

холодания (Световидов, 1940). Световидов (1940) склоняется ко второй версии времени заселения Тихого океана треской, т.е. в межледниковый период, когда она проникла сюда вокруг Северной Америки (Световидов, 1940), то есть ее распространение шло с севера на юг.

В данном контексте более древними должны считаться северные популяции трески, но с учетом палеогеологических событий, можно предположить, что в периоды последующих похолоданий треска покидала северные территории ареала и заселяла более южные районы ареала. И, возможно, вторичное заселение северной части ареала, после наступления нового потепления, уже происходило из южных рефугиумов. По-видимому, это и объясняет более выраженную дифференциацию южной части ареала трески, чем северной части.

Однако все вышеизложенные предположения не исключают и влияния других факторов (например, особенности биологии трески или недостаточная изученность ее популяционно-генетической структуры) на формирования сходства картин популяционной структуры кеты и тихоокеанской трески. Для более четких заключений требуется дальнейшее исследование популяций трески, более детальное изучение структуры популяций этого вида на азиатском ареале и расширение набора микросателлитных локусов для более устойчивой оценки.

*Работа поддержана грантами РФФИ №08-04-0045а, Программ президиума РАН «Генофонды и био-разнообразие».*

### Литература

Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В., Малинина Т.В., Животовский Л.А., 2008а. Межрегиональная дифференциация Азиатской кеты // Тезисы докладов международной конференции «Генетика, селекция, гибридизация, племенное дело и воспроизводство рыб», С.-П., 10–12 сентября, с. 11.

Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В., Малинина Т.В., Животовский Л.А., 2008б. Межрегиональная дифференциация кеты Сахалина и Южных Курил по микросателлитным локусам // Генетика, том 44, №7, с.956–963

Бурякова М.Е., Шитова М.В., Орлов А.М. 2009. Микросателлитная изменчивость тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* Tilesius (Gadidae) // Материалы конференции молодых ученых Биосфера земли: назад в будущее. Екатеринбург, апрель (в печати).

Варнавская Н. В., 2006. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Изд-во КамчатНИРО., Петропавловск-Камчатский, 488 с.

Линдберг Г.У., 1972. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Л.; Наука. 548с.

Полякова Н.Е., Семина А.В., Брыков В.А. 2006. Изменчивость митохондриальной ДНК кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) и ее связь с палеогеологическими событиями в северо-западной части пифики // Генетика, том 42, №10, с.1388–1396.

Салменкова Е. А., Омельченко В. Т., Алтухов Ю.П. 1992. Геногеографическое исследование популяций кеты, *Oncorhynchus keta* (Walbaum), в Азиатской части видового ареала // Генетика, т. 28, №1. С. 76–92.

Световидов А.Н. 1940. О географическом распространении тресковых и других семейств *Gadiformes* // Бюллетень М. О-ва Исп. Природ. Отд. Биологии. Т. XLIX(1). С.50–59.

Zhivotovsky L.A., Afanasiev K.I., Rubtsova G.A., Shitova M.V., Malinina T.V., Rakitskaya T.A., Prokhorovskaya V.D., Chereshev I.A., Bachevskaya L.T., Brykov V.A., Kovalev M.Yu., Shevljakov E.A., Fedorova L.K., Borzov S.I., Pogodin V.P., Kaev A.M., Sidorova S.V., 2009. Differentiation of Asian populations of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) at microsatellite loci // Presentation abstracts, February, p. 22, <http://www.stateofthesalmon.org/conference2009>.

## РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ И ЛИПИДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ У АМФИПОД БЕЛОГО МОРЯ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ

Г.А. Шкляревич<sup>1</sup>, В.В. Богдан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Петрозаводский Государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

<sup>2</sup>Учреждение Российской академии наук Институт биологии

Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

e-mail: gash@psu.karelia.ru

Для Белого моря, как и для всех северных морей, особенно актуальна проблема устойчивого развития прибрежных экосистем, которые являются наиболее продуктивными, но и особо уязвимыми. Для исследования изменений в функционировании экосистем литорали эколого-биологические

исследования являются неотъемлемой частью мониторинговых работ. При этом амфиподы, обладая такими биологическими особенностями как: короткий жизненный цикл, довольно высокая плодовитость, быстрая смена поколений, незначительные перемещения в пространстве, представляют удобный и информативный объект для биотестирования Белого моря.

Исследования проведены на заповедной, беломорской части акватории Кандалакшского государственного природного заповедника (рис. 1.)



Карта-схема Кандалакшского залива с границами охраняемых территорий и акваторий Кандалакшского государственного природного заповедника и указанием мест сбора материала для данной работы.

Изучали размерные характеристики литоральных амфипод Кандалакшского берега Белого моря (преимущественно *Lagunogammarus oceanicus*) в разных условиях обитания. Параллельно определяли липидный состав особей. Для гидробионтов показана важная роль липидов в процессах роста, созревания и развития. Причем отмечалась прямая зависимость между размерами (возрастом) и количеством липидов у большинства видов рыб. Однако связь между увеличением массы тела и накоплением липидов не всегда однозначна (Шульман, 1978).

