

ЭКОЛОГИЯ

УДК 574.52

Г.И. Егоркина,
Г.А. Царева,
Ю.А. Бендер

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ АРТЕМИИ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ЯРОВОЕ

Ключевые слова: артемия, популяция, генерация, морфометрические признаки, изменчивость, коэффициенты корреляции и детерминации.

Введение

Наличие взаимной согласованности в изменчивости двух или нескольких признаков (явлений) называется корреляцией [1]. Корреляция признаков живых организмов обусловлена плейотропным действием генов или другими особенностями функционирования наследственного аппарата. Корреляционный анализ имеет большое значение в биологии: только биометрическим методом можно исследовать внутреннюю структуру связей между признаками биологических объектов. Для современного периода развития корреляционного анализа характерно усложнение решаемых с его помощью проблем. Наряду с детальным изучением структуры взаимосвязей одного определенного объекта появляются работы, в которых сопоставляются корреляции у разных объектов, в разных условиях [2].

Наша работа посвящена анализу общего и согласованного варьирования морфометрических параметров артемии двух генераций вегетационного сезона 2008 г. из оз. Большое Яровое.

Материал и методы

Для анализа изменчивости морфометрических признаков жаброногого рачка артемия, обитающего в оз. Большое Яровое, использовали две выборки взрослых особей из I и II генераций ($n = 317$ и 108 соответственно).

Методика наблюдений, отбора проб и анализа данных приведена нами ранее [3].

Отбор проб был произведен 19.06, 22.07 (I генерация) и 14.08 (II генерация) на стационарных точках, охватывающих всю акваторию озера. В исследовании использовали 14 морфометрических признаков и два вычисленных индекса: длина особи – расстояние от области глаз до фуркальных ветвей (ОД), длина цефалоторакса – расстояние от области глаз до одиннадцатого сегмента груди (Ц), длина абдомена (А), длина (ДС) и ширина (ШС) яйцевой сумки, диаметр головы (dГ), диаметр правого (dПГ) и левого (dЛГ) глаза, расстояние между глаз (РМГ), длина фурки (Ф), длина правой (ПЛ) и левой (ЛЛ) лопастей, количество щетинок на правой (ЩП) и левой (ЩЛ) фуркальных ветвях, отношение цефалоторакса к абдомену (Ц/А), отношение длины сумки к ее ширине (ДС/ШС).

Результаты и обсуждение

В оз. Большое Яровое в отдельные годы наблюдается температурная стратификация водной толщи [4]. В вегетационный сезон 2008 г. отмечены значительные различия температуры на разных глубинах (табл. 1). Съёмка, произведенная 19 июня, показала, что вода имеет одинаковую температуру – 16°C только до четырехметровой глубины. На глубине 6 м температура составила $5,5^{\circ}\text{C}$, на глубине 8 м – 0°C . В течение месяца до момента второй съёмки 22 июля верхние слои водной толщи прогрелись до $22,5^{\circ}\text{C}$, на шестиметровой глубине температура достигла 16°C , а на восьмиметровой осталась без

изменения – 1°C. В середине августа во время третьей съемки водная толща до шести метров имела практически одинаковую температуру 18-19,8°C. На восьмиметровой глубине температура увеличилась лишь на 5°C.

Минерализация воды в разных точках отбора колебалась от 154 до 161 г/л, что несколько выше, чем в 2007 г. [3]. Причем, в первой половине лета более глубокие холодные слои воды имели большее засоление, чем верхние.

Прозрачность рапы по диску Секки – косвенный показатель развития фитопланктона – была высокой на протяжении всего периода наблюдений. В сложившихся условиях развитие I генерации затянулось до августа месяца. Начало II и последней в этом вегетационном сезоне генерации отмечено 5 августа.

Общая численность всех возрастных групп рачка при первой съемке была высокой: в отдельных точках отбора она достигала почти 70 тыс. шт/м³ (табл. 1). Через месяц численность артемии уменьшилась в 3 раза, а к третьей съемке – еще в 1,5 раза.

Рачки артемии I генерации были крупнее рачков II генерации и имели меньше фуркальных щетинок (табл. 2). Различия по всем изученным морфометрическим

параметрам статистически значимы. Во II генерации значительно увеличилось варьирование всех параметров за исключением индексов Ц/А и ДС/ШС, изменчивость которых была незначительной на протяжении всего вегетационного сезона. Также на протяжении всего вегетационного сезона наиболее варибельным было число щетинок на лопастьх фурки.

Средний уровень связей оценивали по коэффициенту детерминации, усредненному по всей матрице, и по отдельным признакам. Последние приведены в таблице 2. Матрица I генерации из 105 коэффициентов корреляции содержит 64 (61%), указывающих на достоверно сильную (17), среднюю (24) или слабую (23) взаимосвязь признаков. Матрица II генерации демонстрирует усиление силы связи между признаками: она содержит 79 (75%) достоверных коэффициентов корреляции при соотношении коэффициентов, характеризующих сильную, среднюю и слабую связь, 43:35:1. Это обусловило увеличение детерминированности признаков: в среднем по матрице I генерации показатель r² равен 0,179, по матрице II генерации – 0,387. Детерминированность отдельных признаков в I генерации изменяется от 0,024 до 0,302, а во II – от 0,057 до 0,570.

