

УДК: 575.23:582.951.4

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ОСОБЕЙ СТАРШИХ КОПЕПОДИТНЫХ СТАДИЙ В ПРИРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ БАЙКАЛЬСКОЙ ЭПИШУРЫ

© 2013 О.О. Русановская, Е.Л. Ермаков

Научно-исследовательский институт биологии при
Иркутском государственном университете

Поступила в редакцию 26.03.2013

Исследована сезонная динамика трёх морфометрических признаков у самок и самцов VI, V и IV копеподитных стадий природной популяции *Epischura baicalensis* из Южного Байкала. По длине цефалотораса сезонная динамика специфична: у самцов и самок VI и IV стадий весной и летом значения признака ниже, чем осенью и зимой; у особей V стадии, наоборот, в весенне-летний период значения признаков выше, чем осенне-зимний. По длине каудальной щетинки и длине пятой пары плавательных ног по большинству возрастно-половых категорий весной и летом значения признаков выше, чем осенью и зимой. Полученные данные позволяют предполагать существенное влияние селекционных факторов на сезонную динамику размеров тела *E. baicalensis*.

Ключевые слова: *Epischura baicalensis*, морфометрический признак, сезонная динамика, природная популяция, копеподитные стадии, Байкал, цефалоторакс, каудальная щетинка, плавательные ноги

Тематика морфологических исследований в биологии включает несколько направлений, среди которых можно выделить таксономическое и популяционное. Большинство работ, посвящённых морфологии байкальского эндемичного зоопланктонного ракообразного *Epischura baicalensis* Sars 1900 отдаёт явное предпочтение первому направлению [1, 3]. Популяционные исследования морфологии байкальской эпишуры имеют фрагментарный характер и не лишены противоречий [2, 3, 7]. Например, каковы факторы и механизмы, определяющие сезонную динамику размеров тела особей *E. baicalensis*? Согласно классической интерпретации, сезонные различия в размерах тела между «зимним» и «летним» поколениями у взрослых самок и науплий эпишуры [1] определяется исключительно влиянием экологических факторов, преимущественно температуры, а селекционно-генетические процессы не имеют к этому никакого отношения. Эффективным способом прояснить проблему могло стать исследование сезонной динамики комплекса количественных морфологических признаков у особей обоего пола и нескольких

стадий *E. baicalensis*. Именно такую задачу мы и поставили при организации настоящей работы, выдвинув встречную гипотезу, согласно которой модификационно-экологическое влияние температуры на сезонную динамику размеров тела старших копеподитных стадий и взрослых рачков обоего пола сильно преувеличено, некоторое воздействие на неё оказывают селекционные процессы.

Материалы и методы. Материалом данного исследования стали сезонные зоопланктонные пробы, которые отбирали 28 мая, 21 июля, 19 ноября и 2 декабря 2004 г. в пелагиали Южного Байкала, на станции №1 НИИ биологии, расположенной в пос. Большие Коты, на расстоянии 2,7 км от берега (51°54'105" с.ш., 105°04'235" в.д.) в слое 0-250 м над глубиной 800 м. Отлов осуществляли сетью Джели с диаметром входного отверстия 37,5 см, ячеи – 0,099 мм, после чего организмы наркотизировали карбонизированной водой и фиксировали в 4% растворе формальдегида. Далее методом камеральной обработки проб с использованием определителя [5] определяли особей *E. baicalensis* VI, V и IV копеподитных стадий, как самок, так и самцов. Для морфологического анализа из каждой сезонной пробы отбирали по 50 самок и самцов VI, V и по 20 – IV стадии, в общей сложности было проанализировано 960 особей.

Русановская Ольга Олеговна, аспирантка. E-mail: live.oly@mail.ru.

Ермаков Евгений Леонидович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: ertakov_eugeny@mail.ru

Морфологические признаки отражают размеры и форму практически всех органов тела, и оценка их сезонной динамики является очень эффективным подходом в исследовании реакции отдельных организмов и популяции в целом на изменение условий жизни [6, 8]. Морфологический анализ включал оценку трех морфометрических (мерных) признаков: длины цефалоторакса (ДЦФ), длины каудальной щетинки (ДКЩ) и длины 5-й пары плавательных ног (ДН). Признаки ДКЩ и ДН измерялись с левой и правой сторон тела, за варианту принимали сумму измерений признака на особь. Вследствие резко выраженного полового диморфизма VI стадии (взрослые рачки) у самок не учитывали ДКЩ, а у самцов ДН. Все измерения (подсчёт) проводили под микроскопом марки «Carl Zeiss Jena» при увеличении $10 \times 6,3$ в единицах шкалы

окуляр-микрометра. Для статистической обработки данных использовали стандартные статистические методы: критерий Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ [4].

