

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПИТАНИЯ ЛЮМПЕНЕЛЛЫ *LUMPENELLA LONGIROSTRIS* (STICHAEIDAE) В ВОДАХ МАТЕРИКОВОГО СКЛОНА ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

А. В. Смирнов, Ким Сен Ток

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

Биология люмпенеллы, или длиннорылого люмпена *Lumpenella longirostris*, – наиболее глубоководного вида семейства стихеевых Stichaeidae, практически не исследована, хотя этот вид является обычным представителем ихтиофауны верхних участков материкового склона во всех дальневосточных морях. По имеющимся литературным сведениям, общий батиметрический диапазон вида, на всем ареале его обитания, находится в пределах от 90 до 1140 м (Борец, 2000). Люмпенелла относится к стенотермным организмам, жизненный цикл которых проходит преимущественно в придонных водах с температурами, близкими к 0–3°C. Известно, что в условиях жизни на больших глубинах полуглубоководные рыбы имеют стабильно низкий уровень обмена. В отличие от эвритермных прибрежных рыб, обмен у которых в летние месяцы может быть в пять-шесть раз выше, чем зимой, у видов, обитающих при постоянной низкой температуре окружающей среды, его величина незначительна и практически не изменяется (Сказкина, Костюченко, 1968; Чекунова, 1974; Чучукало и др., 1997). Такие сведения получены и для рыб, постоянно обитающих в зоне материкового склона северной части Тихого океана, к примеру, аляскинского шипощека (Yang et al., 1992).

Большинство из донных рыб, жизненный цикл которых проходит преимущественно на материковом склоне, являются бентофагами. Те небольшие кормовые ресурсы, которые им предоставляет мезобенталь, по всей видимости, вполне достаточны для этой группы. Известно, что в Японском море многие шельфовые виды рыб, оказывающиеся в зимний период на материковом склоне, в своем пищевом рационе остаются приверженцами питания планктоном, совершающим значительные вертикальные миграции в придонные горизонты, а также нектоном (Ким, 2001). Многочисленные, среди пришельцев, бентофаги, к числу которых относятся, в первую очередь, разные виды камбал, в холодный период года снижают интенсивность своего пита-

ния или просто перестают питаться, впадая в своеобразную спячку. Ориентация многих шельфовых рыб на питание планктоном, в период их нахождения на материковом склоне, служит примером адаптации к использованию кормовых ресурсов верхней, наиболее продуктивной зоны океана при незначительном развитии бентоса на материковом склоне. Известно, что в Беринговом море биомасса донных беспозвоночных в верхних горизонтах материкового склона в четыре–девять раз ниже, чем на мелководье (Нейман, 1963). На материковом склоне Охотского моря бентос играет достаточно важную роль в питании рыб. Однако и здесь наиболее существенными являются пищевые связи: планктон – планктоноядные рыбы – хищные рыбы и планктон – планктоноядные рыбы – кальмары – хищные рыбы (Чучукало и др., 1999). По ориентировочным оценкам, на шельфе Охотского моря сконцентрировано до 90% бентоса (Маркина, Чернявский, 1984). В северной части Японского моря сравнение средней биомассы бентоса от шельфовых участков к глубинам до 1000 м показывает снижение ее величины примерно в сто раз (Левенштейн, Пастернак, 1976; Фадеев, 1988).

Согласно имеющимся сведениям, в рационе люмпенеллы Охотского моря преобладают бентос и отдельные представители нектона (Чучукало, Напазков, 1999). Так, летом–осенью 1997 г. рыбы с длиной тела от 30 до 40 см, пойманные в районе материкового склона северной части Охотского моря, питались преимущественно донными беспозвоночными. В их число входили полихеты *Nephtys sp.*, *Maldanidae g. sp.*, двустворчатые моллюски *Yoldia sp.*, *Macoma sp.*, *Nuculana pernula* и кумовые ракообразные *Diastylis sp.*, составлявшие соответственно 43,2, 25,9, и 7,6% средней массы пищевого комка. Но при этом значительную часть пищевого рациона занимала молодь одного из многочисленных представителей нектона – северного кальмара *Gonatopsis borealis* (8,1% от объема пищи).

В литературе имеется информация о том, что летом 1994 г. в зал. Анива люмпенелла вела себя как типичный планктофаг – ее рацион на 100% состоял из эвфаузиевых раков *Thysanoessa sp.* (Кузнецова, 1997). Но, к сожалению, в этой информации не приведены сведения по координатам района поимки люмпенеллы и даже объем пробы. Кроме того, существуют большие сомнения в том, что автор правильно указал вид рыб, учитывая анализ им результатов пелагических тралений в верхнем 50-метровом слое воды. По всей видимости, сведения о планктонном питании относятся к другому виду стихеевых – люмпенусу, или люмпену стреловидному *Lumpenus sagitta*.

Являясь одним из звеньев сложной трофической сети морской экосистемы, люмпенелла играет достаточно важную роль в функционировании донных сообществ материкового склона. Она является потребителем донных и придонных беспозвоночных и при невысокой биомассе бентоса может составлять конкуренцию некоторым промысловым видам, и, в свою очередь, служить пищей хищным рыбам – например, черному палтусу *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, ликоду Солдатова *Lycodes soldatovi* и ульке *Ulca bolini* (Орлов, 2000; Чучукало и др., 1999).

Целью настоящей работы было изучение пространственного распределения люмпенеллы в Татарском проливе, характеристика ее пищевого рациона в зимний период года на материковом склоне Японского моря, а также ориентировочная оценка выедания ею зообентоса в местах своего обитания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основным материалом для настоящей работы послужили пробы на питание, отобранные в январе–феврале 2000 г. в период выполнения учетной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» в юго-восточной части Татарского пролива. Для характеристики пространственного распределения и размерного состава рыб были использованы данные зимней траловой съемки 2002 г. на НИС «Дмитрий Песков».

Орудием лова в ходе учетной съемки служил донный трал 31,5 м с мелкоячейной вставкой 10 мм в кутце. Трал был оснащен мягким грунтропом и имел вертикальное раскрытие от 3 до 5 м. Всего было выполнено 154 траления, из них 75 траловых станций в 2000 г. Акватория работ в оба года имела координаты 46°00'–49°00' с. ш. и 141°10'–142°40' в. д. и глубины от 72 до 683 м. Температура придонного слоя воды измерялась с помощью логгера TR-1000.

Отбор и обработку желудочно-кишечных трактов осуществляли согласно имеющимся методикам (Руководство..., 1961; Методическое пособие..., 1974). Всего было проанализировано 89 желудков люмпенеллы. Для исследований были отобраны разноразмерные особи люмпенеллы.

