

УДК 599.745.1

DOI: 10.36038/2307-3497-2021-185-57-67

Питание сивуча у восточного побережья Камчатки

И.А. Усатов^{1,2},
А.М. Токранов¹,
И.С. Труханова^{1,3},
В.Н. Бурканов^{1,4}

¹ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН (ФГБНУ «КФ ТИГ ДВО РАН»), г. Петропавловск-Камчатский

² Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник (ФГБУ «Кроноцкий ГПБЗ»), г. Елизово

³ Консалтинговая компания по дикой природе Северной Пацифики, г. Сиэтл

⁴ Лаборатория по изучению морских млекопитающих Аляскинского рыбохозяйственного центра НСМР/НОАА, г. Сиэтл

E-mail: usatov.ivan.alex@gmail.com

Изучали питание сивуча *Eumetopias jubatus* на восточном побережье Камчатки по остаткам непереваренных частей пищи, обнаруженных в экскрементах на лежбищах у мыса Козлова (репродуктивное лежбище) и мыса Кекурный (нерепродуктивное) в летний период. Всего с 2004 по 2008 гг. было исследовано 276 проб. В них было идентифицировано 48 объектов питания 17 семейств рыб и одно семейство головоногих моллюсков. Рацион сивуча разнообразен, но в нём доминируют только несколько объектов питания. По частоте встречаемости на обоих лежбищах в порядке убывания преобладали минтай *Gadus chalcogrammus*, северный однопёрый терпуг *Pleurogrammus monopterygius*, тихоокеанская песчанка *Ammodytes hexapterus* и получешуйники *Hemilepidotus* sp. Обнаружены различия в питании сивуча на изучаемых лежбищах. Разнообразие питания в пробах экскрементов с м. Кекурный варьировалось от одного до 12 с медианой в 4 добычи на одну пробу. Медиана распределения количества объектов питания на одну пробу для м. Козлова составила два объекта питания с диапазоном от одного до 9 типов добычи на одну пробу. На м. Козлова из 37 проб (24,5%), содержащих одну добычу, 75,7% содержали остатки северного однопёрого терпуга. Собранные на нерепродуктивном лежбище м. Кекурный пробы с одним видом корма (n=10, 8,0%), содержали северного терпуга (50,0%) и минтай (40,0%). Размножающиеся сивучи с м. Козлова питались узким набором кормовых объектов, в отличие от более разнообразного рациона особей с нерепродуктивного лежбища м. Кекурный. В пределах анализируемого периода наблюдалось сохранение доминирования преобладающих объектов питания. Межгодовые изменения в структуре рациона не значительны.

Ключевые слова: сивуч *Eumetopias jubatus*, объект питания, рацион питания, северный однопёрый терпуг *Pleurogrammus monopterygius*, минтай *Gadus chalcogrammus*, репродуктивное лежбище, восточное побережье Камчатки.

ВВЕДЕНИЕ

Питание сивуча *Eumetopias jubatus* Schreber, 1776 хорошо изучено в восточной части ареала у побережья Северной Америки, в заливе Аляска [Imler, Sarber, 1947; Thorsteinson, Lensink, 1962; Mathisen et al., 1962; Calkins, Pitcher, 1982; Merrick et al., 1997; Sinclair, Zeppelin, 2002; Womble, Sigler, 2006; Trites et al., 2007; McKenzie, Wynne, 2008; Trites, Calkins, 2008], на Алеутских островах [Merrick et al., 1997; Sinclair, Zeppelin, 2002; Sinclair et al., 2013] и поверхностно — в водах, прилегающих к побережью Азии [Никулин, 1937; Тихомиров, 1964; Панина, 1966; Перлов, 1975; Waite, Burkanov, 2006; Waite et al., 2012a, 2012b] (рис. 1).

Так, питанию сивуча в водах Дальнего Востока России посвящено всего несколько работ, опубликованных с большим перерывом и не полно отражающих разнообразие и относительное обилие видов в рационе [Барабаш-Никифоров, 1935; Никулин,

1937; Тихомиров, 1964; Панина, 1966; Перлов, 1975; Waite, Burkanov, 2006; Waite et al., 2012 a, b]. Практически не изучена диета этого вида тюленей в Охот-

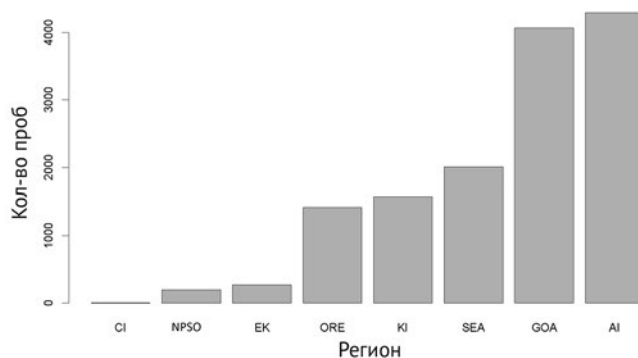


Рис. 1. Количество исследованных проб при изучении питания сивуча по регионам: CI — Командорские о-ва; NPSO — северная часть Охотского моря; EK — Восточная Камчатка, KI — Курильские о-ва; AI — Алеутские о-ва; SEA — Юго-восточная Аляска; GOA — залив Аляска; ORE — Орегон

ском море и у берегов Камчатки. Имеются лишь самые общие представления о том, чем сивуч питается на Командорских о-вах (рис. 1).

Особенное беспокойство вызывает слабая изученность питания сивуча на восточном побережье Камчатки. В этом регионе, после 1983 г., было зарегистрировано 73%-ное падение численности данного вида [Burkanov, Loughlin, 2005]. Причины, вызвавшие такое значительное сокращение популяции в прошлом и препятствующие её росту в настоящем [Altukhov et al., 2015], остаются неизвестными.

Если в середине XX в. исследования рациона сивуча были направлены на рассмотрение негативного воздействия этого хищника на рыболовство, в первую очередь, оценку величины потребления и травмирования ценных видов промысловых рыб [Imler, Sarber, 1947; Mathisen et al., 1962; Thorsteinson, Lensink, 1962, Тихомиров, 1964], то после катастрофического сокращения численности вида, основной целью таких исследований стала проверка гипотезы о недостатке обеспеченности сивуча кормами и ухудшении их качества [Alaska Sea Grant, 1993; DeMaster, Atkinson, 2002].

Целью данной работы было изучение питания сивуча, обитающего у восточного побережья Камчатки, на лежбищах у м. Кекурный (нерепродуктивное) и м. Козлова (репродуктивное) (рис. 2). В частности, решались следующие задачи:

- определение видового состава рациона сивуча, частоты встречаемости объектов питания и их значения в общем объёме потребляемых им кормовых ресурсов;
- сравнение диеты сивуча на непродуктивном и репродуктивном лежбищах;

- оценка межгодовых изменений рациона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данной работы послужили остатки непереваренных твёрдых остатков пищи, отмытых из экскрементов сивуча, собранных в 2004, 2006 и 2008 гг. в районе восточного побережья Камчатки на двух лежбищах, расположенных у м. Козлова и м. Кекурный (рис. 2).

