

# Влияние сайки на эффективность откорма мойвы в центральной части Баренцева моря

Э.Л. Орлова, И.А. Оганин, В.Д. Бойцов, В.Н. Нестерова, Л.Л. Константинова, Н.Г. Ушаков – ПИНРО

Центральная часть Баренцева моря служит местом откорма многих промысловых рыб. Их нагульные ареалы и состояние кормовой базы в значительной степени зависят от особенностей пространственного распределения, физических свойств, интенсивности взаимодействия вод.

Характер откорма мойвы связан в основном с состоянием копеподного планктона. Копеподная пища дополняется эвфаузидами и гипериидами, значение которых увеличивается с возрастом рыб. При недостатке копепод в районах откорма мойвы, трески, сайки наблюдается повышенная пищевая конкуренция, особенно сильная у молоди (Панасенко Л.Д. *Пищевые взаимоотношения мойвы и сайки Баренцева моря // Кормовые ресурсы и пищевые взаимоотношения рыб Северной Атлантики: Сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск, 1990, с. 80–92; Пуцаева Т.Я. Суточная динамика питания и пищевые взаимоотношения мойвы и сеголетков трески осенью 1990 г. // Экологические проблемы Баренцева моря. Мурманск, 1992, с. 200–224.*

Наиболее часто пищевая конкуренция возникает между мойвой и сайкой, имеющими сходные пищевые спектры и ритмы питания при совмещении их нагульных ареалов в теплые годы (Шлейник В.Н. *Состояние запасов и перспективы промысла сайки (Boreogadus saida) в Баренцевом море // Тр. ПИНРО, 1973. Вып. 33, с. 225–236.* Степень влияния пищевой конкуренции на каждый вид зависит от его численности и биомассы, возрастного состава, обеспеченности кормом. Так, в начале 80-х годов при высокой численности мойвы на северо-западе моря между ней и сайкой отмечалась конкуренция из-за копепод, что сопровождалось заметным снижением жирности последней. Во второй половине 80-х – начале 90-х численность обоих видов была очень низкой. Возможно, и их пищевая конкуренция была незначительной. Со второй половины 90-х годов прослеживается тенденция к увеличению запасов сайки и мойвы. К 2000 – 2001 гг. биомасса сайки составляла 1231–1550 тыс., мойвы – 4273–3630 тыс. т (рис. 1). При широком распределении в осенний период и совпадении северной части нагульных ареалов этих видов их пищевая конкуренция повысилась.

В период восстановления запаса мойвы увеличилась и численность сайки. Если в 1990 г. она составляла всего 6,6 млрд экз. (Орлова Э.Л., Оганин И.А., Терещенко Е.С. *О причинах изменения роли сайки в откорме северо-восточной арктической трески // «РХ»,*

2001, № 1, с. 30–33), то в 1991 г. достигла 30 млрд, а в 1992 г. – 37,8 млрд экз. Молодь характеризовалась типичной для теплых лет северной ориентацией и широким распределением. Основные концентрации находились в центральной и восточной частях Баренцева моря. Мойва, при доминировании двух- и трехлетних рыб (более 80 %), распределялась от Западного Шпицбергена до Сухого Носа. Поэтому нагульные ареалы этих рыб совпадали на большой площади (рис. 2, 3).