Каждый желудочно-кишечный тракт помещался в склянку с 70%-ным спиртом, снабженную притертой пробкой. Проба снабжалась этикеткой с общими сведениями (дата, время, номер трала, координаты, глубина, придонная температура, грунт) и биологической характеристикой анализируемой рыбы (длина, масса, пол, физиологическое состояние). Камеральная обработка содержимого трактов была проведена в стационарной лаборатории весовым методом. Пищевые компоненты из желудка и кишечника аккуратно извлекались и помещались в чашку Петри для идентификации, которую проводили под бинокуляром МБС-10 при помощи существующих определителей по фауне (Определитель..., 1948; Щедрина, 1950; Гурьянова, 1951; Ломакина, 1955; Ушаков, 1955; Чавтур, 1983; Кусакин, 1999). Затем организмы просчитывались и взвешивались на электронных весах ER-120А, с точностью до 0,1 мг. Массу фораминифер, икры и pellets находили через определение их объема, для чего эти компоненты приравнивали к тождественным им геометрическим фигурам и проводили необходимые измерения, используя окуляр-микрометр.

После качественной и количественной обработки составляющих пищевого комка, для каждой пробы были рассчитаны в продецимилле (‰) общий и частный индекс наполнения желудка (ИНЖ). Для этого использовали известную формулу (Методическое..., 1974):

$$\text{ИНЖ} = [\text{масса пищевых объектов в желудке} \times 10000] / \text{масса рыбы.}$$

Расчет суточного пищевого рациона (СПР) люмпенеллы проводили по балансовому уравнению Винберга (Винберг, 1956). Рацион рыб приведен в процентах к полной массе тела. Среднюю калорийность рациона определяли как сумму произведений доли каждого организма в средней массе пищевого комка на его калорийность. Калорийность объектов питания брали из работ российских исследователей (Кизеветтер, 1971; Котенко, Надточий, 1990; Лебская и др., 1998). При анализе содержимого желудка применяли такую характеристику, как встречаемость, представляющую собой отношение числа проб, в которых данный организм или группа организмов присутствовали, к общему числу проб (Руководство..., 1961).

Для характеристики сходства рациона питания использован индекс сходства Морисита в интерпретации Хорна (Krebs, 1999). Данный показатель рекомендуется для экологических исследований в качестве лучшей меры сходства, в силу независимости его от объемов выборки. Для этого индекса в качестве первичной базы используются не счетные, а весовые показатели, в данном случае масса компонентов питания и ИНЖ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Татарском проливе в зимний период 2000 г. встречаемость люмпенеллы при траловых учетных работах была относительно высокой. При общем батиметрическом диапазоне встречаемости люмпенеллы от 478 до 683 м, в зоне материкового склона глубже 450 м, где всего было выполнено 25 тралений, встречаемость вида составила 36%. Придонная температура воды на исследованных участках находилась в пределах от 0,2 до 0,7°C. Преобладающим субстратом в районе обитания люмпенеллы был песок с примесью ила. В 2002 г. встречаемость вида, на глубинах свыше 450 м, при 28 выполненных траловых станциях, достигла уже 39%. Схема пространственного распределения люмпенеллы в анализируемые годы представлена на рисунке 1. Общие параметры среды обитания люмпенеллы в водах Татарского пролива – такие, как глубины обитания (450–700 м), температура воды (0,2–0,7°C) и область распространения, оказались в 2000 и 2002 гг. очень сходными.

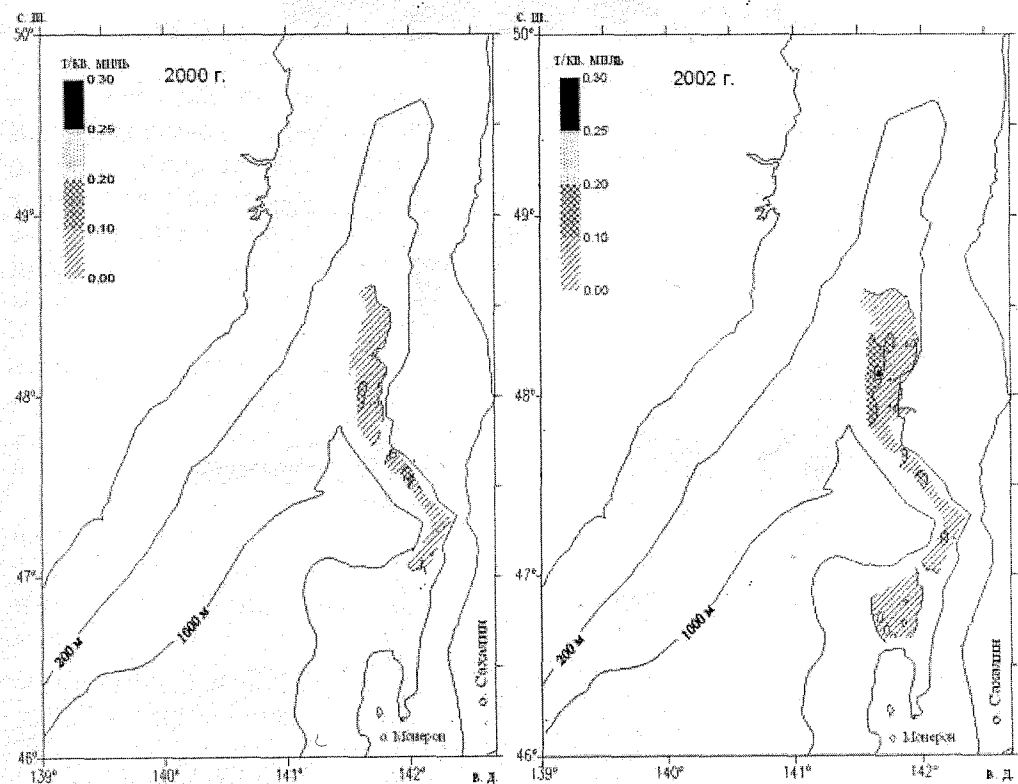


Рис. 1. Пространственное распределение люмпенеллы в водах Татарского пролива в зимний период 2000 и 2001 гг.

Люмпенелла отмечалась по всему материковому склону у западного побережья Сахалина, но основные уловы вида наблюдались на участке от 47°30' до 48°30' с. ш., примыкающему с запада к обширному Чехов-Ильинскому мелководью. Именно здесь располагались илисто-песчаные грунты, предпочитаемые не только люмпенеллой, но и многими массовыми видами зимующих здесь камбал (палтусовидной *Hippoglossoides dubius*, малоротой *Glyptocephalus stelleri*, колючей *Acanthopsetta nadeshnyi*, желтобрюхой *Pleuronectes quadrituberculatus* и другими).