Сбор проб осуществляли по всему лежбищу сразу после схода животных в воду. За одну пробу принималась одна локализованная кучка экскрементов, помещённая с помощью садового совочка в отдельный полиэтиленовый пакет. На м. Козлова подавляющее большинство проб было собрано с репродуктивной части лежбища, поэтому они отражали структуру рациона главным образом взрослых размножающихся особей. Пробы, собранные на лежбище с м. Кекурный, отражают все возрастные и половые группы, поскольку лежбище является смешанным.

После сбора в полиэтиленовые пакеты экскременты промывали на судне в струе проточной воды через колонку с набором сит разной величины (1 мм, 0,71 мм и 0,50 мм). Мягкой кисточкой твёрдые остатки отделяли из общей массы и переносили на фильтровальную бумагу. На судне отмытые пробы хранили в замороженном виде. В лаборатории их очищали от примесей (песка, камней, водорослей и пр.), просушивали и направляли для идентификации квалифицированным специалистам-морфологам компании Pacific Identification Inc. (Виктория, Британская Колумбия, Канада). Всего за период исследований было собрано и проанализировано 276 проб экскрементов сивуча (табл. 1).

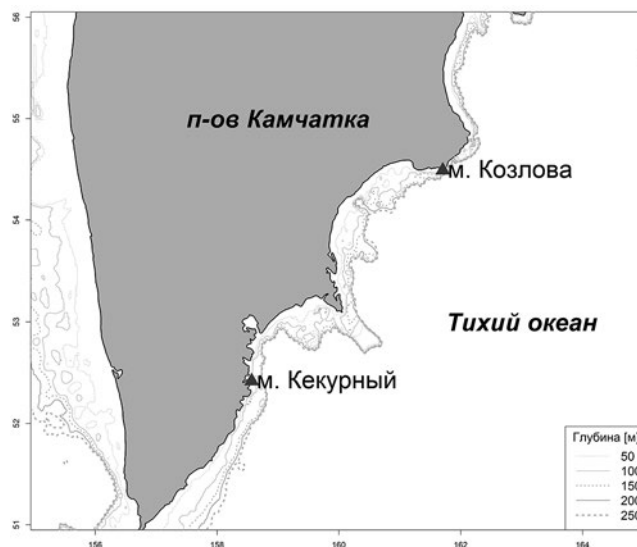


Рис. 2. Район исследований

Таблица 1. Количество проб, собранных для анализа питания сивуча в 2004–2008 гг.

Лежбище	Дата сбора	Количество, шт.
Мыс Козлова	29 июня 2004 г.	46
	1 июля 2006 г.	77
	30 июля 2008 г.	28
	ВСЕГО	151
Мыс Кекурный	22 мая и 2 июля 2004 г.	67
	5 июля 2006 г.	34
	14 июля 2008 г.	24
	ВСЕГО	125
ИТОГО		276

Объекты питания определялись до минимально возможного таксономического уровня путём сравнения с существующими коллекциями. Только 3,9% объектов питания были определены по отолитам. Рыб в большинстве случаев идентифицировали по позвонкам (28,9%), чешуе (14,7%), остаткам других костей скелета (52,5%). Головоногих моллюсков чаще всего определяли по остаткам их клюва (46,7%) или линз глаза (53,3%).

При анализе проб учитывалось только присутствие остатков того или иного вида рыб в каждой пробе, без учёта их размеров. Частота встречаемости каждого объекта питания рассчитывалась по формуле (1):

$$FO_i = (n_i/n_t) \cdot 100, \quad (1)$$

где: FO – частота встречаемости объекта питания i ; n_i – количество проб, содержащих объект питания i ; n_t – общее количество исследуемых проб выборки t .

Подробное описание методики изложено в диссертационной работе Д. Уэйта [Waite, 2010].

Частота встречаемости FO позволяет выявить тренд изменений в композиции рациона. Однако сумма частот встречаемости отдельных объектов питания превышает 100 процентов. Это происходит потому, что каждый отдельный объект питания потребляется не отдельно, а, как правило, попутно с другими. В связи с этим нами был применён ещё один индекс – модифицированная частота встречаемости объектов питания FOM (2), сумма частот которой составляла 100 процентов:

$$FOM_i = (FO_i / \sum FO) \cdot 100, \quad (2)$$

где FOM_i – модифицированная частота встречаемости объекта питания i .

Разнообразие питания оценивали по следующим параметрам:

– размер одной пробы: вычислялся по количеству объектов питания, приходящихся на 1 пробу и рассчитывался как медиана значений с квантилями (q_0 , $q_{0,25}$, $q_{0,75}$; M);

– количество и состав проб с содержанием только одного объекта питания.

Все статистические построения были выполнены в среде R [R development core team, 2019].

Мы выделили главные компоненты рациона, которые были определены до вида или группы близких видов, имеющих схожую экологическую характеристику [Шейко, Федоров, 2000]. Так, например, все виды рогатковых (бычков) были объединены в одну категорию – бычки, а все другие объекты питания – в категорию «другие». Мы включили в категорию «другие» виды рыб, не обитающие в районах кормления сивучей, но остатки которых были обнаружены в экскрементах сивучей, сюда же включили головоногих моллюсков. Нахождение в питании рыб, не обитающих в акватории кормления, вероятно, вызвано использованием лежбищ сивучами-мигрантами, которые кормились в иных местах до прихода на изучаемые лежбища.

Различия композиции рациона сивуча между лежбищами рассчитывали как разность частот встречаемости каждого из главных компонентов рациона. Разницу более 5% считали достоверными различиями. Отличия менее 5% могли быть связаны со случайными ошибками сбора/подготовки проб или их анализа.

Согласно исследованиям питания сивуча [Trites, Joy, 2005] для выполнения сравнительного анализа число проб в каждой сравниваемой группе должно составлять минимально 94 образца. Количество проб нашей работы (табл. 1) позволяет провести статистически достоверное сравнение в питании сивуча между лежбищами у м. Козлова и м. Кекурный. Однако оценка изменений рациона между годами возможна только для всего района исследования, без разделения на отдельные лежбища.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общая характеристика состава питания. В результате анализа экскрементов было идентифицировано 48 объектов питания, относящихся к 17 семействам рыб и одному семейству головоногих моллюсков Cephalopoda. Только 28 объектов питания были идентифицированы до вида или группы близких видов, имеющих схожую экологическую характеристику (табл. 2).

