — 4,4 % (рис. 7).

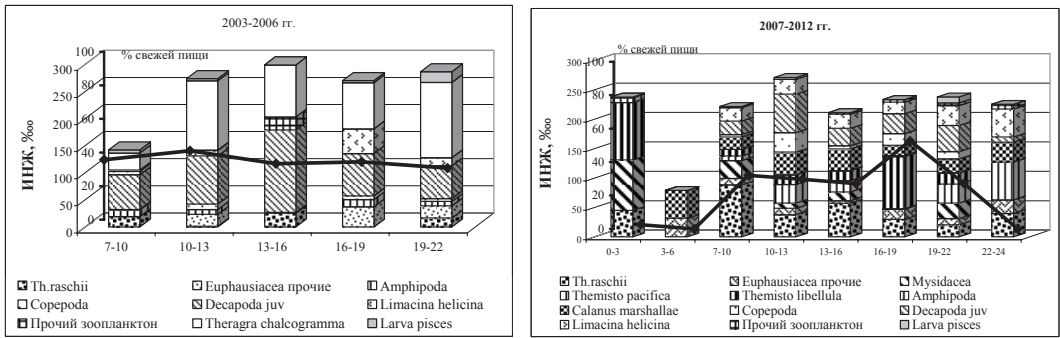


Рис. 6. Интенсивность питания сеголеток трески, состав рациона и доля свежей пищи в течение суток в теплые и холодные годы

Fig. 6. Feeding intensity (‰), diet composition (%) and daily income of fresh food (%) for juvenile pacific cod in the warm and cold years

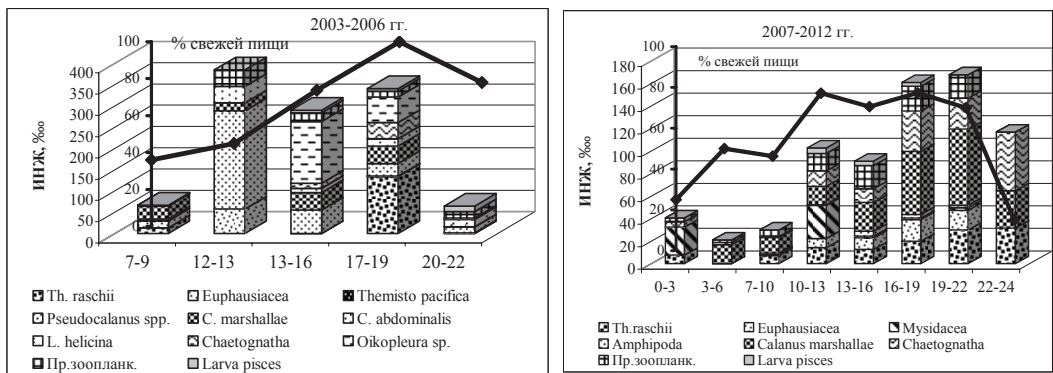


Рис. 7. Интенсивность питания сеголеток мойвы, состав рациона и доля свежей пищи в течение суток в теплые и холодные годы

Fig. 7. Feeding intensity (‰), diet composition (%) and daily income of fresh food (%) for juvenile capelin in the warm and cold years

Заключение

Состав рационов рыб в юго-восточной части Берингова моря отражает особенности динамики состава зоопланктона, связанной с климато-океанологическими изменениями. Молодь рыб использует в пищу наиболее многочисленные и доступные по размерам организмы. В теплые годы (2003–2006 гг.) в питании сеголеток доминировали представители мелкой и средней фракций планктона. Большое количество рыбной пищи (сеголеток минтая, песчанки и мойвы) в рационах годовиков минтая, молоди сельди и других рыб в эти годы связано прежде всего с невысокой в этот период биомассой крупных зоопланктеров: эвфаузиид, гипериид и копепод, т.е. макропланктона. В холодные годы (2007–2012 гг.) наблюдалось увеличение биомассы крупной фракции, в питании сеголеток минтая и прочих рыб преобладал крупный зоопланктон: копеподы, эвфаузииды и гиперииды. Существенным было увеличение биомассы копепод холодноводного комплекса, при этом значимость копепод в пище возросла за счет *C. marshallae* в рационах сеголеток минтая, мойвы и других рыб. Повышение доли гипериид в пище сеголеток трески и сельди было отмечено за счет холодноводного вида *T. libellula*. У молоди трески и годовиков минтая сократилось количество рыбной пищи в рационе, доминировали эвфаузииды и гиперииды. Рост потребления рыбами эвфаузиид отмечен в основном за счет *Th. raschii*.

Обеспеченность молоди рыб пищей находилась на хорошем уровне. В летне-осенний период интенсивность питания сеголеток минтая была высокой как в теплые, так и в холодные годы, СПР составил соответственно 6,7 и 7,0 % массы тела.