Размерный состав рыб включал особей с длиной тела от 24 до 39 см (рис. 2). Средняя величина тела люмпенеллы, по материалам двух лет исследований, составляла 31,57–31,68 см. Модальные классы приходились на группы рыб длиной 30–33 см. Размерно-весовая зависимость для рыб представленных групп отображена на рисунке 3.

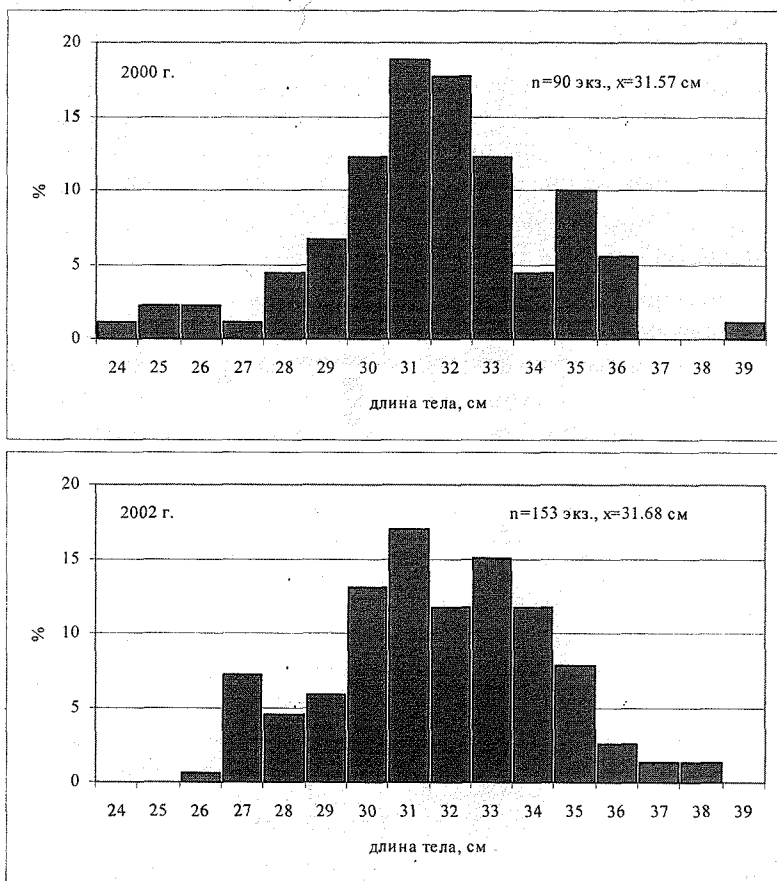


Рис. 2. Размерный состав люмпенеллы в январе-феврале 2000 и 2002 гг.

Возраст люмпенеллы, определенный по отолитам у 23 особей, существенно колебался для рыб одного размера. Ошибки в определении возраста взрослых особей, преимущественно, можно связать со сложностью структуры отолигов, нечеткостью годовых колец и наличием большого числа дополнительных кольцевых образований. В целом в пробе при длине тела рыб от 24 до 36 см (в среднем 31,6 см) наблюдались особи в возрасте от 9 до 23 лет (в сред-

нем 15,2 года). При попытке определения возраста полового созревания по изменению ширины годовых колец на отолитах выяснилось, что к нересту рыбы приступают довольно поздно. Зоны сужения годовых колец на отолитах наблюдались после 5–9 лет (в среднем 7 лет). Таким образом, в уловах были обнаружены только взрослые, уже половозрелые рыбы. Причем большинство из них имело гонады на стадии созревания, а нерест вида, судя по состоянию гонад, осуществляется весной.



Рис. 3. Размерно-весовая зависимость для люмпенеллы Татарского пролива

Присутствие пищи было отмечено в 95,5% желудочно-кишечных трактов. Всего в составе содержимого желудочно-кишечных трактов люмпенеллы был отмечен 71 вид донной фауны, принадлежащий к 14 таксономическим категориям ранга «тип–отряд» (табл. 1). Наиболее представительными в питании рыб были многощетинковые черви Polychaeta – 24 вида. Из других животных следует отметить корненожек Foraminifera (не менее девяти видов), а также – брюхоногих моллюсков Gastropoda и кумовых раков Cumacea (по семь видов). Круглые черви Nematoda, мшанки Bryozoa, двустворчатые моллюски Bivalvia, ракушковые Ostracoda, веслоногие Harpacticoidae, равноногие Isopoda, разноногие Amphipoda и десятиногие ракообразные Decapoda, погонофоры Pogonophora и асцидии Tunicata были представлены одним–шестью видами. Помимо этого в желудочно-кишечных трактах присутствовали pellets и икра рыб.

Некоторые пищевые объекты попадались в желудках постоянно. Так, встречаемость мелкой двустворки *Yoldiella derjugini* приближалась к 100%, а у корненожек из сем. Lituolidae она составила 41,60 и 76,70% в отдельных размерных группах люмпенеллы. В то же время некоторые черви, ракообразные, мшанки, погонофоры и асцидии были зафиксированы в единичных пробах.

Наибольшие частные индексы наполнения желудка были отмечены у организмов, имеющих наибольшую встречаемость, и, наоборот, у редких видов они были наименьшими – сотые доли процентицимилле (см. табл. 1). Уровень сходства питания двух сравниваемых размерных группировок рыб – 21–30 и 31–40 см, был очень высок. Так, коэффициент сходства между ними по индексу Морисита-Хорна составлял 95%. Расхождение спектра питания у рыб отмечалось только по редким видам.