В состав наиболее часто встречаемых объектов питания были включены: северный однопёрый терпуг ($FO=69,6\%$, $FOM=19,4\%$) и минтай ($FO=64,9\%$,

Таблица 2. Главные компоненты рациона сивуча в районе лежбищ у м. Козлова и м. Кекурный по остаткам в экскрементах

Объект питания	Порядко- вый номер	FOM (%), Козлова	FOM (%), Кекурный	FO (%), Козлова	FO (%), Кекурный
Неопределенный вид получешуйника <i>Hemilepidotus</i>	1	4,2	15,8	12,6	68,0
Минтай <i>Gadus chalcogrammus</i> Pall., 1814	2	16,4	19,5	49,0	84,0
Тихоокеанская песчанка <i>Ammodytes hexapterus</i> Pall., 1814	3	11,3	13,2	33,8	56,8
Мойва <i>Mallotus villosus</i> (Müller, 1776)	4		4,7		20,0
Неопределенный вид шлемоносца <i>Gymnocanthus</i>	5	0,4	2,4	1,3	10,4
Зайцеголовый терпуг <i>Hexagrammos lagocephalus</i> (Pall., 1810)	6	0,7	1,9	2,0	8,0
Рыба-лягушка <i>Aptocyclus ventricosus</i> (Pall., 1769)	7	0,2	1,1	0,7	4,80
Неопределенные до вида терпуговые <i>Hexagrammmos</i>	8		1,0		4,0
Тихоокеанские лососи <i>Oncorhynchus</i>	9	4,0	3,6	11,9	14,4
Тихоокеанская треска <i>Gadus macrocephalus</i> Tilesius, 1810	10	2,5	2,2	7,3	9,6
Северный волосозуб <i>Trichodon trichodon</i> (Tilesius, 1813)	11	4,9	3,9	14,6	16,8
Тихоокеанская навага <i>Eleginus gracilis</i> (Tilesius, 1810)	12		0,4		1,6
Узколобый шлемоносец <i>Gymnocanthus galeatus</i> Bean, 1881	13		0,4		1,6
Тихоокеанская волосатка <i>Hemitripterus villosus</i> (Pall., 1814)	14		0,4		1,6
Полосатый маслюк <i>Pholis fasciata</i> (Bloch & Schneider, 1801)	15		0,4		1,6
Неопределенные виды двухлинейных камбал <i>Lepidopsetta</i>	16	1,8	1,5	5,3	6,4
Угольная рыба <i>Anoplopoma fimbria</i> (Pall., 1814)	17		0,2		0,8
Неопределенные виды морских лисичек <i>Sarritor</i>	18		0,2		0,8
Неопределенные виды колючих круглорот <i>Eumicrotremus</i>	19	0,2	0,2	0,7	0,8
Неопределенные виды липаровых <i>Crystallichthys</i>	20	0,2		0,7	
Двурогий бычок <i>Enophrus dicerus</i> (Pall., 1787)	21	0,2		0,7	
Неопределенные виды керчаковых <i>Myoxocephalus</i>	22	0,2		0,7	
Желтобрюхая камбала <i>Pleuronectes quadrituberculatus</i> Pall., 1814	23	0,2		0,7	
Неопределенные до вида рыбы семейства стихеевые <i>Stichaeidae</i>	24	0,2		0,7	
Северный однопёрый терпуг <i>Pleurogrammus monopterygius</i> (Pall., 1810)	25	23,5	16,0	70,2	68,8
Звёздчатая камбала <i>Platichthys stellatus</i> (Pall., 1787)	26	2,0		6,0	
Трехиглая колюшка <i>Gasterosteus aculeatus</i> L., 1758	27	6,2	1,7	18,5	7,2
Тихоокеанская зубастая корюшка <i>Osmerus mordax</i> (Mitchill, 1814)	28	6,2		18,5	
Общий итог		85,8	90,0		

FOM=18,1%). Реже в составе пищи встречалась тихоокеанская песчанка (FO=44,2%, FOM=12,4%) и бычки получешуйники (FO=37,3%, FOM=10,4%). Вклад остальных объектов питания по отдельности был менее значим (FO=0,4–15,6%, FOM=0,1–4,6%) (табл. 3).

Различия композиции рациона. Более половины (15 из 28 главных компонентов рациона) отсутствовали в составе пищи какого-либо одного из лежбищ. В большинстве случаев эти отличия были незначимыми (менее 5%) и только три из 15 отсутствующих на одном из лежбищ видов пищи имели значимые отличия (более 5%). Корюшка и звездчатая камбала играли значительную роль в питании сивуча у м. Козлова, наравне с другими главными компонентами рациона

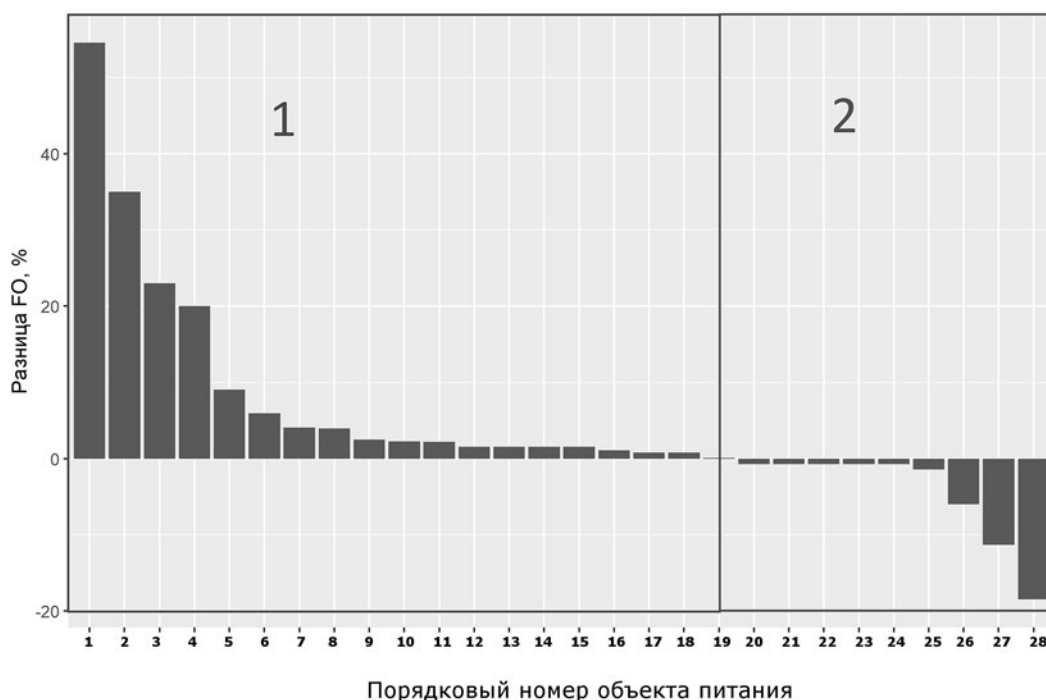
(табл. 2), но полностью отсутствовали в питании сивуча м. Кекурный. С другой стороны, мойва регистрировалась нами в каждой пятой пробе с м. Кекурный (20% FO), но никогда не встречалась в питании сивуча у м. Козлова (рис. 3).

Только 13 главных компонентов входили в рацион сивуча на обоих изучаемых лежбищах. Из 13 «общих» объектов питания четыре имели значимые различия в частоте встречаемости между изучаемыми лежбищами, при этом все они доминировали в питании сивуча у м. Кекурный (песчанка, минтай, бычки шлемоносцы, бычки получешуйники).