Таблица 1

Характеристика абиотических факторов среды обитания артемии, оз. Большое Яровое, 2008 г.

Дата отбора проб	Точка отбора проб	Глубина, м	Рачков, тыс. шт/м ³	Факторы среды				прозрачность, см
				температура, °С		соленость, г/л		
				0,5 м	дно	0,5 м	дно	
19.06	026	2	50,0	16	15,5	157	158	150
	027	4	32,7	15,5	15,5	159	159	155
	028	6	29,0	15,5	5,5	159	166	200
	029	8	30,8	16	0	166	166	190
	007	8	23,5	16	0,5	160	166	200
	008	6	25,5	16	5,5	160	166	200
	006	4	63,6	15,5	15	160	160	250
Среднее			38,4					
22.07	004	2	10,3	22,5	22,5	160	160	120
	006	4	16,9	22,5	21,5	154	154	130
	008	6	19,7	22	16,0	154	155	140
	007	8	7,7	22	1,0	154	160	140
Среднее			13,6					
14.08	004	2	3,6	19,8	19,8	158	158	210
	006	4	8,3	19,8	19,5	158	159	250
	008	6	9,7	19,5	18,0	160	160	240
	007	8	16,5	19,6	6,0	161	161	220
Среднее			9,5					

Таблица 2
Морфометрические параметры артемии из оз. Большое Яровое, 2008 г.

Признаки	I генерация				II генерация			
	x	s _x	V%	r ²	x	s _x	V%	r ²
ОД	13,87	1,62	11,68		12,16	2,85	23,47	
Ц	5,56	0,62	11,22	0,302	4,98	1,04	20,80	0,521
А	8,31	1,04	12,55	0,291	7,18	1,85	25,72	0,570
Ц/А	0,67	0,04	6,22	0,024	0,70	0,06	8,57	0,222
ДС	2,23	0,22	9,89	0,257	1,89	0,45	23,53	0,498
ШС	2,19	0,25	11,49	0,299	1,84	0,51	27,56	0,541
ДС/ШС	1,02	0,06	6,33	0,065	1,04	0,09	9,00	0,160
dПГ	0,23	0,02	10,88	0,225	0,22	0,04	17,84	0,482
dЛГ	0,23	0,02	10,72	0,225	0,22	0,04	18,84	0,485
РМГ	1,47	0,17	11,76	0,288	1,34	0,23	17,17	0,533
dГ	0,99	0,13	13,18	0,216	0,90	0,24	27,02	0,528
Ф	0,33	0,03	10,20	0,127	0,27	0,04	16,33	0,414
ПЛ	0,23	0,03	14,24	0,132	0,21	0,04	20,02	0,384
ЛЛ	0,23	0,03	14,42	0,129	0,21	0,04	19,75	0,349
ЩП	2,71	1,25	46,21	0,050	2,83	1,46	51,41	0,057
ЩЛ	2,73	1,24	45,55	0,053	2,84	1,42	50,02	0,061

Таблица 3
Матрица корреляций морфометрических параметров артемии оз. Большое Яровое, 2008 г.