Список литературы

- Волков А.Ф.** Зависимость питания тихоокеанских лососей от состояния их кормовой базы (по результатам работ экспедиции «BASIS» в 2003–2012 гг.) // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2013. — С. 58–67.
- Волков А.Ф.** Зоопланктон эпипелагиали дальневосточных морей; состав сообществ, межгодовая динамика, значение в питании nekтона : дис. ... д-ра биол. наук (в форме научного доклада). — Владивосток : ТИНРО-центр, 1996. — 70 с.
- Волков А.Ф.** Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию nekтона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 405–416.
- Волков А.Ф.** Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Часть 1. Восточные районы // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 169. — С. 45–66.
- Волков А.Ф., Ефимкин А.Я.** Суточная ритмика питания минтая и суточные пищевые рационы планктоноядных рыб Берингова моря в осенний период // Питание морских рыб и использование кормовой базы как элементы промыслового прогнозирования : тез. докл. Всесоюз. науч. конф. — Мурманск, 1988. — С. 35–36.
- Волков А.Ф., Ефимкин А.Я., Кузнецова Н.А.** Характеристика планктонного сообщества Берингова моря и некоторых районов северной части Тихого океана в период 2002–2006 гг. // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 151. — С. 338–364.
- Волков А.Ф., Косенок Н.С.** Единообразие суточной ритмики питания у лососей р. *Oncorhynchus* // Вопр. рыб-ва. — 2005. — Т. 6, № 2(22). — С. 200–210.
- Волков А.Ф., Кузнецова Н.А.** Межгодовая динамика четырех видов копепоид крупной фракции и их роль в питании nekтона в восточной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 173. — С. 209–222.
- Волков А.Ф., Кузнецова Н.А., Слабинский А.М.** Состояние планктонных сообществ Берингова моря и прилежащих вод Тихого океана по результатам работы экспедиции «BASIS-2006». // Бюл. № 1 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — С. 138–142.
- Волков А.Ф., Кузнецова Н.А., Фарли Е.В., Мерфи Д.М.** Состав и распределение зоопланктона и питание тихоокеанских лососей в восточной части Берингова моря в осенний период 2003–2008 гг. (результаты съемок по программе BASIS) // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 158. — С. 275–292.
- Ефимкин А.Я.** Питание минтая (*Theragra chalcogramma*) в северо-западной части Берингова моря в летний период 2002 г. // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 143. — С. 189–195.
- Заволокин А.В., Farley E.V., Andrews A.** Питание тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.) и других массовых видов рыб в восточной части Берингова моря в сентябре 2009 г. // Бюл. № 4 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2009. — С. 172–178.
- Заволокин А.В., Farley E.V., Martinson E.C.** Питание тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.) и других массовых видов рыб в восточной части Берингова моря в сентябре 2011 г. // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — С. 141–147.
- Кузнецова Н.А.** Материалы по питанию молоди рыб в восточной части Берингова моря в 2003–2006 гг. // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 150. — С. 226–247.
- Кузнецова Н.А., Волков А.Ф., Farley E.V. и др.** Питание лососей и других рыб в Бристольском заливе в сентябре 2008 г. // Бюл. № 3 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 162–169.
- Кузнецова Н.А., Шебанова М.А., Бохан Л.Н.** Структура планктонного сообщества в летне-осенний период 2007 г. и межгодовая динамика зоопланктона в восточной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 156. — С. 218–235.
- Кузнецова Н.А., Farley E.V., Иванов О.А. и др.** Питание лососей и других рыб в восточной части Берингова моря в августе–сентябре 2010 г. // Бюл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 153–163.
- Кузнецова Н.А., Farley E.V., Martinson E.C. и др.** Состояние планктонных сообществ в восточной части Берингова моря в августе–сентябре 2011 г. // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — С. 130–140.

Кузнецова Н.А., Murphy J., Eiler J. Питание лососей и других рыб в восточной части Берингова моря в августе-сентябре 2012 г. // Бюл. № 7 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012. — С. 120–128.

Руководство по изучению питания рыб / сост. В.И. Чучукало и А.Ф. Волков. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — 32 с.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 1993. — 426 с.

Coyle K.O., Eisner L.B., Mueter F.J. et al. Climate change in the southeastern Bering Sea: impacts on the Pollock stocks and implications for the oscillating control hypotheses // Fish. Oceanogr. — 2011. — Vol. 20, № 2. — P. 139–156.

Moss J.H., Farley E.V., Feldman A.M. Spatial distribution, energetic status and food habits of eastern Bering Sea age-0 walleye pollock // Trans. Am. Fish. Soc. — 2009. — Vol. 138. — P. 497–505.

Поступила в редакцию 23.01.15 г.