Пищевые взаимоотношения мойвы и сайки и их последствия рассмотрены на материалах 1992 г. Формирование кормовой базы планктофагов определялось интенсивным прогревом верхнего слоя и поступлением атлантических вод повышенной температуры. В августе на глубине 50 м лишь на 8 % акватории температура была ниже 0, тогда как обычно водные массы с отрицательной температурой занимают более 30 % площади. Кроме того, в весенне-летний период наблюдалась самая низкая за последние 30 лет ледовитость Баренцева море: в мае лишь 24 % его площади было покрыто льдом. Поэтому на значительной свободной ото льда акватории, и в первую очередь на северных участках центральной части, происходили интенсивное цветение микроводорослей и формирование новых генераций холодноводных видов зоопланктона. Уже в июне к югу от 77° с.ш. льда не было, хотя чаще всего его кромка располагается примерно на 100 миль южнее (рис. 4). Холодными течениями зоопланктон выносился в южном и юго-западном направлениях, накапливаясь в зонах фронтальных разделов и круговоротов. Здесь наблюдалось обилие каляноид как океанических бореальных видов – *Calanus finmarchicus*, *Oithona similis*, так и арктических – *Metridia longa*, *Calanus glacialis*, *Pseudocalanus minutus*. В связи с различиями гидрологического режима, в разных частях широтной зоны видовой и возрастной составы планктона были неодинаковыми (Orlova E.L., Ushakov N.G., Nesterova V.N. and Boitsov V.D. *Food supply and feeding of capelin (Mallotus villosus) of different size in the central latitudinal zone of the Barents Sea during intermediate and warm years // ICES Journal of Marine Science, 2002. Vol. 59, pp. 968–975.*

Особенностями 1992 г. были ранний нерест и интенсивный рост копепод. В конце августа зоопланктон на западе характеризовался бедностью не только в верхних, но и в нижних слоях. Вероятно, он потреблялся мойвой еще в июле, на начальном этапе нагульной миграции. Интенсивное выедание копепод отмечалось также

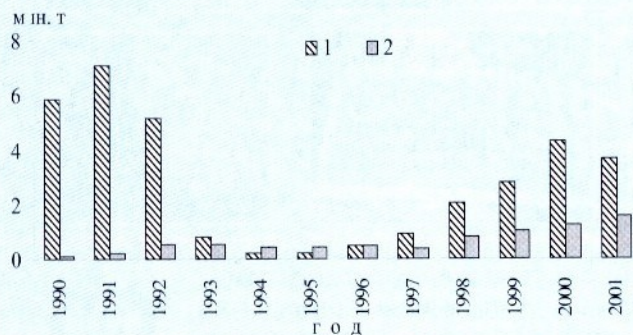


Рис. 1. Динамика общего запаса мойвы (1) и сайки (2) в Баренцевом море в 1990 – 2001 гг.

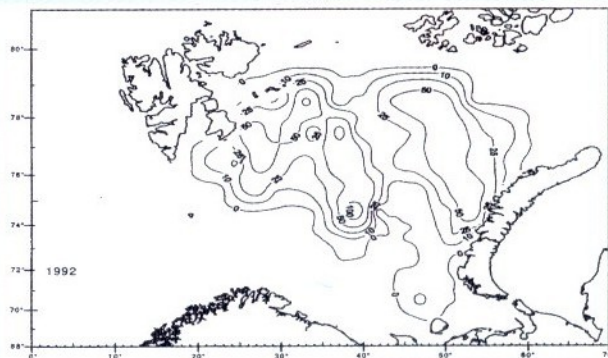


Рис. 2. Распределение мойвы в сентябре 1992 г.



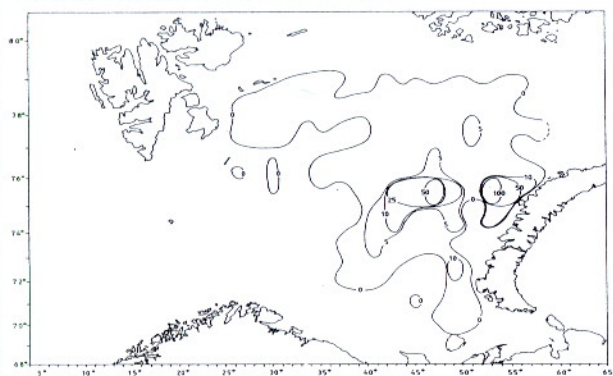


Рис. 3. Распределение сайки в сентябре 1992 г.

в августе на западном склоне Медвежинской банки. В районах о. Надежды и Западного желоба ( $74^{\circ}50' - 77^{\circ}00'$  с.ш.,  $30-32^{\circ}$  в.д.) из крупных копепоид в верхнем слое встречался *S. finmarchicus*. Его распределение было от нулевых концентраций до  $120 \text{ экз/м}^3$ , среднее количество рачков –  $20-50 \text{ экз/м}^3$ . В нижних слоях встречались копепоиды IV–V стадий. Основную массу планктона в верхнем слое составляли мелкие виды. Средняя численность *P. minutus* изменялась от 560 до  $1750 \text{ экз/м}^3$ , максимальная –  $5000 \text{ экз/м}^3$  (район о. Надежды). Еще более многочисленной была *O. similis* –  $3500-3900 \text{ экз/м}^3$ .

