

Ю. И. ПОЛЯНСКИЙ и А. Ф. ОРЛОВА

ОБ АДАПТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ И ДЛИТЕЛЬНЫХ
МОДИФИКАЦИЯХ У ИНFUЗОРИЙ *PARAMAECIUM CAUDATUM*,
ВЫЗВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКИХ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенom 16 XII 1947)

Явление длительных модификаций впервые было обнаружено у *Paramaecium* (1) и некоторых других простейших (2,3). Методика массовых культур, примененная Йодлосом, вызвала многочисленные возращения, и реальность длительных модификаций как особой формы изменчивости, индуцируемой внешними факторами и постепенно затухающей при агамном размножении, ставилась под сомнение ((6) и др.). Экспериментальное доказательство наличия длительных модификаций у простейших на генотипически однородном материале (на клонах и индивидуальных линиях) было дано русскими авторами (4,5). В. Олифан изучила последствие низких и высоких температур на темп деления *Paramaecium*, А. Орлова — повышение стойкости к различным повреждающим факторам (солям и высокой температуре) после длительного воспитания *Paramaecium* в среде с повышенным содержанием $CaCl_2$.

Наши эксперименты, кратко излагаемые ниже, посвящены изучению длительного влияния высоких (28—30°C) и низких (4—8°) температур на *Paramaecium caudatum* на стойкость инфузорий к действию летальных высоких температур (40°). Исследование проводилось на 5 клонах. В пределах каждого клона велись линии при 28—30° („теплые“ линии), 18—20° (контроль) и 4—8° („холодные“ линии). Инфузории культивировались в солонках на минеральной среде Лозина-Лозинского, кормом служили дрожжи *Saccharomyces ellipsoideus* и *Bacillus subtilis*. Пересадка инфузорий в свежую среду осуществлялась ежедневно, точно учитывался темп деления. Методика индивидуальных линий устраняет фактор отбора. Перед испытаниями от индивидуальных линий получались массовые культуры в пробирках в той же среде*.

Для изучения влияния последствия температур ставились „возвратные“ линии от „теплых“ или „холодных“; они велись при 18—20° (контрольная температура). За все время опытов (январь—август 1947 г.) в культурах не наблюдалось депрессий. При одинаковых температурных условиях темп деления (в контроле) сохранялся постоянным с небольшими колебаниями. Схема постановки экспериментов сводилась к тому, что инфузории различных клонов и линий подвергались в специальной камере действию летальной температуры (40°) и регистрировалась быстрота их гибели. Каждое испытание проводилось на 50 экземплярах инфузорий.

* О деталях методики, имеющих важное значение для оценки результатов, см. статью А. Орловой (5).

Все клоны дали сходные результаты, что позволяет нам выборочно остановиться лишь на некоторых опытах.

Результаты части экспериментов с клоном А суммированы в табл. 1. Рассмотрение таблицы позволяет сделать следующие выводы.

Таблица 1

Адаптации к высоким температурам (клон А)

Дата испытаний	Клон и линия	Продолжительность культивирования при 28—30° С в днях	Продолжительность во время к т.мп. 18—20° С в днях	Средняя выживаемость при 40°С в мин.	Diff <i>m</i>
3—4 III	А (контроль)	—	—	8,5 ± 0,26	} 5,0
	At	30	—	13,0 ± 0,4	
13—14 III	At	40	—	16,08 ± 0,5	} 12,5
	А (контроль)	—	—	6,76 ± 0,3	
12—14 IV	Ag (1-я возвр.)	30	10	8,5 ± 0,2	} 4,2
	At	70	—	14,2 ± 0,3	
	А (контроль)	—	—	8,9 ± 0,2	
19—20 V	Ag ₁ (2-я возвр.)	60	10	10,9 ± 0,3	} 5,0
	At	110	—	43,0 ± 2,0	
	А (контроль)	—	—	29,5 ± 1,2	
4—5 VII	Ag ₂ (3-я возвр.)	94	16	26,5 ± 1,2	} 4,0
	Ag (1-я возвр.)	30	80	27,0 ± 0,7	
	А (контроль)	—	—	34,8 ± 0,6	
1—2 VIII	Ag ₂ (3-я возвр.)	90	51	43,3 ± 0,6	} 9,0
	Ag ₁ (2-я возвр.)	60	90	36,0 ± 1,3	
	Ag (1-я возвр.)	30	120	36,3 ± 0,8	
	А (контроль)	—	—	34,2 ± 0,9	
	Ag ₂ (3-я возвр.)	90	60	32,0 ± 0,9	} 1,8

1. „Теплые“ линии (At) всюду показывают значительно большую стойкость к действию летальной температуры (40°).

2. „Возвратные“ линии (Ag, Ag₁ и Ag₂), культивировавшиеся предварительно при 28—30° (в наших опытах от 30 до 90 дней), также обнаруживают повышенную стойкость к высокой температуре, но несколько меньшую, чем „теплые“ линии. Повышенная стойкость „возвратных“ линий через несколько агамных поколений исчезает, и они по резистентности сравниваются с контрольными линиями.