Количество объектов питания в пробе. Этот показатель отражает число объектов питания съеденных

Таблица 3. Другие компоненты рациона сивуча в районе лежбищ у м. Козлова и м. Кекурный по остаткам в экскрементах, не включённые в анализ структуры диеты

Объект питания	FOM (%), Козлова	FOM (%), Кекурный	FO (%), Козлова	FO (%), Кекурный
Не определённые до вида рыбы сем. Cottidae	0,4		0,7	0,8
Не определённые до вида рыбы сем. Gadidae	1,3	1,9	4,0	8,0
Не определённые до вида рыбы сем. Liparidae	1,3		4,0	
Тихоокеанский малорот <i>Microstomus pacificus</i> (Lockington, 1879)	0,2		0,7	0,8
Не определённые до вида рыбы сем. Agonidae	1,3	1,5	4,0	6,4
Не определённые виды рыб	1,4	0,4	4,0	4,0
Не определённые до вида рыбы сем. Pleuronectidae	0,2		0,7	12,0
Не определённые рыбы отр. Pleuronectiformes	0,2	0,7	0,7	1,6
Многощетинковые черви класса Polychaeta	4,0	2,8	11,9	2,4
Не определённые до вида рыбы рода <i>Bathyraja</i>	0,2	0,4	0,7	1,6
Не определённые до вида рыбы рода <i>Sebastes</i>	0,9	0,6	2,7	0,8
Не определённые кальмары и осьминоги	2,9	1,0	8,6	2,4
Не определённые до вида рыбы сем. Pholidae		0,2		0,8
Колюшка желтая длиннорылая <i>Aulorhynchus flavidus</i> Gill, 1861		0,2		0,8
Общий итог	14,2	10,0		


Рис. 3. Различия FO по объектам питания в пробах с м. Козлова и м. Кекурный (вычислялось как $FO_{\text{Кекурный}} - FO_{\text{Козлова}}$). Названия объектов питания указаны в табл. 2 в соответствии с порядковым номером. В первом блоке показаны объекты питания, преобладающие на м. Кекурный, во втором на м. Козлова

хищником в течение одного усилия поиска и добычи пищи (кормовой вояж). Разнообразие рациона отдельных кормовых походов сивуча м. Козлова и м. Кекурный статистически значимо отличались (*Kruskal-Wallis ANOVA by ranks, chi-squared* = 28.6, *df* = 1, $p < 0.05$).

В пробах с м. Козлова наиболее часто встречались один или два объекта питания (58 % от всех проб). Более двух объектов отмечалось редко (рис. 5). Максимально мы находили 9 видов пищи в одной пробе, но такие пробы встречались единично. Медиана распре-

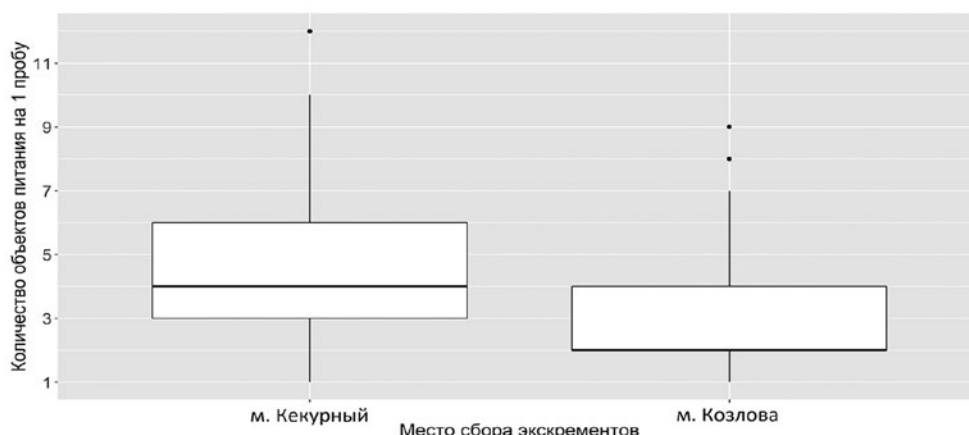


Рис. 4. Количество объектов питания на одну пробу на лежбище у м. Козлова и м. Кекурный

деления количества объектов питания на одну пробу для м. Козлова составила два объекта питания ($q_{0,25}=2$, $q_{0,75}=4$; $N=151$) (рис. 4).

В отличие от этого, на м. Кекурный рацион сивуча в течение отдельного кормового вояжа был более разнообразен, составляя четыре кормовых организма ($q_{0,25}=3$, $q_{0,75}=5$; $N=126$). С усложнением рациона, т. е. увеличением количества объектов питания на одну пробу, частота встречаемости проб снижалась плавно, что хорошо заметно на рис. 5. В отдельных пробах с м. Кекурный нами найдено до 12 кормовых видов.

Различия в пробах с содержанием одного объекта питания. Пробы с содержанием только одного объек-

та питания были более часты на лежбище у м. Козлова (24,5% от всех проб с м. Козлова) и содержали главным образом остатки северного одноперого терпуга (в 75,7% случаях от всех «одиночных» проб с м. Козлова). На м. Кекурный только 8% проб содержали по одному объекту питания, в которых встречался северный терпуг (50% случаев от всех «одиночных» проб с м. Кекурный) и минтай (40% случаев от всех «одиночных» проб с м. Кекурный).

Межгодовые изменения рациона сивуча. Количество наших проб позволяет оценить общие тенденции изменения рациона сивуча между годами исследования, но без разделения на лежбища.

Медиана распределения размера одной пробы экскрементов (рис. 6) для всех лет составила три объекта питания ($q_{0,25}=2$, $q_{0,75}=5$; $N=276$). Использование дисперсионного анализа по Краскелу-Уоллису статистически значимых различий между группами также не выявило ($chi\text{-squared}=4,8$, $df=2$, $p\text{-value}=0,09$). Наиболее часто встречалась ситуация встречи от одного до трёх кормовых видов в одной пробе (рис. 7). Большинство экскрементов (71,4%) содержало не более четырёх объектов пищи. Уменьшение количества объектов питания происходило равномерно для всех лет исследования до нулевых частот при 10–12 объектов на одну пробу (рис. 7).

Различия в пробах с содержанием одного объекта питания между годами. В 2004 году пробы с содержанием одного объекта питания составили 13,3%, в них содержался главным образом северный одноперый терпуг – 86,7% от одиночных проб. В 2006 г. «одиночные» пробы составили 24,3% от всех проб, где также преобладал северный одноперый терпуг (70,4% от одиночных проб). В 2008 г. одиночные пробы составили 15,4%, где доминировал минтай (62,5% от одиночных проб).