**Характеристика питания люмпенеллы в водах
западного побережья Сахалина**

№ п/п.	Систематическая группа (тип, класс, отряд)	Пищевой объект	Размерная группа, см			
			21-30		31-40	
			встр.	ИНЖ	встр.	ИНЖ
1	Foraminifera	<i>Hyperamminidae gen. sp.</i>	12,13	0,006	0	0
2		<i>Reofacidae gen. sp.</i>	12,13	0,036	9,97	0,555
3		<i>Lituolidae gen. sp.</i>	76,70	6,726	41,60	2,320
4		<i>Miliolidae gen. sp.</i>	32,26	0,385	9,97	0,113
5		<i>Robulus d'Orbignii</i>	4,04	0,387	3,30	0,226
6		<i>Elphidium oregonense</i>	24,17	0,222	18,33	0,811
7		<i>Buliminidae gen. sp.</i>	8,09	1,399	15,03	1,119
8		<i>Rotaliidae gen. sp.</i>	4,04	0,107	3,30	0,041
9		<i>Foraminifera fam. gen. sp.</i>	8,09	0,209	33,29	1,140
10	Nematoda	<i>Nematoda fam. gen. sp.</i>	0	0	4,98	0,010
11	Polychaeta	<i>Syllidae gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,010
12		<i>Nephtys minuta</i>	4,04	0,002	1,69	0,041
13		<i>N. longosetosa</i>	4,04	0,214	0	0
14		<i>N. malmgreni</i>	0	0	1,69	0,750
15		<i>Nephtys sp.</i>	16,09	0,398	23,32	0,647
16		<i>Glycera capitata</i>	4,04	0,021	0	0
17		<i>Lumbrineris heteropoda</i>	8,09	0,214	3,30	0,010
18		<i>Lumbrineris sp.</i>	0	0	4,98	0,017
19		<i>Eunicidae gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,021
20		<i>Scoloplos armiger</i>	4,04	0,002	0	0
21		<i>Spionidae gen. sp.</i>	4,04	0,107	3,30	0,010
22		<i>Paraonis gracilis</i>	0	0	1,69	0,045
23		<i>Cossura longicirrata</i>	20,13	0,381	4,98	0,296
24		<i>Chaetozone setosa</i>	4,04	0,161	0	0
25		<i>Tharyx pacifica</i>	0	0	1,69	0,001
26		<i>Cirratulidae gen. sp.</i>	40,35	1,541	38,35	1,487
27		<i>Owenia fusiformis</i>	12,13	0,079	0	0
28		<i>Myriochele heeri</i>	4,04	0,026	4,98	0,212
29		<i>Pectinaria sp.</i>	4,04	0,053	0	0
30		<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	3,30	0,408
31		<i>Ampharetidae gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,045
32		<i>Terebellidae gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,485
33		<i>Sabellidae gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,001
34		<i>Polychaeta gen. sp.</i>	28,22	5,353	34,97	5,4
35	Tentaculata	<i>Bryozoa gen. sp.</i>	0	0	0,96	0,001

№ п/п.	Систематическая группа (тип, класс, отряд)	Пищевой объект	Размерная группа, см			
			21-30		31-40	
			встр.	ИНЖ	встр.	ИНЖ
36	Bivalvia	<i>Yoldiella derjugini</i>	100,00	16,310	98,33	11,970
37		<i>Nuculana nuculana sadonensis</i>	28,22	2,636	11,66	0,487
38		<i>Mysella sp.</i>	8,09	0,019	0	0
39		<i>Thyasira gouldi</i>	12,13	0,737	18,33	1,922
40		<i>Bivalvia fam. gen. sp.</i>	0	0	4,98	0,594
41	Gastropoda	<i>Retusa sp.</i>	44,39	0,47	51,62	0,622
42		<i>Odontella sp.</i>	4,04	0,161	3,30	0,06
43		<i>Oenopota sp.</i>	4,04	0,699	18,33	0,27
44		<i>Margarites sp.</i>	8,09	0,048	4,98	0,020
45		<i>Cryptonatica clausa</i>	0	0	3,30	0,12
46		<i>Gastropoda gen. sp. 1</i>	44,39	0,644	38,35	0,737
47		<i>Gastropoda gen. sp. 2</i>	12,13	0,086	4,98	0,037
48	Ostracoda	<i>Myodocopina gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,001
49		<i>Ostracoda fam. gen. sp.</i>	48,34	0,148	48,32	0,117
50	Harpacticoida	<i>Harpacticoida gen. sp.</i>	8,09	0,005	8,36	0,001
51	Cumacea	<i>Campylaspis glabra</i>	8,09	0,037	0	0
52		<i>C. aperta</i>	4,04	0,021	3,30	0,001
53		<i>C. costata</i>	8,09	0,037	3,30	0,015
54		<i>Eudorella emarginata</i>	8,09	0,042	9,97	0,115
55		<i>Leuconidae gen. sp.</i>	4,04	0,010	6,67	0,133
56		<i>Diastylidae gen. sp.</i>	12,13	0,107	4,98	0,011
57		<i>Cumacea fam. gen. sp.</i>	16,09	0,169	26,69	0,33
58	Isopoda	<i>Anthuridea fam. gen. sp.</i>	4,04	0,010	1,69	0,001
59		<i>Asellota fam. gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,005
60		<i>Anizopoda fam. gen. sp.</i>	24,17	0,045	21,63	0,016
61		<i>Isopoda fam. gen. sp.</i>	0	0	13,35	0,025
62	Amphipoda	<i>Orchomenella sp.</i>	4,04	0,002	0	0
63		<i>Lysianassidae gen. sp.</i>	4,04	0,015	3,30	0,014
64		<i>Monoculodes sp.</i>	16,09	0,107	9,97	0,042
65		<i>Harpinia tarasovi</i>	12,13	0,22	20,02	0,189
66		<i>H. serrata</i>	4,04	0,002	1,69	0,014
67		<i>Amphipoda fam. gen. sp.</i>	16,09	0,086	43,33	0,404
68	Decapoda	<i>Macrura fam. gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,001
69	Pogonophora	<i>Siboglinum sp.</i>	4,04	0,032	0	0
70	Tunicata	<i>Piuridae gen. sp.</i>	0	0	1,69	0,001
71		<i>Rhodosomatidae gen. sp.</i>	4,04	0,026	1,69	0,001
72		<i>Ova</i>	56,43	7,144	26,61	3,517
73		Пелеты	8,09	0,093	6,67	0,504

№ п/п.	Систематическая группа (тип, класс, отряд)	Пищевой объект	Размерная группа, см			
			21-30		31-40	
			встр.	ИНЖ	встр.	ИНЖ
Итого:				48,22		38,48
Переваренная пища				126,29		97,13
Количество пустых желудков, %				3,7		4,8
Количество желудков				26		59
Средний ИНЖ				174,51		135,61
СПР, в процентах от массы тела				1,58		1,50
СПР с учетом калорийности пищи, в процентах от массы тела				2,22		1,90
Биомасса рыб, т				33,4		117,6

Максимальный общий индекс наполнения составил 484,78‰, при среднем значении 141,91‰ с учетом всех желудков и 148,53‰ без учета пустых проб (табл. 2). Наибольшие и средние величины частных индексов наполнения были отмечены для многощетинковых червей – 78,43 и 8,91‰, двустворчатых моллюсков – 66,62 и 15,3‰ и корненожек – 61,82 и 6,79‰. Доля этих организмов в средней массе пищевого комка равнялась соответственно 6,28, 10,78 и 4,78%. Большая часть содержимого пищеварительного тракта (в среднем 73,76%) приходилась на останки животных, не подлежащие идентификации вследствие их значительной переваренности.

