

УДК 574.522:594.582

Индекс размера пищеварительной железы кальмаров как индикатор их биологического состояния на примере командорского кальмара

Д. О. Алексеев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: shellfish@vniro.ru

Пищеварительная железа (печень) командорского кальмара *Beryteuthis magister*, является основным депо жировых запасов организма. Формализованный индекс размера печени может служить ценным индикатором как индивидуального, так и группового биологического состояния кальмаров. В отличие от индексов наполнения желудка, индекс размера печени позволяет получить оценку условий питания не только в момент поимки, но и за определённый период, предшествовавший поимке кальмаров. Также он позволяет оценить общую обеспеченность энергетическими ресурсами, а также межсезонные и межгодовые различия условий питания кальмаров. В связи с этим определение индекса размера печени включено в рекомендации по стандартному биологическому анализу командорского кальмара во ВНИРО. Выявлены закономерности изменения средних групповых индексов размера печени с ростом, нагулом, созреванием и нерестом кальмаров. Показано наличие различий в динамике средних индексов размера печени между полами. На примере сравнения индексов размера печени между выборками из Берингова моря и северных Курильских островов показано, что отклонения от установленных общих закономерностей изменений индексов размера печени могут использоваться в пространственно-опуляционном анализе командорского кальмара.

Ключевые слова: командорский кальмар *Beryteuthis magister*, пищеварительная железа (печень), биологический анализ, упитанность, условия питания.

ВВЕДЕНИЕ

Пищеварительная железа кальмаров — крупнейший орган пищеварительной системы, обеспечивающий выработку пищеварительных ферментов и являющийся основным депо жировых веществ в организме кальмаров [Зуев, Несис, 1971; Несис, 1982; Bidder, 1996]. Часто он также называется — печень, в том числе в научной литературе; такое название будет использоваться далее для краткости и в настоящей работе. В основном, пищевари-

тельная железа головоногих является объектом исследований с точки зрения ее химического состава и энергетической ценности. В том числе, она рассматривается как источник жиров в пищевых целях или для создания биологически активных добавок [Саяпина и др., 2012; Muthukrishnan et al., 2014]. Имеются работы, в которых аккумулирующую способность печени кальмаров предлагается использовать в качестве индикатора загрязнения [Rodrigo, Costa, 2017].

Гораздо реже печень головоногих привлекает внимание как инструмент оценки биологического состояния её хозяина. Оценки размера печени выполнялись в ходе перуанских и советских исследований промысловой экологии кальмаро-дозидикуса *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) [Tafur et al., 2010], однако в постоянную практику отечественных исследований кальмаров это не вошло. В ходе многолетних исследований командорского кальмара, выполнявшихся нами в Беринговом море и в районе Курильских островов, было обращено внимание на то, что печень кальмара может использоваться как удобный инструмент в оценке как индивидуального, так и группового биологического состояния командорского кальмара, в частности, особенностей его питания.

Одной из особенностей кальмаров является высокий уровень метаболизма и высокая скорость переваривания пищи [Липская, 1986; O'Dor, Wells, 1987], а сильное измельчение пищи кальмарами при её проглатывании не только способствует быстрому перевариванию, но и существенно затрудняет анализ пищевого комка. В результате, несмотря на достаточно большую величину суточных рационов, основная масса исследованных особей командорского кальмара характеризовалась очень невысоким индексом наполнения желудков [Алексеев, Нигматуллин, 1996]. Практически всем моим коллегам, осуществлявшим исследования командорского кальмара известен феномен, когда анализируемые выборки, иногда состоящие преимущественно из особей на стадиях быстрого роста (нагульные) характеризовались очень низким индексом наполнения желудков [Кузнецова, Федорец, 1987]. Возможности оценки интенсивности питания кальмаров посредством оценки размера пищевого комка, столь широко применяемой в ихтиологических полевых анализах, в результате имеют существенные ограничения.

Вместе с тем, печень кальмаров, как орган, в котором накапливаются питательные вещества, может служить индикатором условий питания кальмара за некоторый временной промежуток, предшествующий его поимке, а также уровня обеспеченности особи запасом питательных веществ (упитанности, в отличие от накормленности — показателя, получаемо-

го при анализе наполнения желудка и характеризующего питание кальмара только в момент поимки). Возможности выполнения таких оценок демонстрируются в настоящей работе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценка состояния печени выполнялась сотрудниками ВНИРО в качестве одного из стандартных измерений, осуществляемых при полевом биологическом анализе командорского кальмара. Шкала для оценки размера печени разрабатывалась в ходе работ в июне-сентябре 2016 г. в Беринговом море при проведении биологических анализов 6789 экз. командорского кальмара *Berryteuthis magister* (Berry, 1913).

Первоначально оценивалась масса печени с точностью до 10 мг и относительная масса печени (к массе всего кальмара). Такая оценка достаточно точна, однако массовое взвешивание с указанной точностью оказалось затруднительным при осуществлении полевого биологического анализа в морских условиях. Возможности выполнения работы ограничивались, фактически, только редкими периодами практически полного отсутствия волнения моря. Даже при незначительном волнении точность взвешивания падала, а процедура взвешивания сильно затягивалась.

