

В. В. КОВАЛЬСКИЙ и Н. С. ШУЛЬГИНА

ЗАЩИТНАЯ ОКРАСКА РАКООБРАЗНЫХ ИДОТЕЙ
(*IDOTHEA TRICUSPIDATA* DESM.)

(Представлено академиком Л. А. Орбели 20 IV 1948)

При анализе защитных реакций у ракообразных в связи с выбором ими субстрата, окраска которого соответствует окраске их тела, необходимо учитывать естественные суточный и сезонный ритмы свойств окружающей среды. Защитные приспособления организма к меняющимся условиям среды должны носить также ритмический характер, определяемый неодинаковым действием естественного отбора в различные часы суток или различные периоды года. Мы неизбежно должны предположить, что защитные реакции периодически перестраиваются. Это определяет сложность их структуры. В доступной нам литературе не удалось найти сведений, затрагивающих этот вопрос.

Задачей нашего исследования является определение структуры защитной реакции у ракообразных *Idothea tricuspidata* Desm.— их способности выбирать субстрат, окрашенный соответственно окраске их тела. Работа проводилась на побережье Черного моря, в районе Одессы.

Мы заметили, что идотей, обладающие темной (черной, коричневой и пестрой с черными и коричневыми пятнами) и светлой (зеленой, желтоватой и пестрой с зелеными и желтоватыми пятнами) окраской, характеризуются различными формами защитного поведения. Это дало основание предположить наличие двух физиологических рас идотей. Сопоставление окраски с размерами тела показало, что вариационные кривые размеров для светлых и темных форм имеют свои резко отличающиеся максимумы, что показано на рис. 1.

При изучении естественного распределения идотей на различных субстратах в прибрежной зоне моря было установлено, что ракообразные, имеющие светлую окраску, распределяются на светлых субстратах соответствующих оттенков, тогда как темные идотей распределяются на темных субстратах, оттенки которых соответствуют цвету их тела. Результаты подсчета идотей (988 экз.) на субстратах в природных условиях приведены в табл. 1.

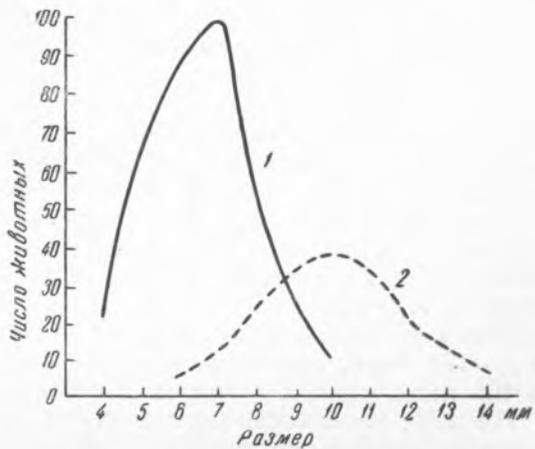


Рис. 1. 1 — темные, 2 — светлые идотей

Таблица 1

Распределение икотей в природных условиях на различных субстратах (в %)

Субстрат	<i>Enteromorpha intestinalis</i> L. (зелен. водор.)			<i>Ceramium rubrum</i> Huds. (бурые водор.)			Щели на верхней поверхности камней			Нижняя сторона камней		
	зеленые	бурые	черные, коричнев.	зеленые	бурые	черные, коричнев.	зеленые	бурые	черные, коричнев.	зеленые	бурые	черные, коричнев.
Распределение икотей в % . . .	91,4	8,2	6,4	0	98	2	2,0	50,7	43,3	2,7	40,2	57,1

Специальные опыты с длительным пребыванием животных на искусственных фонах различной окраски (черном, синем, зеленом, желтом и красном), а также с трехсуточным пребыванием зеленых икотей на бурых водорослях и бурых икотей на зеленых водорослях показали, что при этом не наблюдается активное изменение окраски животных.