Таблица 2

Общий и частные индексы наполнения желудка у люмпенеллы, знак процента – доля частных средних индексов в общем индексе

Группа	ИНЖ, все желудки			ИНЖ, без пустых желудков		
	max	X	%	max	X	%
For	61,82	6,79±2,17	4,78	61,82	7,11±2,27	4,78
Pol	78,43	8,91±2,93	6,28	78,43	9,33±3,06	6,28
Bi	66,62	15,3±3,3	10,78	66,62	16,02±3,4	10,78
Ga	6,76	1,79±0,32	1,26	6,76	1,88±0,32	1,26
Ost	0,99	0,117±0,05	0,08	0,99	0,123±0,05	0,08
Cu	3,8	0,52±0,14	0,37	3,8	0,54±0,15	0,37
Am	7,32	0,55±0,22	0,39	7,32	0,58±0,23	0,39
Is	0,56	0,048±0,02	0,03	0,56	0,05±0,02	0,03
Tu	0,53	0,01±0,01	0,007	0,53	0,01±0,01	0,007
Pe	2,96	0,35±0,1	0,25	2,96	0,37±0,1	0,25
Ova	32,9	2,85±1,61	2,01	32,9	2,99±1,68	2,01
Org	391,3	104,67±13,62	73,76	391,3	109,6±13,52	73,76
Total	484,78	141,91±17,96	100	484,78	148,53±17,7	100

Обозначения: For – Foraminifera; Pol – Polychaeta; Bi – Bivalvia; Ga – Gastropoda; Ost – Ostracoda; Cu – Ctenophora; Am – Amphipoda; Is – Isopoda; Tu – Tunicata; Pe – пелеты; Ova – икра; Org – переваренные останки.

Рыбы меньших размеров питались более интенсивно (табл. 3). Средняя величина общего ИНЖ у особей в размерных группах 21–30 и 31–40 см составила 168,05 и 129,05‰ соответственно. Более активное питание молодых рыб, отчасти, можно объяснить тем, что большая часть крупных особей находилась в преднерестовом состоянии. Более мелкие особи интенсивнее поедали корненожек и многощетинковых червей. Кроме этого, значительную долю в их питании составляла икра. В пищевом спектре крупных рыб, наряду с корненожками и полихетами, доминировали двустворчатые моллюски, а доля икры была несущественной.

Таблица 3

Средние (общий и частные) ИНЖ люмпенеллы (‰)
и их соотношение по группам (%)

Пищевой объект	Размерная группа							
	21–30 см				31–40 см			
	самцы	самки	общее	%	самцы	самки	общее	%
For	8,49	11,92	9,25	5,5	4,06	7,2	6,44	4,99
Pol	10,77	6,4	9,8	5,83	5,97	10,48	9,39	7,28
Bi	16,02	23,07	17,59	10,47	13,28	14,7	14,36	11,13
Ga	1,65	1,41	1,6	0,95	1,86	1,69	1,73	1,34
Ost	0,12	0,21	0,14	0,08	0,1	0,16	0,15	0,12
Cu	0,31	0,22	0,29	0,17	0,42	0,45	0,44	0,34
Am	0,07	0,05	0,53	0,31	0,08	0,02	0,67	0,52
Is	0,41	0,96	0,06	0,04	1,05	0,55	0,04	0,03
Tu	0,02	0	0,02	0,01	0,01	0	0,002	0,001
Pe	0,07	0,12	0,08	0,05	0,03	0,13	0,11	0,08
Ova	6,37	9,54	7,08	4,21	4,79	2,81	3,29	2,55
Org	109,3	164,72	121,61	72,36	91,94	92,58	92,43	71,62
Total	153,6	218,62	168,05	100	123,59	130,77	129,05	100
Число проб	21	6	27		15	47	62	

Обозначения: как в таблице 2.

В обеих размерных группах, особенно у рыб с длиной тела от 21 до 30 см, средний ИНЖ у самок, по сравнению с самцами, был более высоким (см. табл. 3). В то же время для всей выборки средний ИНЖ у самцов и самок оказался примерно одинаковым – 140,72 и 141,10‰. Какие-то характерные отличия в пищевых спектрах люмпенеллы, связанные с полом особей, обнаружены не были.

В зависимости от типа субстрата, преобладающего в районе работ, в сообществах бентоса доминируют разные группы животных, что влечет за собой изменения в структуре пищевых рационов кормящихся здесь рыб. Так, на песчаном грунте в питании люмпенеллы преобладали двустворчатые моллюски, в основном *Yoldiella derjugini*, на долю которых приходилось 10,92% массы пищевого комка; на илистых грунтах наибольшую долю в рационе имели полихеты, составлявшие 14,33% массы пищевого комка. Вторыми по значению объектами питания на песках были корненожки, на илах – двустворчатые моллюски, доли которых составили в рационе 5,98 и 13,21% (табл. 4). Следует отметить большое значение в питании люмпенеллы представителей мейобентоса, главным образом, корненожек и, отчасти, ракушковых ракообразных и молоди многощетинковых червей.

Средние (общий и частные) ИНЖ люмпенеллы (‰) и их соотношение по группам (%) при разных типах грунтов

Группа	Субстрат			
	песок		ил	
	ИНЖ	%	ИНЖ	%
For	8,26±2,84	5,98	4,52±2,03	3,04
Pol	5,41±0,47	3,91	21,27±8,48	14,33
Bi	13,85±3,74	10,02	19,62±6,9	13,21
Ga	1,58±0,37	1,14	2,0±0,6	1,35
Ost	0,2±0,05	0,14	0,05±0,08	0,03
Cu	0,31±0,13	0,22	0,64±0,4	0,43
Am	0,4±0,13	0,29	1,27±0,71	0,85
Is	0,06±0,03	0,04	0,01±0,01	0,01
Tu	0,01±0,01	0,01	0	0
Pe	0,14±0,12	0,1	0	0
Ova	5,98±2,05	4,33	0	0
Org	102,02±15,37	73,83	99,16±30,03	66,79
Total	138,19±19,35	100	148,46±40,79	100

Обозначения: как в таблице 2.