Визуально различия в размерах печени довольно хорошо различимы. В связи с этим была разработана шкала визуальной оценки размера печени (табл. 1). Опытным путём, как наиболее удобная, была выбрана пятибалльная шкала.

Корректность визуальной оценки была проверена путём параллельного определения массы печени и оценки её размера в баллах на выборке из 348 особей (рис. 1). Первоначально при проведении биологического анализа размеры печени оценивались в баллах по приведённой шкале, затем анализируемый экземпляр и печень взвешивались, и определялась относительная масса печени. Сравнение не было выполнено для редко встречающихся особей с очень маленькой печенью (1 балл). Оценка размера печени в баллах достаточно хорошо соответствовала различиям в массе печени в соответствии с приведённой шкалой определения индекса размера печени. При минимальном навыке визуальная оценка оказы-

Таблица 1. Шкала определения индекса размера печени командорского кальмара в баллах

Индекс размера печени (в баллах)	Описание	Примечание
1	Печень очень маленькая. Длина печени менее 1/3 длины мантии, ширина значительно меньше ширины основания воронки	Масса печени составляет менее 5% массы кальмара, встречается преимущественно у выбойных особей
2	Печень маленькая. Длина печени менее 1/2 длины мантии, ширина примерно равна или немного меньше ширины основания воронки; или длина печени примерно равна 1/2 длины мантии и ширина значительно меньше ширины основания воронки	Масса печени составляет около 5–8% массы кальмара
3	Печень средних размеров. Длина печени около 1/2 длины мантии, ширина примерно равна ширине основания воронки; или длина печени немного меньше 1/2 длины мантии и ширина несколько больше ширины основания воронки	Масса печени составляет около 8–12% массы кальмара. Встречается наиболее часто и, вероятно, этот размер и относительную массу печени следует считать соответствующими «нормальному» состоянию кальмара
4	Печень большая. Длина печени более 1/2 длины мантии, ширина примерно равна или немного больше ширины основания воронки; или длина печени около 1/2 длины мантии и ширина значительно больше ширины основания воронки	Масса печени составляет около 13–20% массы кальмара
5	Печень очень большая. Длина печени заметно больше 1/2 длины мантии, ширина значительно больше ширины основания воронки	Масса печени более 20% массы кальмара. Встречается преимущественно у преднерестовых особей 3–4 стадий. Максимальная известная относительная масса печени у командорского кальмара — 30%

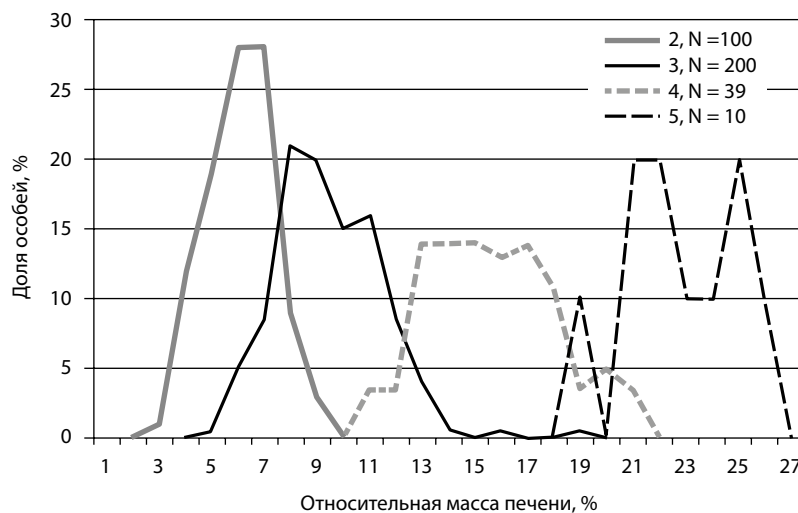


Рис. 1. Результаты визуальной оценки размеров печени кальмаров в баллах (для 2–5 баллов по предлагаемой шкале) в сравнении с относительной массой печени (масса печени к массе кальмара в %)

вается достаточно объективной: в заданные весовые диапазоны укладывается около 90% визуальных оценок, а доля грубых ошибок не превышает 2–3%.

Также были использованы данные исследований на промысловом судне «Тенью-мару № 57» в 1997–1998 г. в Беринговом море (данные биологических анализов 1435 экз. в мае 1997 г., 6230 экз. в сентябре 1997 г., 2685 экз. с мая по октябрь 1998 г.) и на промысловом судне «Иоланта» в августе-октябре 2005 г. с тихоокеанской стороны северных Курильских островов (данные биологических анализов 13600 экз.).