Результаты. Задача оценки достоверности сезонной динамики исследованного комплекса количественных морфологических признаков у особей *E. baicalensis* различных стадий и полов решалась применением однофакторного дисперсионного анализа, где единственный фактор оценивал дисперсии между сезонными выборками. Результаты, представленные в таблице 1, показывают, что почти во всех случаях обнаружена статистически значимая сезонная динамика. Исключение составляет только ЧЩА у взрослых самцов и у особей обоего пола V копепоидитной стадии, в этих случаях достоверная сезонная динамика отсутствует.

Таблица 1. Дисперсионный анализ сезонной динамики количественных морфологических признаков у самок и самцов VI, V и IV копепоидитных стадий *E. baicalensis* из природной популяции Южного Байкала в 2004 г.

Стадия	Пол	Признак	Источник изменчивости	SS	df	MS	F
VI	♀♀	ДЦФ	проба	17,54	3	5,85	17,98***
			случайная	63,76	196	0,33	
		ДН	проба	11,19	3	3,73	16,09***
			случайная	45,46	196	0,23	
	♂♂	ДЦФ	проба	13,78	3	4,59	27,24***
			случайная	33,04	196	0,17	
		ДКЩ	проба	26,67	3	8,89	14,80***
			случайная	117,76	196	0,60	
V	♀♀	ДЦФ	проба	10,29	3	3,43	40,89***
			случайная	16,43	196	0,08	
		ДКЩ	проба	101,90	3	33,97	90,24***
			случайная	73,77	196	0,38	
		ДН	проба	12,83	3	4,28	25,71***
			случайная	32,61	196	0,17	
	♂♂	ДЦФ	проба	3,92	3	1,31	29,17***
			случайная	8,78	196	0,04	
		ДКЩ	проба	50,47	3	16,82	53,08***
			случайная	62,12	196	0,32	
		ДН	проба	8,83	3	2,94	16,63***
			случайная	34,69	196	0,18	
IV	♀♀	ДЦФ	проба	1,61	3	0,54	3,79*
			случайная	10,72	76	0,14	
		ДКЩ	проба	17,10	3	5,70	18,23***
			случайная	23,78	76	0,31	
		ДН	проба	0,81	3	0,27	4,12**
			случайная	5,01	76	0,07	
	♂♂	ДЦФ	проба	3,90	3	1,30	13,33***
			случайная	7,42	76	0,10	
		ДКЩ	проба	24,65	3	8,22	17,09***
			случайная	36,54	76	0,48	
		ДН	проба	5,22	3	1,74	26,84***
			случайная	4,93	76	0,06	

Примечание: "*" – $P < 0,05$, "**" – $P < 0,01$, "***" – $P < 0,001$.

В таблице 2 показана сезонная динамика мерных морфологических признаков у самцов и самок VI, V и IV копепоидитной стадий байкальской

эпишуры. Из неё следует, что характер изменения средних значений признаков по сезонам специфичен. Так, у взрослых самок из весенней

выборки средние значения ДЦФ ниже, чем в остальных выборках. Низкими значениями ДЦФ характеризуются взрослые самцы из весенней и летней выборок, а в осенне-зимних сборах особи имеют более высокие значения признака. Примерно такой же характер обнаруживает сезонная динамика средних по данному признаку у самок и самцов IV стадии, зато для рачков V копепоидитной стадии свойственна инвертированная картина, т.е. средние значения ДЦФ у рачков из весенней и летней выборок были больше, чем из осенней и зимней. Поскольку ДЦФ – признак, в наибольшей степени отражающий размеры тела, то результаты наших исследований можно рассматривать как подтверждение сведений о том, что взрослые самки весной мелкие, а летом – крупные, примерно такая же картина характерна для взрослых самцов и IV копепоидитной стадии. Однако наличие крупных особей V копепоидитной стадии в начале активного периода жизнедеятельности и мелких – в конце несколько противоречит концепции зависимости размеров тела эпишуры от температуры развития на стадии науплий. Можно дать двойное объяснение полученным результатам. Во-первых, наличие в подлёдный период мелких взрослых особей и крупных – V копепоидитной стадии, свидетельствует о «ускоренном» прохождении развития V стадии в этот сезон года. Вследствие этого превращение во взрослых особей не сопровождается существенным увеличением размеров тела. Во-вторых, в летний период, когда взрослые особи, особенно самки – крупные, они выигрывают конкуренцию за пищу у особей V копепоидитной стадии. Как результат, последние мельчают. Оба объяснения не противоречат друг другу и, на наш взгляд, могут рассматриваться как доказательства наличия сезонного отбора по размерам тела особей в изученной природной популяции байкальской эпишуры.