Впервые термин «мейобентос» как размерную градацию донных беспозвоночных предложил Мар (Mare, 1942). К мейобентосу он отнес животных, проходивших при промывке через сито 1×1 мм и осевших на сите $0,1 \times 0,1$ мм. В настоящее время нижний линейный предел мейобентоса отодвинут до $0,04-0,063$ мм (Montagna, Harper, 1996). Помимо разделения на промывочных ситах, мейобентос выделяют по плотности в местах скоплений, средней массе особей и способности существовать в минимальных для данного грунта капиллярных ходах. В дальнейшем, помимо размерных, выделили высокие функциональные характеристики мейобентоса – уровень его обмена и продуктивность (Шереметевский, 1987). Роль мейобентоса в жизни донных сообществ возрастает с увеличением глубины и переходом от жестких грунтов к мягким. На больших глубинах биомасса мейобентоса сравнима с биомассой макробентоса при значительно более высокой продукции (Соколова и др., 1982). Вероятно, главной причиной существенной доли корненожек в питании люмпенеллы являются резкое снижение на материковом склоне, по сравнению с шельфом, общей биомассы донных беспозвоночных и возрастание в ней доли мейобентоса. Вполне возможно, что при высокой численности корненожек они попадают в желудок рыбы при потреблении других, более крупных традиционных объектов питания (например, двустворчатых моллюсков), т. е. корненожки могут быть сопутствующими видами. На песчаных грунтах их плотность выше, чем на илах и, соответственно, больше доля в рационе. Основу же питания люмпенеллы составляют достаточно крупные полихеты и двустворчатые моллюски. По всей видимости, двустворчатые моллюски преобладают по биомассе на песчаных, а многощетинковые черви – на илистых грунтах. Для корректного заключения по этому вопросу необходимы данные по составу зоо-

бентоса в районе тралений. К сожалению, информация о зообентосе материкового склона, прилегающего к юго-западному Сахалину, крайне скудна. Незначительные сведения по распределению донной фауны Японского моря приводятся в некоторых работах Р. Я. Левенштейна и Ф. А. Пастернака (1973, 1976). Согласно приведенным картам пространственного распределения бентоса, в местах отбора проб на питание общая биомасса донной фауны варьируется от 10 до 50 г/кв. м. При этом доля в ней одной из доминирующих групп – полихет, может составлять до 50%.

Сопоставление пищевых спектров люмпенеллы из Татарского пролива и западной части Охотского моря (Чучукало и др., 1999) показало, что и там, и там основу рациона (соответственно 64,6 и 69,1%) составляли двустворчатые моллюски и многочетинковые черви. Помимо этого, в Татарском проливе люмпенелла в значительной мере поедала фораминифер и икру рыб, на долю которых приходилось 16,43 и 9,14% средней массы пищевого комка; в Охотском море существенную часть рациона (соответственно 8,1 и 7,6%) составляли представитель nekтона северный кальмар *Gonatopsis borealis* и кумовые ракообразные (табл. 5). Несомненно, что эти различия в питании определяются разными структурными и количественными характеристиками кормовой базы, главным образом бентоса, на сравниваемых акваториях. К сожалению, имеющаяся в нашем распоряжении информация позволяет констатировать только то, что в интервале глубин 200–500 м общая биомасса донных беспозвоночных Охотского моря и Татарского пролива различается в 1,7 раза (112,4 и 67,0 г/кв. м), а на глубинах от 500 до 1000 м она практически одинакова (30,0–30,3 г/кв. м).

Таблица 5

**Соотношение состава рационов люмпенеллы длиной от 31 до 40 см
в Татарском проливе и западной части Охотского моря**

Таксономическая группа	Доля в рационе, %	
	Татарский пролив (наши данные)	Охотское море (Чучукало и др., 1999)
Foraminifera fam. gen. sp.	16,43	3,2
Polychaeta fam. gen. sp.	25,69	43,2
Bivalvia fam. gen. sp.	38,91	25,9
Gastropoda fam. gen. sp.	4,85	–
Cephalopoda fam. gen. sp.	–	8,1
Nudibranchia fam. gen. sp.	–	0,4
Ostracoda fam. gen. sp.	0,31	–
Cumacea fam. gen. sp.	1,57	7,6
Mysidacea fam. gen. sp.	0,1	–
Amphipoda fam. gen. sp.	1,72	0,5
Isopoda fam. gen. sp.	0,12	–
Ova	9,14	–
Прочие объекты	1,16	11,1
Количество желудков	62	73
Количество пустых желудков	3	8

На сегодняшний день широко распространены два метода расчета суточных рационов – на основании изучения питания рыб в естественных условиях и по балансовому равенству (Руководство..., 1961; Винберг, 1961, 1983; Чекунова, 1983; Краснопер, 1988; Алимов, 1989; Чучукало, 1996; Чучукало, Напазаков, 1999). Первый метод требует выполнения суточных станций или длительного содержания рыб в аквариуме для определения скорости переваривания пищи в их желудках. Второй – основан на определении потребления кислорода рыбами. Он менее трудоемок и позволяет установить соотношение основных энергетических трат.

В его основе лежит известное балансовое уравнение Винберга (Винберг, 1956):

$$K_2 = P / (P + R),$$

где R – траты животных на обмен (стандартный обмен); выражение $(P + R)$ представляет собой усвоенную животными (ассимилированную) часть энергии (A); K_2 – коэффициент использования ассимилированной пищи на рост.

Исходя из того, что для холодноводных, медленно растущих рыб K_2 близок к 0,2 (Орлов, 2000), $P = 0,25R$, а усвояемость пищи равна 80%, рацион (C) равен $(P + R) / 0,8$. Учитывая, что у рыб общий обмен в два раза превышает стандартный, имеем:

$$C = 2,81R + P_g,$$

где P_g – генеративная продукция, равная для донных рыб $0,16W$ (W – средняя масса люмпенеллы) (Цейтлин, 1988).

Величина обмена у животных от массы тела аппроксимируется параболической зависимостью. Известно (Чекунова, 1983), что у рыб, постоянно живущих при низких температурах, в связи с включением адаптационных механизмов внутренний обмен выше рассчитанного по традиционной формуле (Винберг, 1956). Особенно значительны расхождения при температуре обитания ниже $+5^\circ\text{C}$. В. И. Чекунова (1974), изучая вопросы физиологии питания некоторых донных рыб, постоянно обитающих при температурах близких к 0°C , вывела для них осредненную формулу зависимости величины обмена от массы тела:

$$R = 0,073W^{0,879}$$

При средней массе люмпенеллы, равной 101,31 г, среднесуточный рацион в пересчете на массу тела, при условии совпадения калорийности рыбы и пищи, равен 1,56%. Учитывая, что средняя калорийность пищи составила 0,69 ккал/г, то при калорийности люмпенеллы равной 0,9, величина рациона в калориметрическом выражении будет 2,03% (табл. 6). Для рыб из размерных групп 21–30 и 31–40 см эти показатели равнялись 1,61, 2,26 и 1,55, 1,96% соответственно.