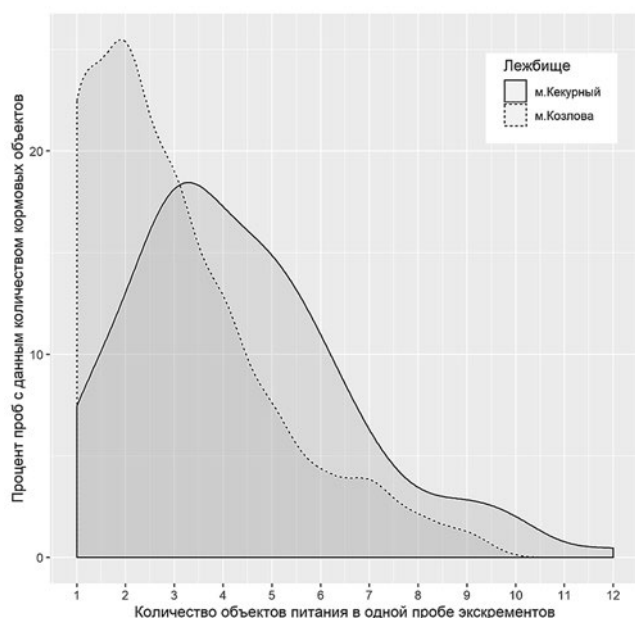


Рис. 5. Доля проб (%) с данным количеством кормовых объектов в питании сивуча на лежбище у м. Козлова и м. Кекурный. Показана сглаженная плотность вероятности (kernel density estimation)

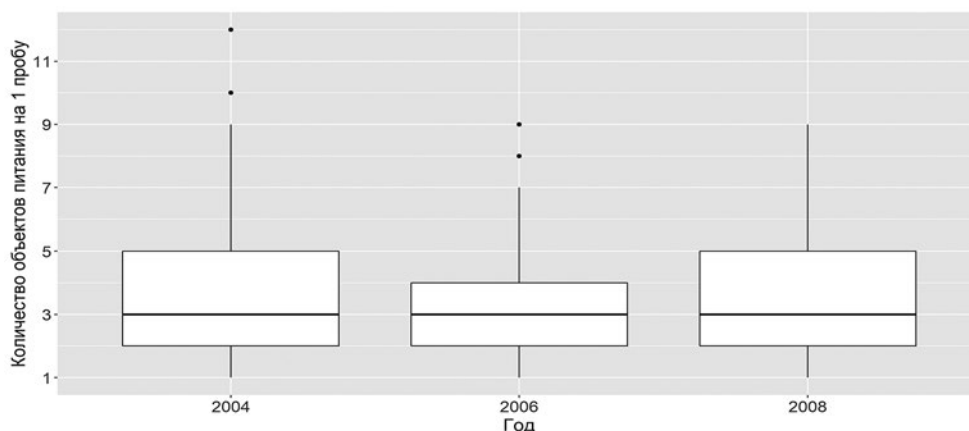


Рис. 6. Количество объектов питания на одну пробу в разные годы на изучаемых лежбищах

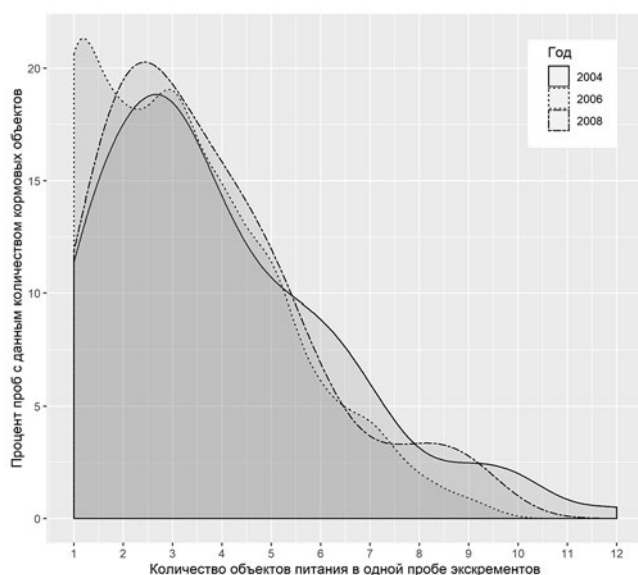


Рис. 7. Доля проб (%) с данным количеством кормовых объектов в питании сивуча в 2004; 2006; 2008 гг. на лежбищах м. Козлова, м. Кекурный. Показана сглаженная плотность вероятности (kernel density estimation)

Различия состава питания. Из 28 объектов питания, обнаруженных на обоих лежбищах, 11 входили в рацион сивуча на протяжении всего периода исследования. Основные объекты питания — тихоокеанская песчанка, получешуйники, северный однопёрый терпуг и минтай — сохраняли своё доминирующее значение в рационе на протяжении всего анализируемого периода. Мы так же не смогли обнаружить межгодовых трендов изменения частоты встречаемости главных компонентов рациона. Исключением может являться однопёрый терпуг, значение которого в питании снижалось от 2004 к 2008 году ($FO_{2004} = 85,0\%$; $FO_{2006} = 68,5\%$; и $FO_{2008} = 38,5\%$), но при этом он всегда оставался важным компонентом рациона на обоих

исследованных лежбищах в течении всего периода исследования.

Главными объектами питания сивуча в исследуемом районе были массовые виды рыб — северный однопёрый терпуг, минтай, получешуйники, тихоокеанская песчанка. Вклад других объектов по отдельности был менее выражен. По частоте встречаемости у м. Козлова на первом месте находился северный однопёрый терпуг, а после него следовали минтай и песчанка. Это проявлялось в значительно большем количестве проб с содержанием одного объекта питания на лежбище у м. Козлова, чем на м. Кекурный (24,4 и 8,0%, соответственно). При этом пробы с одним объектом питания на лежбище у м. Козлова содержали преимущественно остатки северного однопёрого терпуга (75,7%), а на м. Кекурный — остатки либо терпуга, либо минтая (50 и 40%, соответственно). Пробы с содержанием только одного объекта отражают акцентированное питание наиболее значимым источником пищи или значительное преобладание данной добычи в ихтиоценозе конкретного района.

Количество кормовых видов, обнаруженных в одной пробе, может отражать видовое разнообразие добычи. Несомненно, что содержимое, съеденное в один кормовой поход, может быть представлено несколькими актами дефекации. В этом случае одна проба экскрементов будет отражать меньшее разнообразие пищи. Однако мы не смогли найти в опубликованной литературе индексов коррекции для количества объектов пищи, найденных в пробе экскрементов, к общему числу съеденной добычи. Поэтому мы считали, что количество видов пищи, идентифицированных в непереваренных остатках отражает видовое разнообразие добычи в районах кормления животных.

Наш анализ показал, что размножающиеся сивучи с м. Козлова питались в процессе отдельного кормово-

го похода узким набором кормовых объектов (два объекта питания на одну пробу), при этом главным объектом охот являлся северный однопёрый терпуг. Рацион особей, не участвующих в размножении, с м. Кекурный был более разнообразен, включая четыре объекта питания на одну пробу. Поскольку сивуч генералист (не избирателен) в питании, эти различия, вероятно, обусловлены различиями в видовом составе рыб, их биомассе и численности в изучаемых районах.