Приводимые ниже данные оценки стадий развития репродуктивной системы выполнены по специализированной шкале для командорского кальмара [Нигматуллин и др., 1996]. Оценки состояния половой системы по более старой 6-балльной шкале [Филиппова, 1983], выполненные в 1996 г., переведены в специализированную шкалу Нигматуллина с соавторами, при этом особи, относимые к 5 стадии зрелости, приводятся без разбивки на подстадии. Упомянутое в тексте деление Берингова моря на районы было принято нами в ходе исследований командорского кальмара в 1993–2001 гг. и применялось нами для исследуемых участков шельфа и шельфового склона. Выделяемые районы: Наваринско-Матвеевский — к востоку от 178° в.д., вплоть до российско-американской границы и к югу от Анадырского залива; восточная часть Олюторско-Наваринского района — от 175° до 178° в.д.; западная часть Олюторско-Наваринского района — от 170° до 175° в.д.; Олюторский залив — в соответствии с принятыми географическими границами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первые результаты применения разработанной шкалы оценки размера печени командорского кальмара были получены в 1996 г. Оценки размеров печени в баллах, осреднённые по месяцам, стадиям зрелости репродуктивной системы и районам показывают наличие общих закономерностей в изменениях среднего балла размера печени (табл. 2). По мере роста и созревания кальмаров сначала наблюдается постоянное увеличение средне-

го балла печени — у самцов до 4, иногда до 5 стадии зрелости; у самок до 3 стадии. У самцов при переходе от 5 к 6 стадии, а у самок при переходе к 4 стадии начинается снижение среднего балла печени. Исходя из этого можно предположить, что у самок существует чёткая дифференциация между нагульным (2–3 стадия) этапом жизненного цикла и этапом созревания (4 стадия) и достижением физиологической зрелости (5 стадия), в то время как у самцов процесс нагула продолжается вплоть до 5 стадии, при этом стадии 2 и 3 являются чисто нагульными, а 4 стадия — одновременно нагула и созревания, и даже при переходе к стадии физиологической зрелости (5) у самцов может продолжаться процесс накопления энергетических резервов. Снижение индекса размера печени у самцов отчётливо наблюдается только при переходе в стадию функциональной зрелости (нереста).

Обращает на себя внимание также тот факт, что по среднему баллу размера печени особи на 1 стадии зрелости у обоих полов практически не отличаются от ювенильных особей. У последних этот показатель иногда даже несколько выше. Вероятно, на ранних стадиях большая часть энергетических поступлений расходуется на быстрый рост, а накопления энергетических запасов в печени практически не происходит.

На стадиях завершения нереста и выбоя (6–2 и 7) средний балл индекса размера печени у самок заметно ниже, чем у самцов. Это связано с тем, что в процессе нереста энергетические затраты самок значительно выше, чем самцов, что и приводит к более активному использованию энергетических запасов печени самками. Практически закончившие нерест самцы (стадия 6–2) все ещё сохраняют некоторые энергетические резервы. Имеет ли это какой-либо биологический смысл — пока неясно.

В июне-сентябре 1996 г. наблюдалось постепенное общее увеличение среднего балла размера печени, особенно хорошо выраженное у наиболее активно питающихся особей 2–5 стадий. Наиболее накормленные особи кальмаров были отмечены в сентябре, в плотном нагульно-преднерестовом скоплении локализованном в квазистационарном круговороте южнее м. Наварин (Олюторско-Наваринский

Таблица 2. Средние индексы размера печени командорского кальмара в Беринговом море в 1996 г. по месяцам и районам (по отчётным материалам научно-исследовательских рейсов на судне «Тенью-мару № 57»)

Пол	Стадия зрелости	Олюторско-Наваринский район, западная часть				Олюторско-Наваринский район, восточная часть				Наваринско-Матвеевский район			
		Июнь	Июль	Август	Сен-тябрь	Июнь	Июль	Август	Сен-тябрь	Июнь	Июль	Август	Сен-тябрь
Самцы	1	3,0	–	3,0	3,0	3,0	–	3,0	2,8	–	2,0	2,3	3,0
	2	–	3,0	3,4	3,0	–	3,7	3,3	3,8	2,5	2,6	3,0	3,6
	3	2,6	–	3,0	–	2,6	2,8	3,5	4,0	2,2	2,7	3,2	3,7
	4	3,2	3,0	3,7	4,0	3,0	3,8	4,0	4,6	2,5	3,0	3,6	3,8
	5	3,5	3,5	3,4	3,8	3,5	3,4	3,6	4,0	2,6	3,0	3,3	3,8
	6–1	2,8	2,7	3,1	3,1	2,8	2,8	3,0	3,6	2,7	2,9	2,8	3,1
	6–2	2,4	2,0	2,4	1,8	2,4	2,4	2,5	–	2,4	2,3	2,3	2,2
7	2,5	–	2,0	2,0	2,5	–	–	–	–	2,0	–	–	
Самки	1	2,6	–	3,3	–	2,6	3,5	3,0	3,3	2,7	2,0	3,3	3,4
	2–1	2,8	3,0	3,6	4,0	2,8	3,1	3,6	3,9	2,6	3,1	3,5	3,8
	2–2	3,3	4,0	3,6	4,0	3,3	3,8	3,9	4,4	3,0	3,5	3,7	3,9
	3	3,3	–	3,8	4,2	3,3	4,0	3,9	4,3	3,4	3,4	3,6	4,0
	4	3,0	–	3,3	3,8	3,0	4,0	3,7	4,3	3,1	3,5	3,3	3,8
	5	2,8	3,0	3,0	3,4	2,8	3,1	3,3	3,8	2,8	2,8	2,6	3,6
	6–1	2,4	2,4	2,2	2,4	2,4	2,3	2,8	2,6	2,6	2,4	2,0	2,3
6–2	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,2	2,0	2,0	2,1	2,0	2,2	2,0	
7	2,0	2,0	1,9	–	2,0	2,0	1,6	–	2,0	2,0	2,0	–	
Ювенильные		3,3	3,0	3,3	–	3,3	–	2,6	–	–	–	–	–
Всего экз.		626	87	1239	580	380	196	383	584	1019	681	345	669