#### Материал и методы

Каждый гаммарус после обсушивания на фильтровальной бумаге взвешивался на торсионных весах с точностью до 1 мг. Длина каждой особи определялась от переднего края головы (рострума) до основания тельсона с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Экземпляры с длиной тела менее 20 мм измерялись под биноклем с помощью окуляр-микрометра.

Для определения липидного состава сборные пробы амфипод (20–30 экз.) фиксировали 96%–ным этанолом. Липиды экстрагировали из фиксированного материала смесью хлороформа с метанолом (2:1). Фракционирование липидов проводили методом тонкослойной хроматографии. Количественно липидные фракции определяли гидроксаматным методом (Сидоров и др., 1972). Разделение основных классов фосфолипидов осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (Arduini et al., 1996).

#### Результаты

Анализ размерных характеристик амфипод из разных мониторинговых полигонов показал, что средние размеры амфипод несколько отличались. В содержании липидов также отмечены значительные колебания. Самые крупные экземпляры *L. oceanicus* обнаружены в 2001 и 2004 гг. на

литорали о. Лувеньга, о. Телячий и о. Ряжков. При этом в пробах из этих районов отмечалось большее содержание общих липидов (12,6, 10,2 и 9,9% от сухой массы, соответственно), чем у амфипод из других зон. Ранее для разных видов гидробионтов также показано, что количество липидов у крупных особей в основном выше, чем у мелких. Обусловлено это увеличением преимущественно уровня мембранных фосфолипидов (табл.). Среди индивидуальных фосфолипидов отмечалось увеличение содержания фосфатидилэтаноламина (ФЭА) и снижение лизофосфатидилхолина (ЛФХ). С увеличением размеров повышалось и содержание – триацилглицеринов. У рыб с возрастом также показано увеличение доли запасных липидов.

При сравнении распределения амфипод в разные сезоны года также отмечены различия в выраженности разных размерных групп в популяциях *L. oceanicus*. Так, на острове Ряжков в сентябре (2001 г.) преобладали размерные классы от 23 до 28мм., а в июле (2004 г.) от 15 до 23 см. При этом содержание липидов в пробах осенних амфипод составляло 9,9%, а летних – 6,7%. Указанные сезонные различия в размерах и соответствующем количестве липидов обусловлены тем, что в течение одного периода размножения амфиподы могут давать до трех-четырёх генераций. Период активного размножения начинается весной и заканчивается в августе, поэтому в сентябрьских пробах почти полностью отсутствуют ювенильные особи. Летом же популяция находится в стадии активного размножения и картина представляется несколько сглаженной из-за наличия нескольких генераций, например, самой крупной, но малочисленной весенней, и больших по численности, но меньших по размеру нескольких летних. Это обуславливает и изменчивость в уровне общих липидов и особенно фосфолипидов.

Проведенное сравнение морфометрических характеристик осенних амфипод из районов в черте г. Кандалакша, Лупчострова, Малого показало значительное уменьшение процента размерных классов больше 20 мм, чем, например, на литорали о. Ряжков (рис.2).