Лежбища, которые мы изучали, имели различное значение для жизни сивуча и, как следствие, отличающийся половозрастной состав их населения [Burkanov, Loughlin, 2005]. На м. Козлова структура рациона отражала питание взрослых, размножающихся особей, главным образом, кормящих самок, а на м. Кекурном — всех возрастных и половых групп вида, с преобладанием молодых животных. Исследования показали, что кормовые путешествия самок, участвующих в размножении, короткие [Burkanov et al., 2011], места их охот, как правило, находятся вблизи лежбища [Merric, Loughlin, 1997; Rehberg et al., 2009; Olivier et al., 2011]. В то время как неразмножающиеся особи могут кормиться значительно дальше от лежбища, и поэтому их питание может быть более разнообразным.

В пределах анализируемого периода наблюдалось сохранение доминирования преобладающих объектов питания сивуча (минтай, северный однопёрый терпуг, получешуйники, песчанка) и стабильности их количества, приходящихся на одну пробу (во всех случаях — по три пищевых объекта). Пробы с содержанием одного объекта питания в пределах исследованного периода составляли от 13,3 до 24,3% и содержали в большинстве случаев минтай или северный однопёрый терпуг. Значение однопёрого терпуга в рационе плавно снижалось, что может быть связано со снижением запасов этого вида в исследованном районе в течение 2000-х гг. [Золотов и др., 2015].

В предшествующей работе [Waite, Burkanov, 2006] отмечается, что в питании сивуча у побережья Камчатки (м. Козлова, м. Кекурный, м. Шипунский, бухта Железная) в 2000–2003 гг. преобладали северный однопёрый терпуг ($FO=57,9\%$), минтай ($FO=52,4\%$), рогатковые ($FO=58,7\%$), тихоокеанская песчанка ($FO=41,3\%$), мойва ($FO=32,1\%$). Интересно отметить высокую частоту встречаемости последней из них, которая в 2004–2008 гг. присутствовала только на м. Кекурный. Мойва не является объектом промышленного рыболовства на восточном побережье Камчатки. Различия можно объяснить естественными изменениями в обилии данного объекта питания и особенностями его распределения в изучаемом районе. Другие кормовые организмы в целом сохраняли своё высокое значение в питании

сивуча на протяжении всего периода исследования, что может свидетельствовать о стабильной кормовой базе сивуча в исследованном районе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Идентификация добычи по 276 экскрементам, собранным на лежбищах мыс Кекурный и мыс Козлова, восточное побережья Камчатки в течение 2004–2008 гг., позволила составить список 48 потребляемых таксонов из 17 семейств рыб и одного семейства головоногих моллюсков. К основным общим видам кормовой базы относятся северный однопёрый терпуг, минтай, тихоокеанская песчанка и бычки полчешуйники.

Состав добычи, обнаруженной в экскрементах с репродуктивного лежбища у м. Козлова и нерепродуктивного у м. Кекурного, отличался. Основу рациона размножающихся особей на м. Козлова составляет северный однопёрый терпуг. В отличие от этого, рацион сивучей, не участвующих в размножении, был значительно разнообразнее, с преобладанием в порядке убывания минтая, северного однопёрого терпуга, бычков шлемоносцев, песчанки. Найденные нами различия рациона могут быть обусловлены разным составом ихтиоценозов и различным половозрастным составом животных, выходящих на эти лежбища.

Состав и общая структура рациона сивуча Восточной Камчатки в целом были стабильны в 2000-х гг.

Необходимо продолжение исследований питания сивуча для оценки взаимодействия с ключевыми популяциями рыб (такими как северный однопёрый терпуг и минтай), оценки влияния со стороны промышленного рыболовства на морские ресурсы, а также оценки влияния изменения климата.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Уэйт Д.Н., Калкинсу Д.Г., Третьякову А.В. и Желату Т.П. за помощь в сборе и обработке проб. Работа была выполнена при финансовой поддержке Marine Mammal Laboratory of Alaska Fisheries Science Center, NOAA Fisheries, Alaska SeaLife Center и North Pacific Wildlife Consulting, LLC.

ЛИТЕРАТУРА

- Барабаш-Никифоров И.И. 1935. Ластоногие Командорских островов // Труды ВНИРО. Т. 3. С. 223–237.
- Золотов А.О., Зототов О.Г., Спирин И.Ю. 2015. Многолетняя динамика и современный промысел северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов // Известия ТИНРО. Т. 181. С. 3–21.
- Никулин П.Г. 1937. Сивуч Охотского моря и его промысел // Известия ТИНРО. Т. 10. С. 35–48.