Изложенные данные позволили нам перейти к анализу способности икотей выбирать субстраты, обладающие определенной окраской. Было установлено, что удачный (защитный) выбор окраски определяется многими факторами: освещенностью, остротой цветоощущения, отдыхом и утомлением, механическими раздражениями (движением воды — прибой) и пр. Мы установили, что только в определенных интервалах освещенности икотей способны правильно выбирать окрашенный субстрат и что нижняя и верхняя относительные границы цветоощущения определяются степенью освещенности.

В летние месяцы и в начале сентября икотей, обладающие темной окраской и малым размером, правильно выбирают субстрат соответствующей окраски при освещенности в пределах от 19 до 150 люкс. Наименьший же процент ошибок они делают при освещенности до 70 люкс. Икотей же светлой окраски, имеющие большой размер, способны выбирать субстрат соответствующей окраски в пределах от 30 до 170 люкс, делая наименьшее число ошибок в интервале от 30 до 105 люкс (примеры опытов в табл. 2).

По мере увеличения освещенности понижается способность правильного выбора окрашенного субстрата, тогда как при малой освещенности острота цветоощущения ясно выражена, что приводит к

Таблица 2

Выбор субстрата различной окраски икотейми в зависимости от освещенности

Дата опытов	Продолж. действия света в мин.	Освещенность в люксах	Число светлых икотей			Число темных икотей		
			выбирающих соотв. субстрат	выбирающих несоотв. субстрат	находящихся в движении	выбирающих соотв. субстрат	выбирающих несоотв. субстрат	находящихся в движении
15 IX	10	19	13	7	—	19	1	—
15 IX	10	30	20	0	—	19	1	—
16 IX	10	70	20	0	—	18	2	—
16 IX	10	105	19	1	—	16	4	—
16 IX	10	150	16	4	—	13	7	—
16 IX	10	170	14	6	—	9	11	—
16 IX	10	200	14	3	3	10	7	3
16 IX	10	300	4	6	10	7	6	7

малому проценту ошибок при выборе субстрата. Свет большой интенсивности (200—300 люкс) является для темных и светлых идотей настолько сильным раздражителем, что они уже на 5-й и 6-й минуте проявляют беспокойство, выражающееся в беспорядочных движениях, и стремятся уйти от источника света (отрицательный «фототропизм»), или прячутся между стеблями растений и в щелях камней (положительный «стигмотропизм»). Этого рода зависимость поведения идотей от степени освещения их определяет суточную структуру защитных реакций в связи с выбором субстрата соответствующей окраски. В утренние часы (летний период) у светлых и темных идотей преобладает положительная «фототропическая» реакция при одновременном ослаблении «стигмотропизма». В дневные часы «стигмотропизм» у светлых идотей настолько ослаблен, что его не удается воспроизвести в условиях эксперимента при разной освещенности, тогда как у идотей, обладающих темной окраской, удается обнаружить слабо выраженный «стигмотропизм» (пробывание под предметным стеклом на восковых ножках). В вечерние часы положительный «стигмотропизм» в малой степени проявляется у светлых идотей и сильнее у темных.

В осенний период года структура защитных реак-

ций у идотей заметно перестраивается. Прежде всего обращает на себя внимание резкое преобладание «стигмотропической» реакции на всем протяжении суток как у светлых, так и у темных идотей. Эта реакция обнаруживает особенно большую стойкость в ранние утренние, вечерние и ночные часы. Отличия в поведении светлых и темных идотей хорошо выявляются с помощью функциональных исследований срыва реакции стигмотропизма при постепенном увеличении освещенности (табл. 3).

В утренние часы удается преодолеть «стигмотропизм» у светлых идотей освещением, достигающим 550 люкс, тогда как у темных это может быть достигнуто при 1000 люкс. В вечерние часы для преодоления «стигмотропизма» требуется почти одинаковое увеличение освещенности для светлых и темных идотей до 1400—1500 люкс. В дневные часы освещенность, при которой реакция «стигмотропизма» может быть сорвана, у светлых форм достигает величины 400 люкс, у темных же — 600 люкс.