В центральной части ( $34-44^{\circ}$  в.д.) тепловодный и холодноводный планктон встречался также на разных стадиях развития. Наряду с вспышками численности науплиев в слое 0–5 м более высокой, чем в западной части была численность *S. finmarchicus* ранних стадий – свыше  $50 \text{ экз/м}^3$  на южных акваториях (Центральная возвышенность) и около  $160 \text{ экз/м}^3$  – на северных (возвышенность Персея). Средняя численность копепоидов IV–V стадий не превышала  $25 \text{ экз/м}^3$ . На возвышенности Персея изредка, но в значительных количествах в ночное время встречался *S. glacialis*. В нижних слоях концентрации рачков обоих видов были меньшими.

Наиболее многочисленной среди крупных копепоид была *M. longa*, встречающаяся в основном на ранних стадиях. Ее максимальные концентрации ( $550-750 \text{ экз/м}^3$ ) отмечались в верхнем слое холодных вод возвышенности Персея; в среднем –  $110 \text{ экз/м}^3$ ; в нижних горизонтах ее численность уменьшалась, но преобладали рачки IV–V стадий. В конце августа у *M. longa* был отчетливо выражен суточный ритм вертикальных перемещений, благодаря которым обеспечиваются максимальная доступность пищи и избегание хищников.

Численность *P. minutus* в центральной части широтной зоны была выше, чем в западной. Эти копепоиды также встречались (в основном на ранних стадиях) в верхнем слое. Их концентрации в разных районах колебались, составляя в среднем  $2000-4000 \text{ экз/м}^3$  (на Центральной возвышенности –  $6000-8000$ ; на возвышенности Персея –  $5000 \text{ экз/м}^3$ ). Регулярно встречались зрелые самки ( $120-150 \text{ экз/м}^3$ ). Концентрации *O. similis* не превышали  $1500-2500 \text{ экз/м}^3$ , доля взрослых особей в популяции колебалась от 10 до 65 %.

На востоке центральной части моря в середине августа сохранялось значительное количество науплиев и копепоидов ранних стадий. Численность *S. finmarchicus* была наиболее высокой при равномерном распределении рачков. Их количество в разных районах находилось на уровне  $460-480 \text{ экз/м}^3$ . Основная масса доминировавших младших копепоидов (70 %) держалась в верхнем слое. Суточные вертикальные миграции отмечались только у старших особей, а небольшая часть зрелых рачков постоянно находилась в нижних горизонтах. Небольшое опережение в темпах развития *S. finmarchicus* наблюдалось в водах с более высокой температурой (Новоземельская банка) по сравнению с холодны-

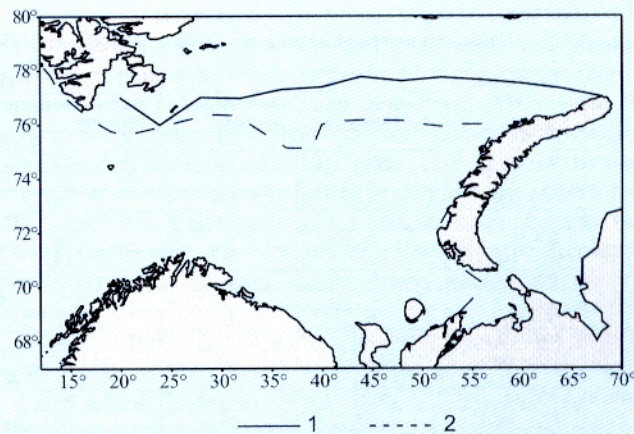


Рис. 4. Положение кромки льда в июне 1992 г. (1) и ее среднегодовое положение (2)

ми арктическими водами (район п-ва Адмиралтейства), где различался и состав копепоид. Присутствующий в верхних слоях *S. glacialis* IV–V стадий составлял в первом районе всего 10, а во втором –  $125 \text{ экз/м}^3$ .