район, восточная часть). Здесь особи 3–4 стадий, составлявшие основу скопления, имели средний балл печени более 4,0. По-видимому, это отражает, с запаздыванием на месяц-полтора, повышенную пищевую активность кальмаров 2–3 стадий зрелости в июле-августе. Именно эти активно питавшиеся кальмары, достигшие к тому времени 3–4 стадии и сконцентрировались в районе южнее м. Наварин на пути к районам нереста в западной части Олюторско-Наваринского района и в Олюторском заливе. Возможно, что высокая упитанность этих кальмаров поддерживалась наличием достаточного количества кормовых объектов в этом круговороте за счёт локального повышения продуктивности.

Результаты определения индекса размера печени в последующие годы показали, что с их помощью можно оценивать межсезонные

и межгодовые изменения условий жизни и питания кальмаров, которые в конечном счёте сказываются на накоплении кальмарами в процессе онтогенеза энергетических резервов, сохраняемых в печени. Так, сравнение данных 1997 и 1998 гг. показало, что в мае 1998 г. упитанность всех онтогенетических групп кальмара была выше, чем в 1997 г. (рис. 2). Основу уловов в этот период составляли зрелые кальмары весеннего нереста и молодь и нагульные особи осеннего нереста.

Сравнение данных сентября в те же годы показало обратную картину: средний балл размера печени всех функциональных групп в 1998 г. оказалась ниже, чем в 1997 г. Основу уловов в это время составляли подходящие к районам нереста и концентрирующиеся там особи осенненерестующей группировки. На основании этих результатов был сделан вывод,

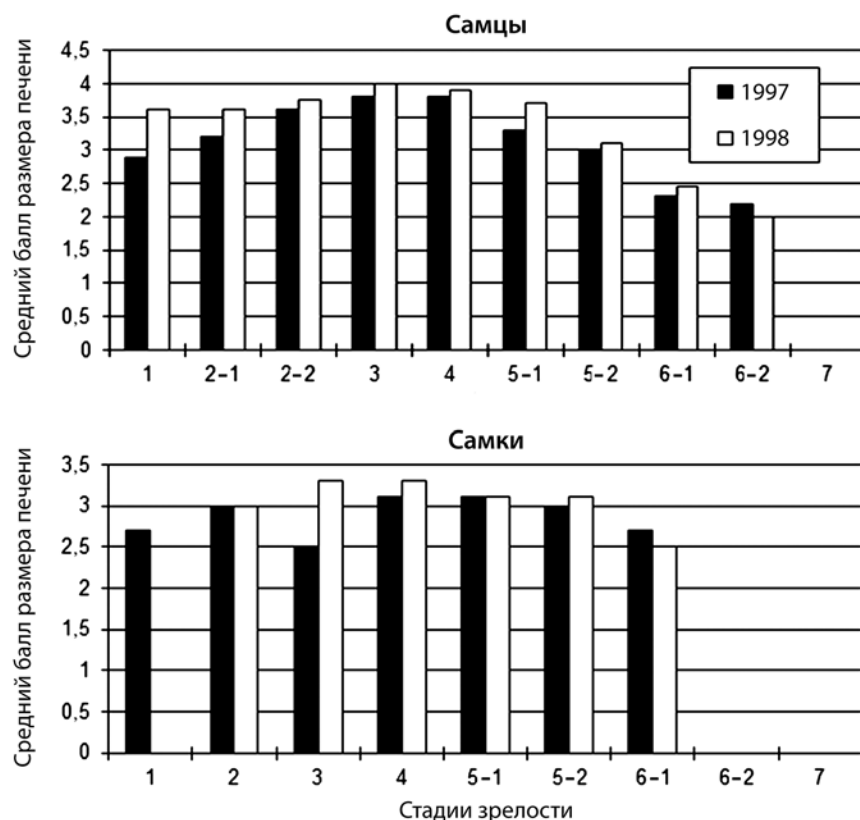


Рис. 2. Средний индекс размера печени командорского кальмара в Олюторском заливе в мае 1997 г. (N=1435) и 1998 г. (N=303) (по отчетным материалам научно-исследовательских рейсов на судне «Тенью-мару № 57»)

что в 1998 г., по сравнению с 1997 г., существовали более благоприятные условия нагула кальмаров в весенний период. К сентябрю картина изменилась на противоположную — условия нагула кальмаров в летние месяцы 1998 г. оказались заметно хуже, чем в 1997 г., когда были отмечены рекордные значения средних индексов размеров печени (рис. 3).