Изложенные наблюдения выявляют интересную зависимость между освещенностью и способностью выбора субстрата, окраска которого соответствует окраске тела ракообразных, с одной стороны, и относительной силой реакции «стигмотропизма», с другой. Структура защитной реакции — выбора субстрата определенной окраски — оказалась весьма сложной, адаптивно перестраивающейся в зависимости от периодов года и времени суток. Такая перестройка защитной реакции, как было показано, носит неодинаковый характер у светлых и темных идотей (физиологические расы).

Важно отметить, что защитная реакция выбора соответствующего субстрата в условиях эксперимента зависит также от утомления, наступающего при сильном искусственном световом раздражении, — защитная реакция может быть искажена или сорвана. Отдых идотей в темноте (5—20 мин.) приводит к восстановлению цветоощущения и

Таблица 3

Освещенность, при которой наблюдается срыв «стигмотропизма» (беспокойные движения)

	Для светлых идотей	Для темных идотей
Утром	505	1000
Днем	450	600
Вечером	1400	1500
Ночью	выше 2000 люкс	

правильному выбору цветного субстрата. Такая зависимость выбора защитного субстрата от физиологического состояния идотей (утомленные светом или отдохнувшие) особенно ясно выявляется в летний период, тогда как в осенний период идотеи меньше реагируют на свет даже значительной яркости. Механические раздражения (искусственное движение воды в кристаллизаторе) вносят некоторые изменения в структуру защитной реакции идотей. И в летнее и в осеннее время этим путем можно усилить «стигмотропизм».

Для выяснения значения зрительных ощущений в выборе цветного субстрата идотейми мы проделали опыты с ослеплением животных, для чего глаза их покрывались асфальтовым лаком или удалялись. Ослепленные идотеи — как темные, так и светлые — размещались на субстратах беспорядочно, независимо от их окраски. Исчезновение зрительных ощущений было связано с проявлением ярко выраженного «стигмотропизма» (например длительное неподвижное пребывание под предметным стеклом на восковых ножках).

Изложенные наблюдения и эксперименты позволяют высказать предположения о биологическом значении лабильной структуры защитной реакции — выбора субстрата определенной окраски. Существует связь между реакцией «стигмотропизма» и изменением освещенности. В вечерние часы, при ослаблении освещенности и потере способности выбирать цветной субстрат усиливается реакция «стигмотропизма», что обеспечивает защиту. В дневные же часы, при обостренном цветоощущении и правильном выборе защитно-окрашенного субстрата «стигмотропизм» является ослабленным.

Интересным элементом структуры защитной реакции в этом случае может явиться усиление «стигмотропизма» механическим раздражением, вызываемым даже слабым движением воды (например проплыванием рыб). Такая реакция может быть легко воспроизведена в эксперименте.

Отличительной чертой поведения идотей в осенний период в сравнении с летним является вообще значительное усиление «стигмотропизма» и даже относительное преобладание его над способностью выбора защитно-окрашенного субстрата, что можно рассматривать как адаптивную реакцию на усиливающееся движение воды в прибрежной зоне (осенние прибой).

Светлые и темные идотеи как физиологические расы характеризуются определенными признаками. Светлые — большим размером тела, ослабленной реакцией «стигмотропизма» и способностью правильно выбирать субстрат при более высоких интенсивностях освещения (в летнее время). В позднее осеннее время, при отсутствии зеленых субстратов (водорослей) у них усиливается «стигмотропизм» и ослабляется чувствительность к свету, вследствие чего защита обеспечивается пребыванием в щелях камней и под камнями.

Темные идотеи характеризуются меньшими размерами тела, относительно сильно выраженным «стигмотропизмом» и способностью правильно выбирать субстрат при более низких интенсивностях освещения (летнее время). В осеннее время (днем) их чувствительность к свету значительно ослабевает, достигая более низких пределов в сравнении со светлыми идотейми.

Столь сложная структура защитной реакции — выбора субстрата определенной окраски — могла быть выработана только действием естественного отбора, характер которого меняется в различные фазы суточного и сезонного ритма, т. е. в зависимости от конкретных состояний среды.