По ДКЩ сезонная динамика у самцов и самок V и IV стадий достаточно консервативна и в целом сводится к тому, что средние значения признака у особей из весенней и летней выборок выше, чем из осенней и зимней. При этом минимальные значения, как правило, характерны для особей из осенней выборки. Исключение составляют взрослые самцы, у которых ДКЩ в начале и в конце года (весенняя и зимняя выборки) короткая, в летне-осенний период, напротив, длинная. ДКЩ является «отростком» тела и играет важную роль в движении эпишуры. Следовательно, длина этого органа может свидетельствовать об интенсивности миграций.

Большая длина ДКЩ в весенне-летний период может рассматриваться как показатель интенсивных суточных миграций. Короткая ДКЩ

в осенне-зимний период, объясняется тем, что в это время года эпишура погружается в глубинные горизонты и зимует, суточные миграции при этом прекращаются.

Таблица 2. Сезонная динамика средних арифметических морфометрических признаков у самок и самцов 6-й, 5-й и 4-й копепоидитных стадий *E. baicalensis* из природной популяции Южного Байкала в 2004 г.

Признак	Сезон	Пол	
		самцы	самки
VI копепоидитная стадия (взрослые особи)			
ДЦФ	весна	3,08±0,070	2,52±0,053
	лето	3,76±0,080	2,53±0,058
	осень	3,78±0,069	2,92±0,058
	зима	3,74±0,100	3,14±0,063
ДКЩ	весна	–	6,78±0,104
	лето	–	7,68±0,112
	осень	–	7,61±0,109
	зима	–	7,17±0,114
ДН	весна	4,14±0,055	–
	лето	4,76±0,064	–
	осень	4,40±0,073	–
	зима	4,24±0,079	–
V копепоидитная стадия			
ДЦФ	весна	2,96±0,041	2,38±0,031
	лето	3,03±0,057	2,48±0,033
	осень	2,55±0,033	2,28±0,031
	зима	2,54±0,028	2,10±0,024
ДКЩ	весна	7,82±0,070	7,20±0,076
	лето	7,17±0,098	6,55±0,101
	осень	5,90±0,084	5,85±0,074
	зима	6,54±0,091	6,18±0,063
ДН	весна	4,11±0,043	4,54±0,058
	лето	4,16±0,055	4,32±0,066
	осень	3,59±0,059	4,16±0,063
	зима	3,69±0,070	3,97±0,050
IV копепоидитная стадия			
ДЦФ	весна	2,48±0,111	2,05±0,034
	лето	2,86±0,037	2,58±0,066
	осень	2,76±0,081	2,38±0,102
	зима	2,64±0,089	2,59±0,060
ДКЩ	весна	6,54±0,109	6,44±0,096
	лето	6,11±0,056	5,84±0,094
	осень	5,43±0,135	5,22±0,252
	зима	5,48±0,171	5,02±0,121
ДН	весна	2,53±0,054	2,48±0,060
	лето	2,58±0,060	2,88±0,072
	осень	2,56±0,057	2,38±0,047
	зима	2,33±0,058	2,24±0,048

Закономерность, выявленная для ДКЩ, характерна для сезонной динамики ДН у всех исследованных нами возрастно-половых категорий рачка, но в менее выраженной форме. У взрослых самок признак играет роль в размножении, поскольку его функция – удержание яйцевого мешка. Можно предположить, что чем длиннее орган, тем больше яиц может вмещать яйцевой мешок. Таким образом, самки весной и летом, обладая большей длиной ДН, могут

характеризоваться и большей плодовитостью, чем осенью и зимой, во время зимовки. Любопытно отметить, что в весной размеры взрослых самок (ДЦФ) – мелкие, ДН – длинная, летом оба признака высокие, а осенью и зимой – низкие. Следовательно, если относительные размеры ДН могут сказываться на общей плодовитости, можно предполагать, что весной эпишура имеет большую плодовитость, чем летом. Эти выводы, в общем, согласуются с данными литературных источников [1].