Было также выполнено сравнение общего характера изменений индексов в разных географических районах. При оценке роли северных Курильских островов в пространственно-функциональной структуре популяций командорского кальмара, кроме анализа данных о динамике онтогенетических групп кальмара [Алексеев, 2007], было обращено внимание на отличия в соотношении средних индексов размера печени у разных онтогенетических групп кальмаров и их изменение во времени. Для сравнения были взяты данные о динамике индекса печени в Олюторском заливе Берингова моря в 1998 г. с августа, когда нача-

лось формирование нерестовых скоплений, по октябрь (разгар нереста), а также материалы, собранные в те же месяцы 2005 г. с океанской стороны северных Курильских островов.

В северо-западной части Берингова моря выявлены сезонные изменения биологического состава уловов с постепенной сменой ранней молодежи на нагуливающих кальмаров, появлением зрелых особей, появлением и нарастанием доли нерестящихся особей и, наконец, резкое падение численности кальмаров после окончания нереста [Бизиков, 1996]. Это позволило построить достаточно правдоподобную и непротиворечивую схему пространственно-функциональной структуры берингоморской популяции [Алексеев, 2012]. При этом с одной стороны, сохраняется достаточно постоянное соотношение средних индексов размера печени, как это было описано выше, а с другой стороны происходят закономерные изменения, связанные с нарастанием числа нерестящихся особей и постепенным расходом резервов пи-

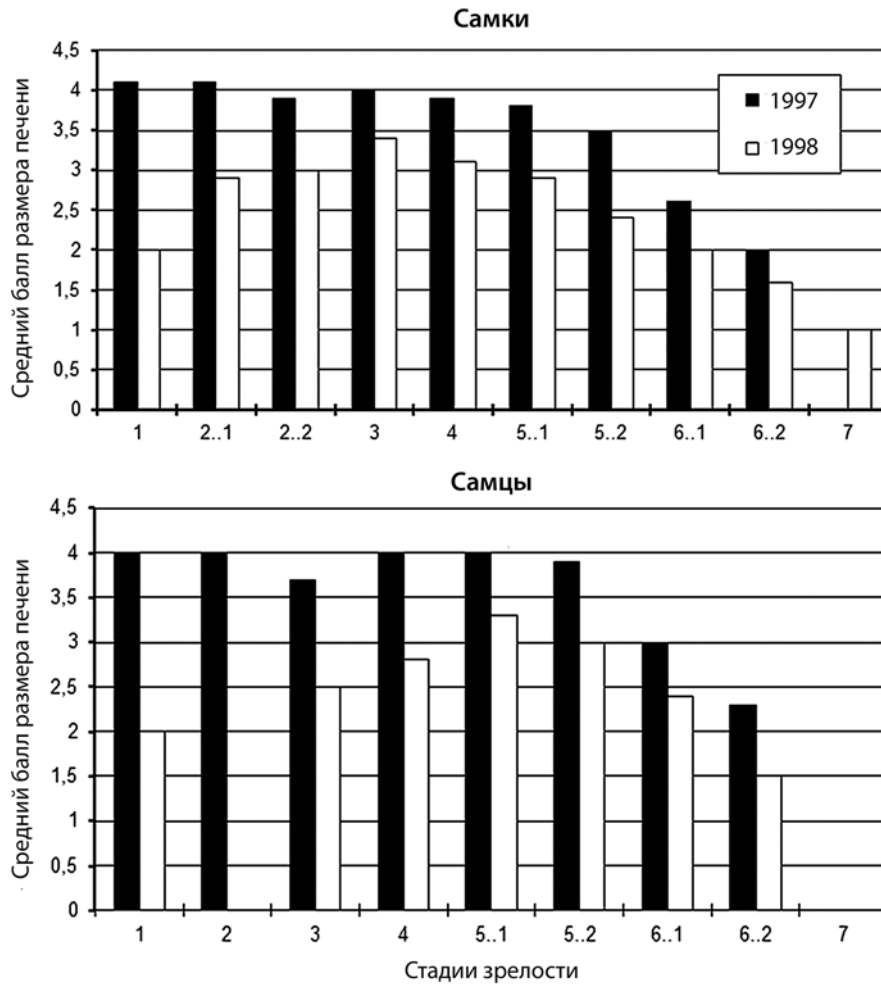


Рис. 3. Средний индекс размера печени командорского кальмара в Олюторском заливе в сентябре 1997 г. (N=6230) и 1998 г. (N=1439) (по отчётным материалам научно-исследовательских рейсов на судне «Теньюмару № 57»)

тательных веществ нерестящимися кальмарами (рис. 4). В пределах каждой из онтогенетических групп (стадий зрелости) с ходом нереста наблюдается постепенное снижение среднего индекса размера печени.