Наибольший срок, в течение которого наблюдалась статистически достоверная разница в стойкости „возвратных“ и контрольных линий, в опытах с клоном А равнялся 51 дню (линия Ag₂, испытания 5 VII). Если учесть, что средний темп размножения за этот период составлял 1,4 деления в сутки, то за 51 день инфузории пределали около 70 делений. В данном случае налицо отчетливая длительная модификация. В приведенных экспериментах изменение стойкости адекватно характеру воздействующего фактора (повышенная по сравнению с контролем температура), т. е. носит ясно выраженный адаптивный характер.

При просмотре табл. 1 обращает внимание тот факт, что по ходу экспериментов имело место повышение стойкости не только „теплых“, но и контрольных линий (но в меньшей степени). Вероятно, объяснение этому нужно искать в том, что первоначально был взят из природы клон, живший в природной обстановке при более низкой температуре, чем в нашем контроле. Это привело к выработке адекватной адаптивной модификации.

Дальнейшие эксперименты были направлены на решение вопроса, как быстро возникают температурные адаптивные модификации. На 3 клонах удалось установить, что повышение стойкости к летальной температуре в „теплых“ линиях возникает быстро. Например, по кло-ну В в испытании 30 V выживаемость контроля была $23,0 \pm 1,4$ мин., линии Bt_1 (переведена в условия $28-30^\circ 26$ V) $32,4 \pm 0,3$ мин., $\frac{Diff}{m} = 6,0$.

В данном опыте отчетливо выраженная адаптация возникла через 4 дня пребывания в повышенной температуре. Совершенно аналогичный результат дали и остальные опыты. Однако „возвратные“ линии, поставленные от „теплых“ линий, кратковременно пребывавших при $28-30^\circ$, не показали наличия последствия — длительных модификаций.

Приведенный материал показывает, что при воспитании инфузорий при повышенной температуре образование адаптивной модификации происходит очень быстро, „закрепление“ же ее в форме длительной модификации имеет место значительно позже — на нашем материале в промежутке между 20 и 30 днями (табл. 1).

Схема постановки экспериментов с низкими температурами ($4-8^\circ$) совершенно аналогична опытам с высокими температурами. Результаты некоторых из этих опытов выборочно приведены в табл. 2.

Таблица 2
Изменения, вызванные действием низких температур

Дата испытаний	Клон и линия	Продолжительность культивирования при $4-8^\circ\text{C}$ в днях	Продолжительность возврата к темп. $18-20^\circ\text{C}$ в днях	Средняя выживаемость при 40°C в мин.	Diff
					m
27—28 IV	Bf (холодная)	83	—	$6,9 \pm 0,3$	} 17,0
	B (контроль)	—	—	$35,4 \pm 1,8$	
	Bfr ₁ (возвр.)	81	2	$29,1 \pm 1,2$	} 3,15
	Bfr (возвр.)	76	6	$38,5 \pm 1,3$	
15—16 V	A (контроль)	—	—	$31,0 \pm 1,0$	} 13,8
	Af ₁ (холодная)	4	—	$17,2 \pm 0,2$	
	Af (холодная)	102	—	$2,1 \pm 0,2$	
2—3 VI	Bf (холодная)	117	—	$12,6 \pm 0,4$	} 10,0
	B (контроль)	—	—	$23,5 \pm 0,9$	
	Bfr ₂ (возвр.)	111	5	$27,9 \pm 0,7$	
5—6 VI	A (контроль)	—	—	$31,8 \pm 1,6$	}
	Af ₂ (холодная)	7	—	$18,4 \pm 1,0$	

Рассмотрение таблицы позволяет сделать следующие выводы.

1. „Холодные“ линии обнаруживают значительно меньшую стойкость к летальной температуре (40°) по сравнению с контрольными линиями. Уменьшение резистентности возрастает с увеличением про-

должительности воспитания при низкой температуре (ср. линии А, А₁, А₁, А₂).

2. Последствие воспитания при низкой температуре оказывается очень непродолжительным. В клоне В отчетливое последствие наблюдалось через 2 дня после возврата в контрольную температуру; через 5—6 дней статистически достоверное различие в резистентности по сравнению с контролем отсутствовало. Аналогичные результаты были получены и на других клонах. „Возвратные“ линии иногда обнаруживают даже несколько повышенную резистентность (В₁, табл. 2).

Сравнение „теплых“ и „холодных“ линий показывает существенное различие в характере возникающих изменений под влиянием воспитания инфузорий при высокой и низкой температуре. Под влиянием воспитания при 28—30° возникают адаптивные модификации, „закрепляющиеся“ в форме довольно стойких длительных модификаций. Низкая температура (4—8°) вызывает резкое снижение резистентности к высоким температурам, но последствие оказывается весьма непродолжительным.

Ленинградский государственный
педагогический институт
им. А. И. Герцена

Поступило
16 XII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ V. Jollos, Arch. f. Protistenk., 43 (1921). ² V. Jollos, *ibid.*, 49 (1924).
³ V. Jollos, *ibid.*, 83 (1934). ⁴ В. Олифан, Биол. журн., 4, в. 6 (1935). ⁵ А. Орлова, Зоол. журн., 20, в. 3 (1941). ⁶ Д. Раффель, Природа, 26, № 7 (1937).