	Признаки	Ц	А	Ц/А	ДС	ШС	ДС/ШС	dПГ	dЛГ	РМГ	dГ	Ф	ПЛ	ЛЛ	ЩП
I генерация n = 317	А	0,88													
	Ц/А	0	-0,47												
	ДС	0,68	0,68	-0,18											
	ШС	0,77	0,76	-0,17	0,83										
	ДС/ШС	-0,33	-0,31	0,06	0,05	-0,52									
	dПГ	0,64	0,60	-0,08	0,53	0,63	-0,31								
	dЛГ	0,66	0,61	-0,08	0,53	0,61	-0,27	0,82							
	РМГ	0,83	0,78	-0,09	0,67	0,74	-0,28	0,66	0,65						
	dГ	0,74	0,61	0,00	0,55	0,61	-0,22	0,58	0,56	0,78					
	Ф	0,21	0,21	-0,05	0,68	0,26	-0,13	0,16	0,16	0,14	0,08				
	ПЛ	0,27	0,28	-0,08	0,29	0,36	-0,21	0,27	0,26	0,26	0,19	0,67			
	ЛЛ	0,29	0,29	-0,08	0,27	0,33	-0,17	0,26	0,30	0,27	0,19	0,67	0,75		
	ЩП	0,08	0,12	-0,08	0,06	0,15	-0,18	0,06	0,06	0,13	0,12	0,26	0,28	0,18	
ЩЛ	0,07	0,07	0,00	0,06	0,13	-0,13	0,05	0,09	0,09	0,03	0,29	0,30	0,33	0,63	
II генерация n = 108	А	0,96													
	Ц/А	-0,39	-0,63												
	ДС	0,91	0,91	-0,49											
	ШС	0,91	0,93	-0,55	0,95										
	ДС/ШС	-0,41	-0,47	0,42	-0,32	-0,58									
	dПГ	0,83	0,86	-0,53	0,80	0,83	-0,42								
	dЛГ	0,83	0,86	-0,53	0,81	0,84	-0,43	0,94							
	РМГ	0,90	0,93	-0,57	0,89	0,91	-0,46	0,84	0,84						
	dГ	0,92	0,94	-0,52	0,90	0,91	-0,43	0,83	0,84	0,95					
	Ф	0,72	0,74	-0,45	0,66	0,68	-0,37	0,68	0,68	0,70	0,71				
	ПЛ	0,64	0,69	-0,48	0,62	0,66	-0,43	0,64	0,63	0,65	0,62	0,89			
	ЛЛ	0,61	0,66	-0,48	0,54	0,58	0,40	0,60	0,60	0,61	0,57	0,89	0,92		
	ЩП	-0,18	-0,16	0,04	-0,15	-0,14	0,02	-0,09	-0,09	0,11	-0,15	-0,03	0,06	0,03	
ЩЛ	-0,19	-0,19	0,10	-0,16	-0,14	0,00	-0,10	-0,10	-0,15	-0,19	-0,06	0,01	0,04	0,80	

Примечание. Для каждой генерации была вычислена матрица корреляций, характеризующая связи всех признаков друг с другом. Матрицы приведены в таблице 3, причем жирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции: подчеркнуто – сильная взаимосвязь, не подчеркнуто – средняя, курсив – слабая.

В обеих матрицах коэффициенты корреляции образуют общие системы, не разделенные на плеяды. Не входит в системы только число щетинок на лопастях фурки (ЩП и ЩЛ).

За два года исследований (2007 и 2008 гг.) мы наблюдали постепенное усиление согласованной изменчивости и детерминированности морфометрических параметров артемии [3]. Это связано, по видимому, с ухудшением условий обитания рачка в оз. Большое Яровое в этот период. Исследования различных живых систем показали, что по мере приближения условий их существования к экстремальным, т.е. приводящих их в пограничное состояние между жизнью и смертью, уровень организованности систем увеличивается, возрастает количество связей между ее параметрами [5]. В.В. Шакин считает, что физиология экстремальных состояний проще, чем физиология нормы [5]. Чтобы уцелеть, живая система адаптируется к экстремальным воздействиям путем самоорганизации, мобилизации, концентрации на немногих, но главных факторах выживания, упрощается. Степень ригидности, т.е. связанности, организованности системы, автор предлагает считать количественной мерой процесса адаптации.

Заключение

В озере Большое Яровое в 2008 г. отмечены температурная стратификация, слабое развитие фитопланктона на протяжении всего вегетационного сезона, развитие всего двух генераций артемии с резким колебанием численности: от 70 до 4 тыс. шт./м². Артемия II генерации была мельче, чем артемия I генерации. При

сходной структуре корреляционных матриц морфометрических параметров все признаки образовывали общую систему варьирования, корреляционные связи были сильнее в матрице II генерации, вследствие чего детерминированность отдельных признаков и в среднем по матрице также значительно превышали эти показатели, полученные для I генерации.

Библиографический список

1. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт. – Л., 1984. – 287 с.
2. Ростова Н.С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. I. Естественные популяции *Leucanthemum vulgare* (Asteraceae) / Н.С. Ростова // Ботан. журнал. – 1999. – № 11. – С. 50-66.
3. Царева Г.А. Согласованная изменчивость морфометрических признаков артемии из оз. Большое Яровое. 1. Вегетационный сезон 2007 г. / Г.А. Царева, Ю.А. Бендер, Г.И. Егоркина // Вестник АГАУ. – 2009. – № 1. – С. 38-42.
4. Царева Г.А. Артемия озера Большое Яровое. Особенности репродуктивных и физиологических характеристик // Биоразнообразии артемии в странах СНГ: современное состояние ее запасов и их использование: сб. докл. Междунар. науч.-исслед. семинара (17-19 июля 2002 г., г. Москва). – Тюмень, 2004. – С. 61-69.
5. Шакин В.В. Биосистемы в экстремальных условиях / В.В. Шакин // Общая биология. – 1991. – Т. 52. – № 6. – С. 784-792.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-05-98019.



УДК 619:614.31

М.Г. Симакова

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *CORVICULA JAPONICA* РЕКИ РАЗДОЛЬНАЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: корбикула японская, заболевания моллюсков, санитарно-показательные микроорганизмы, кумулятивная способность микроорганиз-

мов, гнилостная микрофлора, факультативно-анаэробные микроорганизмы, река, загрязненность воды.