По данным В. И. Чучукало (Чучукало и др., 1999), СПР люмпенеллы на материковом склоне Охотского моря в августе–октябре составил 1,8%, что сопоставимо с нашими данными.

Зная площадь распространения, общую биомассу и среднесуточный пищевой рацион (СПР) люмпенеллы, можно рассчитать примерное выедание ею зообентоса в течение года (табл. 7). В 2000 г. общее потребление донной фауны группировкой равнялось 1118,6 т, а в 2002 г. – 427,8 т. Среднее потребление зообентоса с 1 кв. м донной поверхности составило в 2000 г. 0,3, а в 2002 г. – 0,2 г. При вышеприведенной средней величине биомассы бентоса в районе работ, равной 30,0 г/кв. м, его выедание люмпенеллой не превысило 1,0%.

**Величина возможного рациона люмпенеллы с учетом
средней калорийности потребляемого корма**

Размерная группа	СПР, в процентах от массы тела	Калорийность корма, ккал/г	СПР с учетом калорийности
21–30 см	1,61	0,64	2,26
31–40 см	1,55	0,71	1,96
Вся выборка	1,56	0,69	2,02

Таблица 7

**Сравнительная характеристика количественных показателей
потребления бентоса люмпенеллой в 2000 и 2002 гг.**

Год	Площадь обитания, кв. миль	Биомасса, тонн	СПР, в процентах от массы тела	Общее потребление, тонн	Потребление на единицу площади, г/кв. м
2000	1089,32	150,96	2,03	1118,6	0,3
2002	615,898	57,73	–	427,8	0,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные сведения по зимнему питанию люмпенеллы в водах материкового склона Татарского пролива наглядно демонстрируют пример специализированного питания рыб в условиях обедненной кормовой базы для рыб-бентофагов на больших глубинах моря. Характер питания данного вида указывает на то, что типичные донные обитатели мезобентали северной части Японского моря благодаря небольшим размерам, низкому уровню метаболизма и, соответственно, малому рациону обладают достаточной кормовой базой, преимущественно в форме бентоса, образованного многощетинковыми червями, двустворчатыми моллюсками и фораминиферами. Интерзональный планктон и представитель нектона кальмар *Gonatopsis octopedatus* не являются характерными кормовыми объектами люмпенеллы в исследуемом районе, хотя для обитающих здесь в зимний период большинства других придонных и донных рыб они имеют большое значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов, А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию / А. Ф. Алимов. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 152 с.
2. Борец, Л. А. Аннотированный список рыб дальневосточных морей / Л. А. Борец. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2000. – 192 с.
3. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г. Г. Винберг. – Минск: Изд-во БГУ, 1956. – 260 с.
4. Винберг, Г. Г. Новые данные об интенсивности обмена у рыб / Г. Г. Винберг // Вопр. ихтиологии. – 1961. – Т. 1, № 5. – С. 157–166.
5. Винберг, Г. Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии / Г. Г. Винберг // Журн. общ. биологии. – 1983. – Т. XLIV. – С. 31–42.

6. **Гурьянова, Е. Ф.** Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda – Gamarridea) / Е. Ф. Гурьянова. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1951. – Т. 41. – 1031 с. – (В сер.: Определ. по фауне СССР, изд. ЗИН АН).

7. **Кизеветтер, И. В.** Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна / И. В. Кизеветтер. – Владивосток : Дальиздат, 1971. – 298 с.

8. **Ким, Сен Ток.** Зимние миграции шельфовых рыб в зону материкового склона юго-западного Сахалина / Ким Сен Ток // Вопр. ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 593–604.

9. **Котенко, В. Г.** Химический состав и калорийность бентоса западно-камчатского шельфа / В. Г. Котенко, В. А. Надточий // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 1. – С. 64–66.

10. **Краснопер, Е. В.** Обзор методов определения рационов по величине наполнения пищеварительного тракта у рыб / Е. В. Краснопер // Вопр. ихтиологии. – 1988. – Т. 28, № 4. – С. 664–670.

11. **Кузнецова, Н. А.** Питание некоторых планктоноядных рыб в Охотском море в летний период / Н. А. Кузнецова // Изв. ТИНРО-центра. – 1997. – Т. 122. – С. 255–275.

12. **Кусакин, О. Г.** Морские и солоновато-водные равноногие ракообразные (Isopoda) холодных и умеренных вод северного полушария (подотряд Asellota) / О. Г. Кусакин. – СПб. : Наука, 1999. – Вып. 169, т. III, ч. 2. – 384 с. – (В сер.: Определ. по фауне, изд. ЗИН РАН).

13. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Т. К. Лебская, Ю. Ф. Двинин, Л. Л. Константинова и др. – Мурманск : ПИНРО, 1998. – 150 с.

14. **Левенштейн, Р. Я.** Изучение донной фауны Японского моря в 52-м рейсе «Витязя» / Р. Я. Левенштейн, Ф. А. Пастернак // Океанология. – 1973. – Т. 13, вып. 3. – С. 1098–1104.

15. **Левенштейн, Р. Я.** Количественное распределение донной фауны Японского моря / Р. Я. Левенштейн, Ф. А. Пастернак // Тр. ИО АН СССР. – 1976. – Т. 99. – С. 197–210.

16. **Ломакина, Н. Б.** Кумовые раки (Cumacea) дальневосточных морей / Н. Б. Ломакина // Тр. ЗИН АН СССР. – 1955. – Т. XVIII. – С. 112–166.

17. **Маркина, Н. П.** Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море / Н. П. Маркина, В. И. Чернявский // Изв. ТИНРО. – 1984. – Т. 109. – С. 109–119.

18. **Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях.** – М. : Наука, 1974. – 254 с.

19. **Нейман, А. А.** Количественное распределение бентоса и кормовая база донных рыб в восточной части Берингова моря / А. А. Нейман // Изв. ТИНРО. – 1963. – Т. 50, вып. 1. – С. 145–205.

20. **Определитель фауны и флоры северных морей СССР.** – М. : Сов. наука, 1948. – 740 с.

21. **Орлов, А. М.** Представители орегонской ихтиофауны у азиатских берегов / А. М. Орлов // Промыслово-биол. исслед. рыб в тихоокеан. водах Курил. о-вов и прилежащих р-нах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. : Сб. науч. тр. – М. : Изд-во ВНИРО, 2000. – С. 187–215.