С тихоокеанской стороны Северных Курильских островов, в отличие от Берингова моря, наблюдается отсутствие закономерных изменений. Это во многом обусловлено тем, что через район постоянно мигрируют, преимущественно, растущие неполовозрелые кальмары [Алексеев, 2007]. Состояние репродуктивной системы этих кальмаров должно бы соответствовать периоду активного нагула и роста, однако этих кальмаров трудно назвать нагуливающимися. Определяемые при био-

логическом анализе индексы размера печени отстают от тех, которые наблюдались у кальмаров на тех же стадиях зрелости в основе ареала в Беринговом море в 1998 г. Картина соотношения средних индексов для разных онтогенетических групп оказывается смазанной — у самцов с 3 по 5–2, а у самок со 2–2 по 5–1 стадии зрелости изменения среднего индекса размера печени крайне незначительны, не происходит и направленного снижения средних индексов с течением времени. Встречающиеся единично отнерестившиеся особи (6–2 и 7 стадии) имеют более высокий индекс размера печени, чем в районах нереста в Беринговом море. Всё это в комплексе позволило сделать вывод о том, что вдоль тихоокеанской

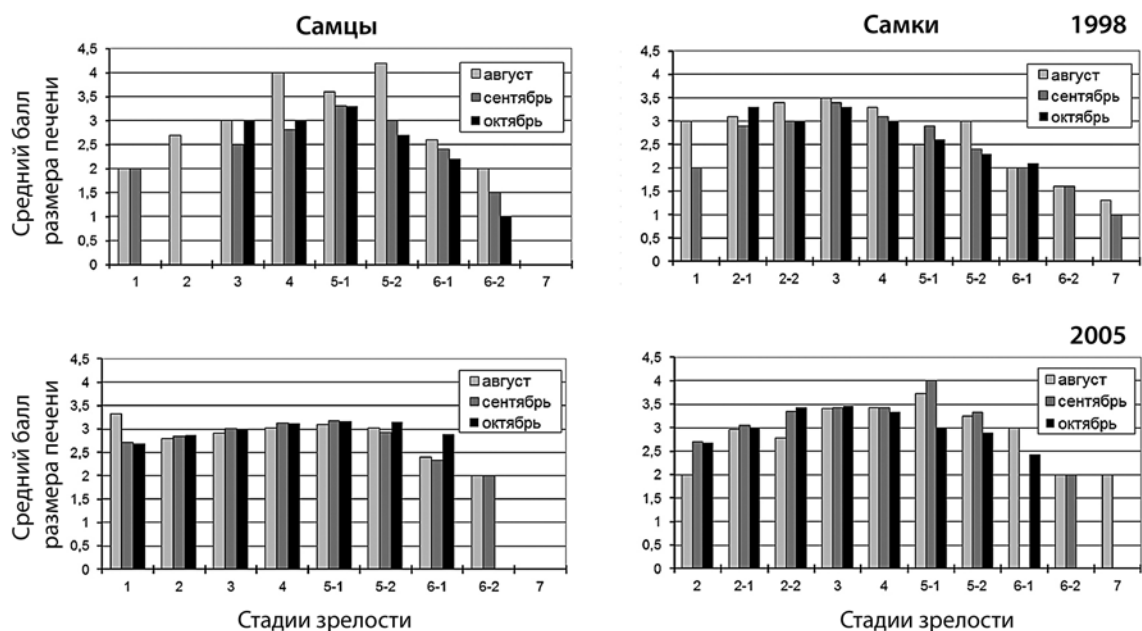


Рис. 4. Изменения средних значений индекса размера печени командорского кальмара в северо-Западной части Берингова моря (август — октябрь 1998 г., N=2382) и у северных Курильских островов (август — октябрь 2005 г., N=13600) по полам и стадиям зрелости (по отчётным материалам научно-исследовательских рейсов на судне «Тенью-мару № 57»)

стороны Курильских островов кальмары постоянно мигрируют, не имея при этом условий для полноценного нагула, что может быть дополнительным подтверждением того, что они оказались за пределами естественного для них миграционного цикла. Следовательно, можно предположить, что, с точки зрения пространственно-функциональной структуры ареала, эти кальмары находятся в зонах стерильного выселения своих популяций [Алексеев, 2012].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отличие от индексов наполнения желудков, уже традиционно используемых в биологических анализах командорского кальмара [Алексеев, Нигматуллин, 1996, 2000; Федорцев и др., 1997, и др.], оценка состояния печени (в простейшем случае — её массы или размера) может дать представление об условиях откорма животного не только непосредственно перед поимкой, но и в течение некоторого промежутка времени, в течение которого происходило накопление энергетических резервов в печени кальмара. При сравнении групповых индексов печени кальмаров, пойманных в раз-

ные периоды можно получить информацию о межсезонных, межгодовых различиях в состоянии тех или иных совокупностей особей (межсезонных когорт, нерестовых или нагульных группировок, популяций и пр.). В настоящий момент достаточно разработана шкала индексов размера печени только для командорского кальмара. В силу различий в биологии разных видов кальмаров, она может оказаться неприменимой для других видов. Однако на основе приведённой информации аналогичные шкалы индексов размера печени могут быть легко разработаны и для других видов кальмаров.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю благодарность О. А. Хорошутинной, принимавшей участие в обработке массива данных биологических анализов командорского кальмара в Беринговом море.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев Д. О. 2007. Роль Северных Курильских островов в функциональной структуре ареала популяций командорского кальмара *Berryteuthis*