- Панина Г.К. 1966. О питании сивуча и тюленей на Курильских островах // Известия ТИНРО. Т. 58. С. 235–236.
- Перлов А.С. 1975. Питание сивучей в районе Курильских островов // Экология. № 4. С. 106–108.
- Тихомиров Э.А. 1964. О распределении и промысле сивучей в Беринговом море и сопредельных районах Тихого океана // Труды ВНИРО — Известия ТИНРО. Т. 53/52. С. 287–291.
- Шейко Б.А., Федоров В.В. 2000. Класс Cephalaspidomorphi — Миноги. Класс Chondrichthyes — Хрящевые рыбы. Класс Holosephali — Цельноголовые. Класс Osteichthyes — Костные рыбы. Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. С. 7–69.
- Alaska Sea Grant. 1993. Is it food? Addressing marine mammal and sea bird declines. Alaska Sea Grant Rep. 93–01. University Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK. 65 p.
- Altukhov A.V., Andrews R.D., Calkins D.G., Gelatt T.S., Gurarie E.D., et al. 2015. Age Specific Survival Rates of Steller Sea Lions at Rookeries with Divergent Population Trends in the Russian Far East // PLOS ONE. V.10 (5): e0127292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127292>
- Burkanov V.N., Gurarie E., Altukhov A., Mamaev E., Permyakov P., Trukhin A., Waite J., Gelatt T. 2011. Environmental and biological factors influencing maternal attendance patterns of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Russia. Journal of Mammalogy // V. 92 (2). P. 352–366.
- Burkanov V.N., Loughlin T.R. 2005. Distribution and Abundance of Steller Sea Lions on the Asian Coast, 1720's — 2005 // Marine Fisheries Review. V. 67 (2). P. 1–62.
- Calkins D., Pitcher K. 1982. Population Assessment, Ecology and Trophic Relationships of Steller Sea Lions in the Gulf of Alaska. Final Report: Research Unit 243 Contract 03–5–022–69. 387 p.
- DeMaster D., Atkinson S. 2002. Steller sea lion decline: is it food? Univ. Alaska Sea Grant, AK-SG-02–02, Fairbanks, AK. 80 p.
- Imler R.H., Sarber H.R. 1947. Harbor seals and sea lions in Alaska. USFW Service species Scientific Report 28. 22 p.
- Mathisen O.A., Baade R.T., Lopp R.J. 1962. Breeding habits, growth and stomach contents of the Steller sea lion in Alaska // J. of Mammal. V. 43. P. 464–477.
- McKenzie J., Wynne K.M. 2008. Spatial and temporal in the diet of Steller sea lions in the Kodiak Archipelago, 1999 to 2005 // Marine ecology progress series. V. 360. P. 266–283.
- Merrick R.L., Chumbley M.K., Byrd G.V. 1997. Diet diversity of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) and their population decline in Alaska: a potential relationship // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 54. P. 1342–1348.
- R Development Core Team. 2019. "R: A Language and Environment for Statistical Computing". Vienna, Austria. url: <http://www.R-project.org> (ISBN: 3–900051–07–0).
- Rehberg M.J., Andrews R.D., Swain U.G., Calkins D.G. 2009. Foraging behavior of adult female Steller sea lions during the breeding season in Southeast Alaska // Marine Mammals Science. V. 25. P. 588–604.
- Sinclair E.H., Johnson D.S., Zeppelin T.K., Gelatt T.S. 2013. Decadal Variation in the Diet of Western Stock Steller Sea Lions (*Eumetopias jubatus*). NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-248. 79 p.
- Sinclair E.H., Zeppelin T.K. 2002. Seasonal and spatial differences in diet in the western stock of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) // J. of Mammalogy. V. 83 (4). P. 973–990.
- Thorsteinson F.V., Lensink C.J. 1962. Biological observations of Steller sea lions taken during an experimental harvest // The J. of Wildlife Management. V. 26. P. 353–359.
- Trites A.W., Calkins D.G., Winship A.J. 2007. Diets of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Southeast Alaska, 1993–1999 // Fishery Bulletin. V. 105(2). P. 234–248.
- Trites A.W., Joy R. 2005. Dietary analysis from fecal samples: how many scats are enough? // J. of Mammalogy. V. 86. P. 704–712.
- Trites A.W., Calkins D.G. 2008. Diets of mature male and female Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) differ and cannot be used as proxies for each other // Aquatic Mammals. V. 34(1). P. 25–34.
- Waite J.N., Burkanov V.N. 2006. Steller sea lion feeding habits in the Russian Far East, 2000–2003 // Sea lions of the world / A.W. Trites, S.K. Atkinson, D.P. DeMaster, L.W. Fritz, T.S. Gelatt, L.D. Rea, K.M. Wynne ed. Alaska Sea Grant College Program, Anchorage. P. 223–234.
- Waite J.N., Burkanov V.N., Andrews R.D. 2012 a. Prey competition between sympatric Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) on Lovushki Island, Russia // Canadian J. of Zoology. V. 90 (1). P. 110–127.
- Waite J.N., Trumble S.J., Burkanov V.N., Andrews R.D. 2012b. Resource partitioning by sympatric Steller sea lions and northern fur seals as revealed by biochemical dietary analyses and satellite telemetry // J. of Experimental Marine Biology and Ecology. V. 416–417. P. 41–54.
- Waite, J. N. 2010. Resource Partitioning Among Sympatric Steller Sea Lions and Northern Fur Seals on Lovushki Island, Russia. University of Alaska. Dissertation. 150 p.
- Womble J.N., Sigler M.F. 2006. Seasonal availability of abundant, energy-rich prey influences the abundance and diet of a marine predator, the Steller sea lion *Eumetopias jubatus* // Marine Ecology Progress Series 325. P. 81–293.

Поступила в редакцию 27.03.2021 г.

Принята после рецензии 30.03.2021 г.

Steller sea lion diet in the Eastern Kamchatka

I.A. Usatov^{1,2},
A.M. Tokranov¹,
I.S. Trukhanova^{1,3},
V.N. Burkanov^{1,4}

¹ Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute («KB PGI FEB RAS»), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

² Kronotsky State Nature Biosphere Reserve («Kronotsky SNBR»), Yelizovo, Russia

³ North Pacific Wildlife Consulting, LLC, Seattle, USA

⁴ Marine Mammal Laboratory, AFSC, NMFS, NOAA, Seattle, USA

We studied the diet of Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) on the eastern coast of Kamchatka based on the remains of undigested food parts found in feces at terrestrial sites near Cape Kozlova (rookery) and Cape Kekurny (haulout) in the summer. A total of 276 fecal samples were analyzed from 2004 to 2008. Forty eight food items of 17 fish families and one family of cephalopod mollusks were identified. Steller sea lion diet was diverse yet dominated by only several species. The pollock *Gadus chalcogrammus*, Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius*, Pacific sand lance *Ammodytes hexapterus* and Hemilepidotus sp. were dominant by frequency of occurrence in decreasing order at both sites. Differences were found in the Steller sea lion diet in the studied sites. Prey diversity at Kekurny Cape within scat samples ranged from one to twelve objects within the median of four prey item per a sample. The median of prey diversity at Kozlov Cape within scat samples was two food objects within a range of one to nine prey types per sample. Of the 37 scats (24,5%) collected at Kozlov Cape that contained a single prey item, 75,7% contained Atka mackerel. Among scats collected at Kekurny Cape that contained a single prey species (n=10, 8,0%), 50,0% contained Atka mackerel and 40,0% pollock. In contrast to the high diet diversity at Kekurny Cape haulout, breeding Steller sea lions at Kozlova Cape rookery fed on a narrow set of prey items. Interannual changes in the diet structure at each site were not statistically significant.

Keywords: Steller sea lion *Eumetopias jubatus*, prey, diet, Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius*, Pollock *Gadus chalcogrammus*, Rookery, Eastern Kamchatka.

REFERENCES

- Barabash-Nikiforov I.I. 1935. Lastonogie Komandorskikh ostrovov [Commander Islands Pinnipeds] // Trudy VNIRO. T. 3. S. 223–237.
- Zolotov A.O., Zototov O.G., Spirin I. Yu. 2015. Mnogoletnyaya dinamika i sovremennyy promysel severnogo odnoperogo terpuga *Pleurogrammus monopterygius* v tikhookeanskikh vodakh Kamchatki i Kuril'skikh ostrovov [Long-term dynamics and modern fishing of the Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* in the Pacific waters of Kamchatka and the Kuril Islands] // Izvestiya TINRO. T. 181. S. 3–21.
- Nikulin P.G. 1937. Sivuch Okhotskogo morya i ego promysel [The Steller sea lion of the Sea of Okhotsk and its harvest] // Izvestiya TINRO. T. 10. S. 35–48.
- Panina G.K. 1966. O pitanii sivucha i tyulenej na Kuril'skikh ostrovakh [About feeding of Steller's sea lion and seals on the Kuril Islands] // Izvestiya TINRO. T. 58. S. 235–236.
- Perlov A.S. 1975. Pitanie sivuchej v rajone Kuril'skikh ostrovov [Feeding Steller's sea lions in the Kuril Islands] // Ehkologiya. № 4. S. 106–108.
- Tikhomirov E.A. 1964. O raspredelenii i promysle sivuchej v Beringovom more i sopredel'nykh rajonakh Tikhogo okeana [On Distribution and Fisheries of Steller's sea lions in the Bering Sea and Neighboring Pacific Ocean] // Trudy VNIRO – Izvestiya TINRO. T. 53/52. S. 287–291.
- Shejko B.A., Fedorov V.V. 2000. Klass Cephalaspidomorphi – Minogi. Klass Chondrichthyes – Khryashchevye ryby. Klass Holocephali – Tsel'nogolovye. Klass Osteichthyes – Kostnye ryby. Katalog pozvonochnykh zhivotnykh Kamchatki i sopredel'nykh morskikh akvatorij [Class Cephalaspidomorphi – lamprey. Class Chondrichthyes – cartilaginous fish. Class Holocephali – complete heads. Class Osteichthyes – bony fish. Catalog of vertebrates of Kamchatka and adjacent waters.]. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatskij pechatnyj dvor. S. 7–69.
- Alaska Sea Grant. 1993. Is it food? Addressing marine mammal and sea bird declines. Alaska Sea Grant Rep. 93-01. University Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK. 65 p.
- Altukhov A.V., Andrews R.D., Calkins D.G., Gelatt T.S., Gurarie E.D., et al. 2015. Age Specific Survival Rates of Steller Sea Lions at Rookeries with Divergent Population Trends in the Russian Far East // PLOS ONE. V.10 (5): e0127292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127292>
- Burkanov V.N., Gurarie E., Altukhov A., Mamaev E., Permyakov P., Trukhin A., Waite J., Gelatt T. 2011. Environmental and biological factors influencing maternal attendance patterns of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Russia. Journal of Mammalogy // V. 92 (2). P. 352–366.
- Burkanov V.N., Loughlin T.R. 2005. Distribution and Abundance of Steller Sea Lions on the Asian Coast,