Повышенные концентрации у п-ва Адмиралтейства создавала и *M. longa*, представленная младшими копепоидитами, которые в светлое время суток находились в нижних горизонтах ( $600 \text{ экз/м}^3$ ). Небольшие скопления отмечались и в верхних слоях. На Новоземельской банке *M. longa* встречалась регулярно (в среднем –  $200 \text{ экз/м}^3$ ). Основная масса младших копепоидов находилась в верхнем слое. По сравнению с центральной частью нахождение здесь скоплений *M. longa* в верхних горизонтах было более продолжительным. Однако основное количество рачков в 15–16 ч еще держалась в слое от 100 м до дна. Повышение концентраций в верхнем слое начиналось с 18 ч, а пик приходился на 19–23 ч. В то же время иногда в темное время суток основная масса *M. Longa*, как и в районе п-ва Адмиралтейства, распределялась в толще воды и у дна.

Численность мелких копепоид на востоке была высокой: *P. minutus* –  $1500-2000 \text{ экз/м}^3$  ( $3500$  – на Новоземельской банке;  $3000$  – в районе п-ва Адмиралтейства); *O. Similis* –  $2000$  (на Новоземельской банке –  $13900 \text{ экз/м}^3$ ).

Более полное представление об обеспеченности пищи мойвы дает биомасса зоопланктона. Ее общая величина в августе была невысокой –  $200 \text{ мг/м}^3$ , а распределение – равномерным. Доля каждого вида в общей биомассе представлена в табл. 1. Так, в связи с более ранним выеданием *S. finmarchicus* мойвой на западе, его биомасса там была низкой. Она постепенно увеличивалась в восточном направлении, достигая  $130-140 \text{ мг/м}^3$ . Наиболее высокую биомассу (до  $60-235 \text{ мг/м}^3$ ) в районах с холодными водами создавал *S. glacialis*. Основная биомасса *M. longa* ( $20-40 \text{ мг/м}^3$ ) приходилась на нижние горизонты. Относительно высокой была биомасса *P. minutus*, достигающая в поверхностном слое  $20-35$  (максимально –  $105$ )  $\text{мг/м}^3$ .

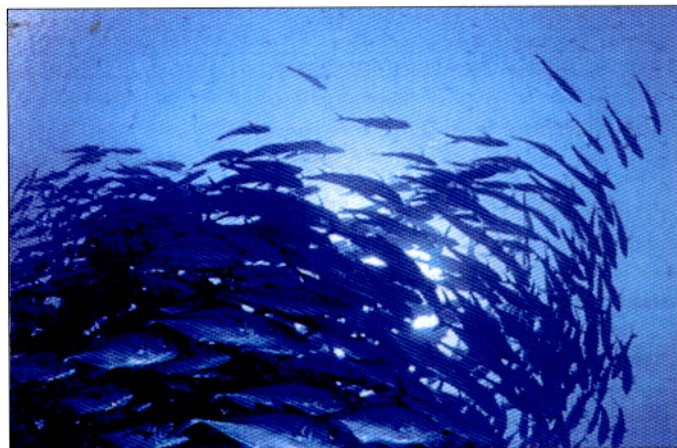




Таблица 1

Биомасса копепоид на разных глубинах в августе 1992 г. в центральной широтной зоне Баренцева моря, экз/м<sup>3</sup>

Глубина, м	Промысловые районы					
	Район о. Надежды	Западный желоб	Возвышенность Персея	Центральная возвышенность	Новоземельская банка	Район п-ва Адмиралтейства
<b>C. finmarchicus</b>						
0 – 50	16	10	22	14	88	108
50 – 100	-	23	15	2	21	35
100 – дно	-	18	9	10	22	-
<b>C. glacialis</b>						
0 – 50	0	5	19	0	21	186
50 – 100	-	0	19	0	15	48
100 – дно	-	0	23	0	29	-
<b>M. longa</b>						
0 – 50	0	0	5	1	13	13
50 – 100	-	0	4	4	8	42
100 – дно	-	20	13	19	20	-
<b>P. minutus</b>						
0 – 50	105	21	36	33	18	31
50 – 100	-	12	10	27	8	17
100 – дно	-	7	7	13	4	-
<b>O. similis</b>						
0 – 50	14	14	3	6	5	6
50 – 100	-	1	2	1	1	2
100 – дно	-	0	1	0	0	-

Примечание. Прочерк обозначает отсутствие данных.