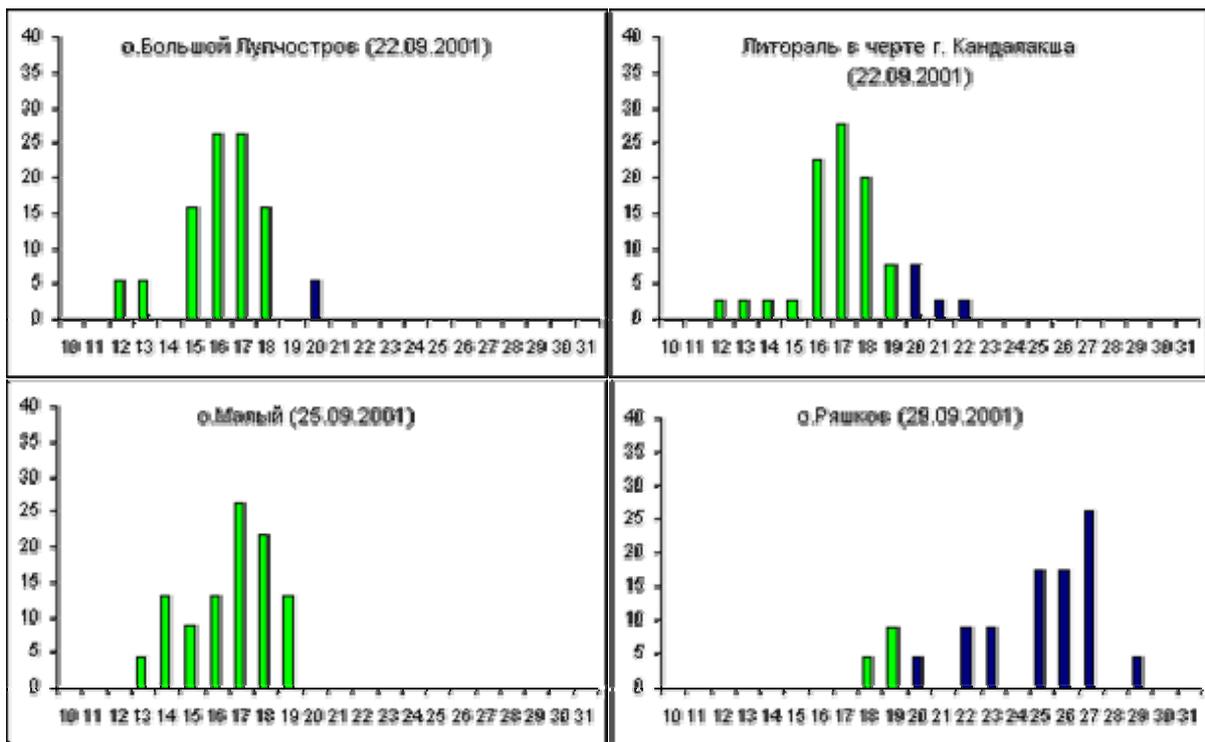


Рис. 2. Изменения размеров амфипод в различных по степени чистоты и загрязнения районах Кандалакшского залива Белого моря в осенний сезон

Наиболее мелкие амфиподы преобладали в кустовой загрязненной части залива – на о.Малый. Результаты липидного анализа особей из этих точек показали пониженный уровень липидов у амфипод по сравнению с особями из сравнительно чистой зоны – о. Ряжкова. При этом амфиподы литорали о. Малый содержали наименьшее количество липидов и, в частности, фосфолипидов –

структурных компонентов клеточных мембран (табл.). Из индивидуальных фосфолипидных фракций наибольшее снижение отмечено для фракции ФЭА. Преобладание в указанных выше районах мелких особей, содержащих значительно меньше структурных липидов, вероятно, является результатом значительного антропогенного загрязнения Кандалакшского залива. Однако, как видно, наибольшее снижение размерных характеристик и липидных показателей происходило у литоральных амфипод в районе о. Малый в условиях значительного нефтяного воздействия. Снижение темпов соматического роста могло происходить не только за счет дефицита структурных липидов, но и белковых компонентов мембран, что обнаружено нами как у особей на литорали о. Малый, так и о. Олений, характеризующейся сильным загрязнением нефтеуглеводородами (выше ПДК) по сравнению с чистой зоной (Богдан и др., 2005).

**Липидный состав амфипод из разных районов Белого моря (в % к сухой массе)**

| Район / Показатели | Общие липиды | Фосфолипиды |
|--------------------|--------------|-------------|
| о. Лупчостров      | 7,0          | 4,7         |
| г. Кандалакша      | 8,7          | 6,0         |
| о. Малый           | 5,7          | 2,8         |
| о. Ряжков          | 9,9          | 7,1         |
| о.Телячий          | 10,2         | 8,8         |
| Лувеньга           | 12,6         | 11,4        |

Таким образом, несмотря на некоторую неравномерность распределения размерных групп амфипод по биотопам Белого моря, при сопоставлении размерных характеристик и липидного состава амфипод наблюдается прямая зависимость между частотой встречаемости разных размерных групп амфипод и содержанием общих и мембранных липидов. При этом сезонные различия в размерных и липидных показателях особей связаны, в основном, с неоднородностью популяции по возрасту. Между тем их изменчивость у амфипод в разных мониторинговых полигонах Белого моря во многом обуславливается изменением темпов соматического роста вследствие различных токсических нагрузок. Такая же закономерность была обнаружена в популяциях рыб при антропогенных воздействиях в условиях Кольского Севера, которая проявлялась в сжимании структурных рядов: размерных, возрастных, нерестовых (Моисеенко, 1999).

**Литература**

Богдан В.В., Крупнова М.Ю., Шкляревич Г.А. 2005. Влияние нефти на липидный и белковый обмен у амфипод Белого моря // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Вологда. С. 59–61.

Моисеенко Т.И. 1999. Стратегия адаптивных ответов организмов и популяций рыб на антропогенный стресс // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии. Петрозаводск. С. 143.

Сидоров В.С., Лизенко Е.И., Болгова О.М., Нефедова З.А. 1972. Липиды рыб. I. Методы анализа // В кн.: Лососевые (*Salmonidae*) Карелии. Петрозаводск. С. 152–163.

Шульман Г.Е. 1978. Липиды и их использование при плавании рыб // Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб. Киев. С. 100–121.

Arduini A., A. Peschiera, S. Dottori, A. Sciaroni, F. Serafini, M. Calvani. 1996. High performance liquid chromatography of long-chain acylcarnitine and phospholipids in fatty acid turnover studies // J. of Lipid Research. V.37. P. 684–689.

**MORPHOMETRIC FEATURES AND LIPIDS COMPOSITION OF WHITE SEA AMPHIPODS DURING AN ECOLOGICAL FACTORS**

**G.A. Schkljarevitch<sup>1</sup>, V.V. Bogdan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, e-mail: gash@psu.karelia.ru

<sup>2</sup> Institute of Biology, Karelians Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

The effect of ecological factors on size classes and lipids composition of White Sea amphipods was investigated. The results of the works showed change with size and age amphipods in different anthropogenic loading.