- 1720's – 2005 // Marine Fisheries Review. V. 67 (2). P. 1–62.
- Calkins D., Pitcher K. 1982. Population Assessment, Ecology and Trophic Relationships of Steller Sea Lions in the Gulf of Alaska. Final Report: Research Unit 243 Contract 03–5–022–69. 387 p.
- DeMaster D., Atkinson S. 2002. Steller sea lion decline: is it food? Univ. Alaska Sea Grant, AK-SG-02–02, Fairbanks, AK. 80 p.
- Imler R.H., Sarber H.R. 1947. Harbor seals and sea lions in Alaska. USFW Service species Scientific Report 28. 22 p.
- Mathisen O.A., Baade R.T., Lopp R.J. 1962. Breeding habits, growth and stomach contents of the Steller sea lion in Alaska // J. of Mammal. V. 43. P. 464–477.
- McKenzie J., Wynne K.M. 2008. Spatial and temporal in the diet of Steller sea lions in the Kodiak Archipelago, 1999 to 2005 // Marine ecology progress series. V. 360. P. 266–283.
- Merrick R.L., Chumbley M.K., Byrd G.V. 1997. Diet diversity of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) and their population decline in Alaska: a potential relationship // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 54. P. 1342–1348.
- R Development Core Team. 2019. "R: A Language and Environment for Statistical Computing". Vienna, Austria. url: <http://www.R-project.org> (ISBN: 3-900051-07-0).
- Rehberg M.J., Andrews R.D., Swain U.G., Calkins D.G. 2009. Foraging behavior of adult female Steller sea lions during the breeding season in Southeast Alaska // Marine Mammals Science. V. 25. P. 588–604.
- Sinclair E.H., Johnson D.S., Zeppelin T.K., Gelatt T.S. 2013. Decadal Variation in the Diet of Western Stock Steller Sea Lions (*Eumetopias jubatus*). NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-248. 79 p.
- Sinclair E.H., Zeppelin T.K. 2002. Seasonal and spatial differences in diet in the western stock of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) // J. of Mammalogy. V. 83 (4). P. 973–990.
- Thorsteinson F.V., Lensink C.J. 1962. Biological observations of Steller sea lions taken during an experimental harvest // The J. of Wildlife Management. V. 26. P. 353–359.
- Trites A.W., Calkins D.G., Winship A.J. 2007. Diets of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in Southeast Alaska, 1993–1999 // Fishery Bulletin. V. 105(2). P. 234–248.
- Trites A.W., Joy R. 2005. Dietary analysis from fecal samples: how many scats are enough? // J. of Mammalogy. V. 86. P. 704–712.
- Trites, A.W., Calkins D.G. 2008. Diets of mature male and female Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) differ and cannot be used as proxies for each other // Aquatic Mammals. V. 34(1). P. 25–34.
- Waite J.N., Burkanov V.N. 2006. Steller sea lion feeding habits in the Russian Far East, 2000–2003 // Sea lions of the world / A.W. Trites, S.K. Atkinson, D.P. DeMaster, L.W. Fritz, T.S. Gelatt, L.D. Rea, K.M. Wynne ed. Alaska Sea Grant College Program, Anchorage. P. 223–234.
- Waite J.N., Burkanov V.N., Andrews R.D. 2012 a. Prey competition between sympatric Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) and northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) on Lovushki Island, Russia // Canadian J. of Zoology. V. 90 (1). P. 110–127.
- Waite J.N., Trumble S.J., Burkanov V.N., Andrews R.D. 2012b. Resource partitioning by sympatric Steller sea lions and northern fur seals as revealed by biochemical dietary analyses and satellite telemetry // J. of Experimental Marine Biology and Ecology. V. 416–417. P. 41–54.
- Waite, J. N. 2010. Resource Partitioning Among Sympatric Steller Sea Lions and Northern Fur Seals on Lovushki Island, Russia. University of Alaska. Dissertation. 150 p.
- Womble J.N., Sigler M.F. 2006. Seasonal availability of abundant, energy-rich prey influences the abundance and diet of a marine predator, the Steller sea lion *Eumetopias jubatus* // Marine Ecology Progress. Series 325. P. 81–293.

TABLE CAPTIONS

Table 1. The number of samples collected for analysis of Steller sea lion feeding in 2004–2008.

Table 2. Primary components of the Steller sea lion diet based on feces on Kozlova and Kekurny capes

Table 2. Other components of the Steller sea lion diet based on feces on Kozlova and Kekurny capes, not included in the analysis of the diet.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. The Number of samples investigated in study of Steller sea lion diet by region. CI–Commander Islands.; NPSO – North Sea of Okhotsk; EK – Eastern Kamchatka; KI –Kuril Islands.; AI – Aleutian Islands.; SEA – Southeast Alaska; GOA – Alaska Bay; ORE – Oregon

Fig. 2. Study area

Fig. 3. The differences of Steller sea lion prey FO in samples on Kozlov and Kekurny capes (calculated as $FO_{Kekurny} - FO_{Kozlova}$). The first block shows the food objects prevailing on Kekurny cape, in the second block on Kozlova cape

Fig. 4. The Number of Steller sea lion prey items per one sample (S) on Kozlov and Kekurny capes

Fig. 5. The probability density of the number of prey items extracted from one sample from on Kozlov and Kekurny capes

Fig. 6. The Number of Steller sea lion prey items per one sample in different years at the studied haulouts

Fig. 7. The probability density of the number of prey items extracted from one sample on Kozlov and Kekurny capes in 2004; 2006; 2008