- magister* (Berry, 1913) // Труды ВНИРО. Т. 147. С. 246–265.
- Алексеев Д. О. 2012. О возможных подходах к эксплуатации запасов командорского кальмара *Berryteuthis magister* с учётом функциональной структуры ареалов его популяций // Мат. Всерос. науч. конф. посвящённой 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО» (Петропавловск-Камчатский, 26–27 сентября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 249–257.
- Алексеев Д. О., Нигматуллин Ч. М. 1996. Питание командорского кальмара в Олюторско-Наваринском районе // Промысловые аспекты биологии командорского кальмара и рыб склоновых сообществ в западной части Берингова моря: Научные итоги берингоморской экспедиции ВНИРО в 1993–1995 гг. по программе совместных российско-японских научных исследований командорского кальмара в Беринговом море (Биоресурсы морей России). М.: Изд-во ВНИРО. С. 40–43.
- Алексеев Д. О., Нигматуллин Ч. М. 2000. Питание командорского кальмара *Berryteuthis magister* и его роль в питании некоторых массовых видов рыб западной части Берингова моря // Морские моллюски. Вопросы таксономии, экологии и филогении. Автореф. докл. 5 (14) совещания по изучению моллюсков, Санкт-Петербург, 27–30 ноября 2000 г. С. 17–18.
- Бизиков В. А. 1996. Сезонная и межгодовая изменчивость размерно-половой и возрастной структуры уловов командорского кальмара // Промысловые аспекты биологии командорского кальмара и рыб склоновых сообществ в западной части Берингова моря: Научные итоги берингоморской экспедиции ВНИРО в 1993–1995 гг. по программе совместных российско-японских научных исследований командорского кальмара в Беринговом море (Биоресурсы морей России). М.: Изд-во ВНИРО. С. 144–145.
- Зуев Г. В., Несис К. Н., 1971. Кальмары (биология и промысел) // М.: Пищевая промышленность. 362 с.
- Кузнецова Н. А., Федорцеу Ю. А. 1987. О питании командорского кальмара *Berryteuthis magister* // Биология моря. № 1. С. 71–73.
- Липская Н. Я. 1986. Возможная величина суточных рационов у эпипелагических кальмаров // Ресурсы и перспективы использования кальмаров Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО. С. 154–163.
- Несис К. Н. 1982. Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. М.: Легкая и пищевая промышленность. 360 с.
- Нигматуллин Ч. М., Лаптиховский В. В., Сабиров Р. М. 1996. Репродуктивная биология командорского кальмара // Промысловые аспекты биологии командорского кальмара и рыб склоновых сообществ в западной части Берингова моря: Научные итоги берингоморской экспедиции ВНИРО в 1993–1995 гг. по программе совместных российско-японских научных исследований командорского кальмара в Беринговом море (Биоресурсы морей России). М.: Изд-во ВНИРО. С. 103–124.
- Саяпина Т. А., Чупкиова Е. С., Бояркина Л. Г., Касьянов С. П., Ковековдова Л. Т. 2012. Технологическая характеристика северного кальмара (*Boreoteuthis borealis*) Охотского моря — перспективного объекта промысла // Известия ТИНРО. Т. 169. С. 212–220.
- Филиппова Ю. А. 1983. Рекомендации по изучению головоногих моллюсков. М., ВНИРО. 28 с.
- Bidder, A. M. 1966. Feeding and digestion in cephalopods // Physiology of Mollusca, Vol. 2. NY: Academic Press. P. 97–124.
- Muthukrishnan K. R., Ramasubramanian V., Vairamani S., Shanmugam A. 2014. Studies on the lipid composition of liver (digestive gland) oil of cuttlefish *Sepia prashadi* (Winckworth, 1936) // International Research Journal of Pharmacy. № 5 (4). P. 306–312.
- O'Dor R. K., Wells M. J. 1987. Energy and nutrient flow // Cephalopod life cycles. Vol. 2. London: Academic Press. P. 109–133.
- Rodrigo A. P., Costa P. M. 2017. The role of the cephalopod digestive gland in the storage and detoxification of marine pollutants // Frontiers in physiology. Vol. 8. Article 232. 2017. 9 p.
- Tafur R., Argelles J., Nigmatullin Ch. 2010. Variation of digestive gland index related to gonadal maturation of *Dosidicus gigas* in Peruvian waters // 5th International Symposium on Pacific Squids 2010 (October 13–15 2010, La Paz, Baja California Sur. Mexico). La Paz: CIBNOR. P. 68.