Таблица 2

Основной состав пищи (частота встречаемости) и интенсивность ее потребления в различных районах Баренцева моря в сентябре 1992 г., %

Состав пищи	Район о. Надежды		Возвышенность Персея		Новоземельская банка		Район п-ва Адмиралтейства	
	Мойва	Сайка	Мойва	Сайка	Мойва	Сайка	Мойва	Сайка
Копепоиды	94	94	86	36	9	95	41	68
Гиперииды	16	0	16	47	38	0	59	47
Эвфаузииды	66	3	3	16	0	5	0	7
Накормленность, баллы	3,8	1,5	2,1	1,5	0,09	1,0	0,5	1,4
Питавшиеся рыбы, %	100	74	89	90	9	85	40	65

Таблица 3

Питание разновозрастной сайки в основных районах нагула в сентябре 1992 г.

Район нагула	Возраст, лет			
	1+	2+	3+	4+
<b>Частота встречаемости калянуса, %</b>				
Район о. Надежды	100	100	82	100
Возвышенность Персея	65	14	0	0
Новоземельская банка	100	80	-	-
Район п-ва Адмиралтейства	55	89	67	33
<b>Частота встречаемости темисто, %</b>				
Район о. Надежды	0	0	0	0
Возвышенность Персея	0	68	79	100
Новоземельская банка	0	0	-	-
Район п-ва Адмиралтейства	50	28	17	67
<b>Накормленность, баллы</b>				
Район о. Надежды	1,6	1,9	1,3	0,8
Возвышенность Персея	1,6	0,8	3,2	0,8
Новоземельская банка	0,9	0,07	-	-
Район п-ва Адмиралтейства	0,9	1,6	1,8	3,0
<b>Питавшиеся рыбы, %</b>				
Район о. Надежды	81	75	73	50
Возвышенность Персея	83	90	100	50
Новоземельская банка	75	80	-	-
Район п-ва Адмиралтейства	71	51	68	100

Таблица 4

Содержание жира в мышечной ткани мойвы в период нагула в 1992 г., %

Пол	Сентябрь			Начало ноября			Середина ноября		
	Возраст			Возраст			Возраст		
	2+	3+	4+	2+	3+	4+	2+	3+	4+
Самцы	2,9 – 9,3	2,7 – 12,8	-	2,9 – 10,1	2,4 – 11,0	3,8 – 10,2	1,2 – 9,1	3,9 – 13,3	5,5 – 10,5
	5,4	6,6		5,2	7,1	8,1	6,3	7,9	8,0
Самки	1,2 – 7,1	3,3 – 8,5	6,0 – 8,4	2,7 – 10,1	1,6 – 10,4	3,9 – 10,6	3,7 – 8,3	2,3 – 12,3	9,1 – 9,4
	4,8	5,8	6,9	5,7	6,8	7,5	5,9	7,5	9,3



На повышении биомассы *P. minutus* в 1992 г. сказались сезонные изменения в обеспеченности пищей разных видов копепоид. Отмеченная нами вспышка ее численности, связанная с высоким уровнем теплосодержания водных масс Баренцева моря, совпала с ранним опусканием калянуса, обилием динофлагеллят (*Ceratium*), бедностью других видов микроводорослей в районах о. Надежды, возвышенности Персея и Новоземельской банки.