Некоторые результаты настоящей работы являются новыми и не могут быть объяснены прямым влиянием температуры воды во время развития науплий на размеры взрослых рачков и особей старших копепоидитных стадий. Так, если судить по сезонному изменению ДЦФ, признака, непосредственно отражающего размеры тела, то зимой взрослые самки и особи IV копепоидитной стадии мелкие, а летом – крупные, что вполне удовлетворяют классической интерпретации. Зато у особей V стадии имеет место инвертированная динамика размеров тела, т.е. зимой крупные, а летом – мелкие. На наш взгляд, это может быть объяснено влиянием конкуренции между взрослыми особями и копепоидитами V стадии в летний период. Другими словами, укрупнение размеров самок байкальской эпишуры в летний период, когда численность зоопланктона максимальна, можно объяснить естественным отбором, увеличивающим их выживаемость и конкурентоспособность. В свою очередь, уменьшение размеров тела особей V копепоидитной стадии позволяет им более экономно использовать ограниченные пищевые ресурсы, ранее нами такая же особенность была обнаружена у взрослых самцов *E. baicalensis* в летний период [2].

Вывод: наше исследование показало возможность воздействия селекционных факторов в природной популяции *E. baicalensis*, возможность чего ранее отвергалась [1, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Афанасьева, Э.Л. Биология байкальской эпишуры. – Новосибирск: Наука, 1977. 144 с.
2. Ермаков, Е.Л. Влияние трофических условий на сезонную динамику популяционной структуры и численности в южнобайкальской природной популяции *Epischura baicalensis* Sars / Е.Л. Ермаков, О.О. Русановская, Г.И. Кобанова // Известия ИГУ, Сер. «Биология. Экология». 2009. Т. 2, №2. С. 87-90.
3. Наумова, Е.Ю. Жизненные циклы и морфология представителей рода *Epischura* Forbes, 1882 (Copepoda: Calanoida): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 2006. 23 с.
4. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. 320 с.
5. Тимошкин, О.А. Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) / О.А. Тимошкин, Г.Ф. Мазепова, Н.Г. Мельник и др. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1995. 694 с.
6. Dodson, S.I. Morphological analysis of some cryptic species in the *Acanthocyclops vernalis* species complex from North America / S.I. Dodson et al. // Hydrobiologia. 2003. V. 500. P. 131-143.
7. Ermakov, E.L. Estimation of seasonal dynamics of number and age structure of South Baikal natural population of *Epischura baicalensis* Sars using ANOVA // Contemporary Problems of Ecology. 2011. V. 4, № 1. P. 51-58.
8. Belmonte, G. Copepod fauna (Calanoida and Cyclopoida) in small ponds of the Pollino National Park (South Italy), with notes on seasonality and biometry of species / G. Belmonte, G. Alfonso, S. Moscatello // J. Limnol. 2006. V. 65, № 2. P. 107-113.

SEASONAL DYNAMICS OF MORPHOMETIC TRAITS OF OLDER STAGES SPECIMEN IN A NATURAL POPULATION OF BAIKALIAN EPISCHURA

© 2013 О.О. Rusanovskaya, E.L. Ermakov

Scientific Research Institute of Biology at Irkutsk State University

Seasonal dynamics of three morphometric traits of females and males of VI, V and IV copepodite stages of *Epischura baicalensis* in Southern Baikal natural population was study. On cephalothorax length seasonal dynamics was specific: females and males of VI and IV the values of trait were lower at spring and summer then in autumn and winter; otherwise, specimen of V stage these values higher at spring and summer then in autumn and winter. On length caudal chaetae and the fifth hair of swimming legs of mostly age-sexual categories the values were higher at spring and summer then in autumn and winter. The receiving data let to propose the significance influence on seasonal dynamics of *E. baicalensis* body size.

Key words: *Epischura baicalensis*, morphometric traits, seasonal dynamics, natural population, copepodite stages, Lake Baikal, cephalothorax, caudal chaetae, swimming legs

Olga Rusanovskaya, Post-graduate Student. E-mail: live.oly@mail.ru. Evgeniy Ermakov, Candidate of Biology, Senior Research Fellow. E-mail: ermakov_eugeny@mail.ru