REFERENCES

- «KamchatNIRO» (Petropavlovsk-Kamchatskij, 26–27 sentyabrya 2012 g.). Petropavlovsk-Kamchatskij: KamchatNIRO. P. 249–257.
- Alekseev D. O., Nigmatullin Ch.M. 1996. Pitanie komandorskogo kal'mara v Olyutorsko-Navarinском rajone [Feeding of schoolmaster squid in the Olutorsk-Navarin Area] // Promyslovye aspekty biologii komandorskogo kal'mara i ryb sklonovyh soobshchestv v zapadnoj chasti Beringova morya: Nauchnye itogi beringovomorskoj ehkspeditsii VNIRO v 1993–1995 gg. po programme sovmestnyh rossijsko-yaponskih nauchnyh issledovaniy komandorskogo kal'mara v Beringovom more (Bioresursy morej Rossii). M.: Izd-vo VNIRO. P. 40–43.
- Alekseev D. O., Nigmatulin Ch.M. 2000. Pitanie komandorskogo kal'mara *Berryteuthis magister* i ego rol' v pitanii nekotoryh massovyh vidov ryb zapadnoj chasti Beringova morya [Feeding of schoolmaster squid *Berryteuthis magister* in and its role in diets of common nectonic fishes in the Western Bering Sea] // Morskije mollyuski. Voprosy taksonomii, ehkologii i filogenii. Avtoref.dokl. 5 (14) soveshchaniya po izucheniyu mollyuskov, Sankt-Peterburg, 27–30 noyabrya 2000 g. P. 17–18.
- Bizikov V. A. 1996. Sezonnaya i mezhgodovaya izmenchivost' razmerno-polovoj i vozrastnoj struktury ulovov komandorskogo kal'mara [Seasonal and interannual variability of size and age composition of catches of schoolmaster squid] // Promyslovye aspekty biologii komandorskogo kal'mara i ryb sklonovyh soobshchestv v zapadnoj chasti Beringova morya: Nauchnye itogi beringovomorskoj ehkspeditsii VNIRO v 1993–1995 gg. po programme sovmestnyh rossijsko-yaponskih nauchnyh issledovaniy komandorskogo kal'mara v Beringovom more (Bioresursy morej Rossii). M.: Izd-vo VNIRO. P. 144–145.
- Zuev G. V., Nesis K. N. 1971. Kal'mary (biologiya i promysel) [Squids (biology and fishery)] // M.: Pishchevaya promyshlennost'. 362 p.
- Kuznetsova N. A., Fedorets Yu. A. 1987. O pitanii komandorskogo kal'mara *Berryteuthis magister* [On feeding of commander squid *Berryteuthis magister*] // Biologiya morya, № 1. P. 71–73.
- Lipskaya N. Ya. 1986. Vozmozhnaya velichina sutochnyh ratsionov u ehpielagicheskikh kal'marov [Possible daily diets of epipelagic squids] // Resursy i perspektivy ispol'zovaniya kal'marov Mirovogo okeana. M. Izd-vo VNIRO. P. 154–163.
- Nesis K. N. 1982. Kratkij opredelitel' golovonogih mollyuskov Mirovogo okeana. Legkaya i pishhevaya promyshlennost' [Abridged key to the cephalopod molluscs of the World's oceans]. M. 360 h.
- Nigmatullin Ch.M., Laptihovskij V. V., Sabirov R. M. 1996. Reproduktivnaya biologiya komandorskogo kal'mara [Reproductive biology of schoolmaster squid] // Promyslovye aspekty biologii komandorskogo kal'mara i ryb sklonovyh soobshchestv v zapadnoj chasti Beringova morya: Nauchnye itogi beringovomorskoj ehkspeditsii VNIRO v 1993–1995 gg. po programme sovmestnyh rossijsko-yaponskih nauchnyh issledovaniy komandorskogo kal'mara v Beringovom more (Bioresursy morej Rossii). M.: Izd-vo VNIRO. P. 103–124.
- Sayapina T. A., CHupikova E. S., Boyarkina L. G., Kas'yanov S. P., Kovekovdova L. T. 2012. Tekhnologicheskaya harakteristika severnogo kal'mara (*Boreoteuthis borealis*) Ohotskogo morya — perspektivnogo ob'ekta promysla [Technological characteristics of northern squid (*Boreoteuthis borealis*) from the Bering Sea as a prospective object of fishery] // Izvestiya TINRO. T. 169. P. 212–220.
- Filippova Yu. A. 1983. Rekomendacii po izucheniyu golovonogih mollyuskov [Manual on examination of cephalopod molluscs]. M.: VNIRO. 28 p.

Поступила в редакцию: 28.08.2017 г.

Принята к публикации: 11.09.2017 г.

Size index of squids digestive gland as indicator of their biological condition with an example of Schoolmaster squid

D. O. Alexeyev

Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

A digestive gland of schoolmaster squid *Berryteuthis magister* is the basic repository organ for lipids. Formalized index of digestive gland size may be used as useful indicator for the both individual and collective biological condition of squids. In contrast with stomach size indexes, digestive gland size index gives opportunity to estimate conditions of feeding for some period, not only immediately before squids catch. It also allows estimation of the total feeding resources sufficiency, and also interseasonal and interannual terms of feeding of squids. By this reason estimation of squid digestive gland index is included in recommendations for standard biological analysis for schoolmaster squid in VNIRO. Regularities of average digestive gland size indexes changes in relation with growth, feeding, maturation and spawning found. Differences in average digestive gland indexes dynamics between sexes was shown. Possibility of use of divergence from regular digestive gland indexes dynamics for analysis of spatial analysis of schoolmaster squid populations is shown on the example of comparison of samples from the Bering Sea and North Kurile Islands.

Key words: schoolmaster squid *Berryteuthis magister*, digestive gland, biological analysis, fatness, conditions of feeding.