22. **Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях.** – М. : Наука, 1961. – 262 с.

23. **Сказкина, Е. П.** Пищевые рационы азовского бычка-кругляка / Е. П. Сказкина, В. А. Костюченко // Вопр. ихтиологии. – 1968. – Т. 8, вып. 2. – С. 303–312.

24. **Соколова, М. Н.** Мейобентос – предмет и задачи исследования / М. Н. Соколова, О. Н. Зезина, О. Е. Каменская // Тр. ИО АН СССР. – 1982. – Т. 117. – С. 19–30.

25. **Ушаков, П. В.** Многощетинковые черви дальневосточных морей СССР (Polychaeta) / П. В. Ушаков. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1955. – Т. 56. – 445 с. – (В сер.: Определ. по фауне СССР, изд. ЗИН АН).

26. **Фадеев, В. И.** Сообщества макробентоса шельфа западного Сахалина : Автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. И. Фадеев; ДВО АН СССР. – Владивосток : ИБМ, 1988. – 22 с.

27. **Цейтлин, В. Б.** Генеративная продукция водных животных / В. Б. Цейтлин // Океанология. – 1988. – Т. XXVIII, вып. 3. – С. 493–497.

28. **Чавтур, В. Г.** Остракоды *Myodoscopia*, *Cladoscopia* умеренных и холодных вод северного полушария / В. Г. Чавтур. – Владивосток : ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1983. – 131 с.
29. **Чекунова, В. И.** Скорость и уровень обмена у рыб разных экологических групп / В. И. Чекунова // *Вопр. ихтиологии*. – 1974. – Т. 14, вып. 2. – С. 312–320.
30. **Чекунова, В. И.** Экологические группы морских холодноводных рыб и их энергетический обмен / В. И. Чекунова // *Вопр. ихтиологии*. – 1983. – Т. 23, вып. 5. – С. 829–838.
31. **Чучукало, В. И.** К методике расчета суточных пищевых рационов рыб / В. И. Чучукало // *Изв. ТИНРО-центра*. – 1996. – Т. 119. – С. 289–306.
32. Питание донных рыб на материковом склоне северной части Охотского моря летом 1997 г. / **В. И. Чучукало**, В. В. Лапко, Н. А. Кузнецова и др. // *Изв. ТИНРО-центра*. – 1999. – Т. 126, ч. I. – С. 24–58.
33. **Чучукало, В. И.** К методике определения суточных рационов питания и скорости переваривания у хищных и бентосоядных рыб / В. И. Чучукало, В. В. Напазаков // *Изв. ТИНРО-центра*. – 1999. – Т. 126, ч. I. – С. 160–172.
34. **Шереметевский, А. М.** Роль мейобентоса в биоценозах шельфа южного Сахалина, восточной Камчатки и Новосибирского мелководья / А. М. Шереметевский. – Л. : Наука, 1987. – 136 с. – (В сер.: Исслед. фауны морей. Т. 35 [43]).
35. **Щедрина, З. Г.** К фауне фораминифер Охотского моря / З. Г. Щедрина // *Исслед. дальневост. морей СССР*. – 1950. – Т. 2. – С. 248–281.
36. **Krebs, Ch. J.** Ecological methodology / Ch. J. Krebs. – University of British Columbia, 1999. – Second edition. – 620 p.
37. **Mare, M. F.** A study of marine benthic community with special reference of the microorganisms / M. F. Mare // *J. Mar. Biol. Ass.* – 1942. – Vol. 25. – P. 517–554.
38. **Montagna, P. A.** Benthic infaunal long-term response to offshore production platforms in the Gulf of Mexico / P. A. Montagna, D. E. Harper // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* – 1996. – Vol. 53. – P. 2567–2588.
39. Respiratory, blood and heart enzymatic adaptations of *Sebastolobus alascanus* (Scorpaenidae; Teleostei) to the oxygen minimum zone: a comparative study / **T. N. Yang**, N. C. Lai, J. B. Graham, G. N. Somero // *Biol. Bull.* – 1992. – No. 183. – P. 490–499.

Смирнов, А. В. Особенности зимнего распределения и питания люмпенеллы *Lumpenella longirostris* (Stichaeidae) в водах материкового склона Татарского пролива / А. В. Смирнов, Ким Сен Ток // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2004. – Т. 6. – С. 178–193.

Люмпенелла является одной из типичных рыб-бентофагов, обитающих на материковом склоне дальневосточных морей. На основе материалов, собранных в январе–феврале 2000 и 2002 гг., анализируются структура зимнего ареала обитания люмпенеллы, границы ее пространственного распределения на шельфе и материковом склоне в восточной части Татарского пролива. Приводятся видовой состав ее кормовых объектов и рацион питания, осуществляется сравнительный анализ с немногочисленными сведениями по питанию вида в других районах его обитания. Выяснено, что основными объектами питания люмпенеллы являются многощетинковые черви, корненожки и двустворчатые моллюски. Немаловажное значение в пищевом рационе играет икра гидробионтов. При сравнительно низкой численности люмпенеллы отмечается, что выедаемость бентоса рыбами данного вида в районах своего обитания, по ориентировочным оценкам, не превышает 1,0% от общей биомассы донной фауны. Полученные результаты послужат основой для дальнейшего углубленного анализа структуры ихтиоценоза материкового склона о. Сахалин и пищевых взаимоотношений его обитателей.

Smirnov, A. V. Peculiarities of winter distribution and feeding for *Lumpenella longirostris* (Stichaeidae) in waters of the Tatar Strait continental slope / **A. V. Smirnov, Kim Sen Tok** // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2004. – Vol. 6. – P. 178–193.

Lumpenella is one of the common benthophagous fish inhabiting the continental slope of the Far East seas. Based on the materials collected in January–February of 2000 and 2002, a structure of its winter habitat area, boundaries of its spatial distribution on shelf and continental slope in the eastern part of the Tatar Strait are analyzed. A species composition of its food objects and a ration of feeding are given, and a comparative analysis with the non-multiple information on the species feeding in other habitat regions is realized. It was revealed that the main objects of feeding were polychaetes, rhizopods and bivalves. Hydrobiont eggs play an important part in the food ration. Under the comparatively low abundance of *lumpenella*, it is noted that benthos consumption by this species in its habitat regions, by the tentative estimation, does not exceed 1,0% of the total biomass of the bottom fauna. The obtained results will serve as a base both for the further deep analysis of the ichthyosenosis structure of the Sakhalin continental slope and food relationship between its inhabitants.

Tabl. – 7, fig. – 3, ref. – 39.