В целом в центральной части Баренцева моря в 1992 г. сложилась неоднозначная ситуация с обеспеченностью мойвы пищей. С одной стороны, благодаря повышенному заносу тепловодного *S. finmarchicus* и широкому распространению холодноводных *C. glacialis* и *M. longa*, а также *P. minutus* общая численность копепоид в начале лета была высокой. С другой – их раннее развитие и интенсивное выедание молодью мойвы и сайки привели к обеднению планктона, особенно в западной и центральной частях моря. Сохранявшаяся до конца августа высокая численность мелких копепоид не могла компенсировать недостаток планктона, поскольку эти виды потребляются подростками личинками многих видов рыб (Тарвердиева М.И., Панасенко Л.Д., Нестерова В.Н. Питание сайки Баренцева моря // Гидробиологические исследования в промысловых районах морей и океанов. М.: Изд-во ВНИРО, 1996, с. 98–109; Карамушко О.В., Карамушко Л.И. Питание и биоэнергетика основных промысловых рыб Баренцева моря на разных этапах онтогенеза. Апатиты: Изд-во КНЦ, 1995, с. 5–148); только *P. minutus* потребляется мелкой мойвой (Пуцаева, 1992). В 1992 г. также отмечалась повышенная численность эвфаузиид и (на востоке) гипериид – кормовых объектов для взрослых рыб.

Характер питания мойвы отражал состояние кормовой базы. В западной части широтной зоны в августе оно еще оставалось стабильным (Orlova E.L., Boitsov V.D., Nesterova V.N. and Ushakov N.G. Composition and distribution of copepods, a major prey of capelin in the central Barents Sea, in moderate and warm years // ICES Journal of Marine Science, 2002. Vol. 59, pp. 1053–1061). Устойчивость питания обеспечивалась за счет потребления *S. finmarchicus*, реже – *C. glacialis* и *S. hyperboreus* крупных размеров (3–6 мм), а также эвфаузиид (*Thysanoessa inermis*). Индексы наполнения желудков изменялись от 2,85 % у мелкой мойвы (9–11 см) до 4,34 % – у более крупной, снижаясь у рыб длиной 15–17 см.

В сентябре характер питания мойвы изменился. В районе о. Надежды отмечались большие различия в питании рыб разных размерных групп на различных глубинах. В связи с созреванием и опусканием калянуса, наиболее слабым было питание в верхнем слое у молоди мойвы 5–7 см, потреблявшей мелких копепоид (накормленность 0,24 %). У рыб до 11 см при небольшом потреблении *S. finmarchicus*, *M. longa*, а также *P. minutus* накормленность увеличивалась до 1,15–1,64 %. Низкий уровень питания мойвы 7–13 см (индекс наполнения желудков – 0,8–0,9 %) при разнообразном составе потребляемых крупных копепоид был отмечен также на глубине 180 м. Только в толще воды (90 м) отмечалось интенсивное потребление мелкой мойвой *S. finmarchicus* (4–4,5 мм), в меньшей степени – *C. glacialis* (5–8 мм), а также эвфаузиид, за счет которых индекс наполнения повысился до 4,41–7,32 %. По мере увеличения доли последних в пище более крупных рыб индекс наполнения возрастал до 9,54–9,84 %.

Однако дальнейшее питание мойвы было нестабильным. На возвышенности Персея, где эвфаузииды отсутствовали, несмотря на потребление разноразмерными рыбами *S. finmarchicus* и *M. longa*, индекс наполнения желудков на всех глубинах не превышал 1 %. Такая же картина наблюдалась на Новоземельской банке, но здесь на глубине 150 м мелкая мойва потребляла *S. finmarchicus*, за счет чего индекс наполнения повысился до 1,70 %. Крупная мойва питалась гипериидами, но ее накормленность оставалась низкой. Наиболее разнообразным было питание мойвы в верхнем слое; при этом у рыб 9–13 см, основной пищей которых служили личинки *Gastropoda*, *S. finmarchicus*, *M. longa*, *P. minutus* и *Oikopleura*, индекс наполнения составил 1,17–1,20 %, а у более крупных, потреблявших *Oikopleura*, – 0,3–0,7 %.

Пищевые взаимоотношения мойвы и сайки в районах их общего откорма прослежены на данных полевого анализа питания в сентябре. В районе о. Надежды сайка не являлась конкурентом мойвы, поэтому питание последней оставалось стабильным. Высокий уровень потребления копепоид и эвфаузиид сопровождался хорошей накормленностью мойвы (табл. 2). У сайки, питавшейся копеподами, накормленность была значительно ниже. Однако ситуация постепенно менялась. Так, в районе возвышенности Персея из рациона мойвы выпали эвфаузииды, а в рационе сайки появились гиперииды; накормленность мойвы изменялась от 0,9 до 2,8 баллов.

Наиболее резкие различия произошли на Новоземельской банке, где концентрировалась основная масса сайки, но были высоки и концентрации мойвы (см. рис. 1). Мойва питалась гипериидами, в результате чего накормленность и количество питавшихся рыб были минимальными. Сайка потребляла копепоид, и ее накормленность из-за недостатка последних также снизилась, но не так резко, как у мойвы. В районе п-ва Адмиралтейства питание мойвы за счет увеличения потребления копепоид и гипериид стабилизировалось, но интенсивность откорма оставалась низкой. Сайка же продолжала интенсивный откорм (см. табл. 2).

Для наиболее многочисленных двухлеток сайки пищей служили копепоиды (табл. 3). Только в районе п-ва Адмиралтейства их дополняли гиперииды. Питание молоди было умеренно стабильным (накормленность – 0,9–1,6 балл., питалось 70–80 % особей). Условия откорма трех – пятилетних рыб были более изменчивыми. Накормленность, несмотря на доминирование копепоид, как и у мойвы, была самой низкой на Новоземельской банке (0,07 балл.), что свидетельствовало и о внутривидовой конкуренции. Были районы, где потребление копепоид было интенсивным, и только в некоторых откорм происходил за счет гипериид, что сопровождалось высокой степенью накормленности (см. табл. 3). Однако гипериид также не хватало, и до 50 % сайки старших возрастов иногда оставались без пищи.

Ограничения в питании мойвы сказались на ее жирности. Максимальной (21 %) жирности мойва достигает в октябре–ноябре. От уровня жирового запаса зависит благополучие зимовки, характер созревания гонад, качество половых продуктов и, соответственно, потомства (Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищевая промышленность, 1972, 383 с.). В отдельные годы из-за низкого уровня жиронакопления замедляется развитие половых продуктов. Содержание жира в мышцах в сентябре 1992 г. составило всего 5,7; в октябре – 6,6 % (в 1983 – 1984 гг., при благоприятных условиях откорма мойвы, – 9–10 %).

Еще более значительными оказались различия у самцов и самок разного возраста (табл. 4), что сказалось на темпах полового созревания. В соответствии с установленным минимальным уровнем жирности, обеспечивающим переход к половому созреванию и составляющим у самцов 8,5–9,3; у самок – 5,6–6,2 % (Оганесян С.А., Дынин Ю.Ф. Зависимость темпа полового созревания от интенсивности жиронакопления у рыб (на примере баренцевоморской мойвы) // Экология, биологическая продуктивность и проблемы марикультуры Баренцева моря/ Тез. докл. 2-й Всесоюз. конфер. Мурманск, 1988, с. 186–188), в сентябре 1992 г. среди трехлетних самок и самцов всего 13 и 3 % особей достигли жирности, обеспечивающей их половое созревание; к октябрю – началу ноября их доля возросла до 33 и 5 % соответственно. В среднем осенью 1992 г. жирность мойвы составляла 12,2 %, а в ноябре – около 13 %, что ниже среднеемноголетних значений (14,6 и 16,7 %).

В итоге весной 1993 г. преднерестовые подходы мойвы к берегам Мурмана были недрожными и растянутыми, что негативно отразилось на ее воспроизводстве (численность поколения 1993 г. была в 5 раз ниже, чем 1991 г., при одинаковом нерестовом запасе) и результатах путины. Вместе с тем довольно интенсивные подходы к берегам и нерест были отмечены в мае–июне. Интенсивный летний нерест отмечался также в 1983, 1984, 1989 и 1995 – 1998 гг. Это свидетельствует о пониженном и/или неравномерном жиронакоплении мойвы в различных районах нагула осенью предшествующих лет.