

ЗНАЧЕНИЕ ЗРЕНИЯ ПРИ «ГРУППОВОМ ЭФФЕКТЕ» У НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ

К. Д. Алексеева

(Севастопольская биологическая станция им. А. О. Ковалевского АН УССР)

Задача настоящей работы — выяснить роль органа зрения в «групповом эффекте» у рыб. Как показано ранее (Шуэтт — Schuett, 1933; Шлайфер — Schlaifer, 1939; Штефан — Stefan, 1957; Штефан, 1958; Алексеева, 1959; Коштоянц, Малюкина и Александрюк, 1960), у большинства стайных рыб наблюдаются различия в потреблении кислорода в группе и у одиночных рыб.

Большое значение в стайном поведении рыб придается зрению. На основании опытов в аквариумах с зеркальными стенками Шлайфер (1939) предположил, что главная роль в «групповом эффекте» принадлежит зрительным контактам. У одиночной рыбы, видящей свое изображение в зеркале, показатели потребления кислорода ниже, чем у рыбы, посаженной в обычный аквариум. Роль зрения в стайном поведении голянов и карасей показана в работе Г. А. Малюкиной, С. П. Александрюк и М. Штефанеску (1962).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Интересно было установить значение зрительной рецепции в «групповом эффекте» у стайных морских рыб. С этой целью были поставлены три серии опытов на двух видах черноморских рыб: барабуле (*Mullus barbatus ponticus* Essipov) и смариде (*Spicara smaris*, L.), ведущих преимущественно стайный образ жизни и имеющих хорошо развитые органы зрения. Всего выполнено 32 эксперимента (18 на барабуле и 14 на смариде).

В одной серии опытов было исключено влияние почти всех органов чувств, кроме органов зрения. Методика этой серии была весьма проста. Одиночных рыб помещали в стеклянные цилиндры небольших объемов (2,23; 2,30; 2,23; и 2,33 л) с хорошо притертыми крышками. Каждый цилиндр с рыбой в свою очередь помещали в круглый аквариум большего размера, в котором находилось по 2—6 шт. рыб того же вида. Хорошая герметизация цилиндров обеспечивала полную изоляцию одиночных рыб от влияния группы, за исключением зрительного контакта. Опыты данной серии проведены при дневном или при электрическом освещении. Контрольные опыты ставили с изолированными рыбами и с группой того же вида. Группа, как правило, состояла из четырех рыб одного вида. Объем цилиндра (8,49 л), в котором исследовали группу рыб, был примерно в четыре раза больше объема цилиндра для одиночной рыбы.

Цилиндрическая форма сосудов и аквариумов позволяла избежать ошибок вследствие выпадения из поля зрения изолированной рыбы, рыб, сидящих за стеклянной перегородкой, т. е. ошибок, вызванных нарушением зрительных контактов.

Опыты велись следующим образом. Группу из четырех рыб близких размеров помещали в большой цилиндр, где измеряли интенсивность

Таблица 1

Потребление кислорода барабулей

Рыбы	Темпера- тура воды, °С	Вес рыбы, г	Потребление O ₂ на 1 кг веса при 20°		Средняя величина группово- го эффек- та, %
			мл/час	% от груп- пового	
Опыт № 1					
Группа (4 шт.)	19,0	51,40	210,15	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	18,2	11,24	204,54	97,73	90,68
изолированные	20,0	15,45	175,76	83,64	
	19,0	11,77	317,70	151,18	156,19
	18,9	12,94	338,78	161,21	
Опыт № 2					
Группа (4 шт.)	13,2	238,5	139,90	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	13,1	45,0	115,28	82,40	82,70
изолированные	13,2	72,5	116,13	83,01	
	13,1	56,0	214,28	153,16	144,90
	13,2	65,0	191,18	136,65	
Опыт № 3					
Группа (4 шт.)	13,2	193,7	132,94	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	13,1	56,2	130,87	98,44	91,48
изолированные	13,1	40,5	112,36	84,52	
	13,2	47,0	283,42	213,19	205,91
	13,2	50,0	264,06	198,63	
Опыт № 4					
Группа (4 шт.)	13,2	188,7	185,14	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	13,4	40,5	165,65	89,47	93,37
изолированные	13,1	45,0	180,10	97,28	
	13,1	47,0	252,88	136,59	136,47
	13,4	56,2	252,44	136,35	
Опыт № 5					
Группа (4 шт.)	16,2	219,1	156,42	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	16,2	59,6	148,40	94,87	104,80
изолированные	15,9	52,0	179,48	114,74	
	16,0	51,8	244,20	156,19	161,78
	15,7	55,7	261,81	167,38	
Опыт № 6					
Группа (4 шт.)	15,8	211,0	124,05	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	15,1	49,0	140,40	113,18	129,78
изолированные	15,4	50,0	181,59	146,38	
	15,7	55,0	397,03	320,06	270,26
	15,8	57,0	273,50	220,47	
Опыт № 7					
Группа (4 шт.)	16,3	211,0	137,60	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного контакта с группой	16,4	57,0	134,56	97,79	106,55
изолированные	16,4	50,0	158,67	115,31	
	16,4	49,0	244,79	177,90	190,76
	16,4	55,0	280,02	203,63	

Таблица 1 (продолжение)

Рыбы	Темпера- тура воды, °С	Вес ры- бы, г	Потребление O ₂ на 1 кг веса при 20°		Средняя величина группово- го эффек- та, %
			мл/час	% от груп- пового	
Опыт № 8					
Группа (4 шт.)	17,8	221,0	145,81	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного	17,7	50,0	161,72	110,91	102,25
контакта с группой	17,7	49,0	136,47	93,59	
изолированные	17,7	55,0	229,29	157,18	168,02
	17,8	67,0	260,91	178,87	
Опыт № 9					
Группа (3 шт.)	17,8	171,0	143,47	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного	18,0	49,0	142,15	99,08	115,64
контакта с группой	17,6	48,0	189,67	132,20	
изолированные	17,7	55,0	258,96	180,36	173,42
	18,0	67,0	238,52	166,49	
Опыт № 10					
Группа (4 шт.)	18,1	226,0	141,09	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного	17,9	49,0	136,73	96,91	103,29
контакта с группой	17,8	67,0	154,73	109,67	
изолированные	17,6	55,0	217,19	153,94	160,63
	17,5	55,0	236,09	167,33	
Опыт № 11					
Группы (4 шт.)	18,0	226,0	138,76	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного	18,1	49,0	143,97	103,75	103,79
контакта с группой	18,2	67,0	144,09	103,84	
изолированные	18,1	55,0	197,18	141,82	156,10
	18,1	55,0	226,93	170,39	
Опыт № 12					
Группа (3 шт.)	18,0	171,0	122,54	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного	18,0	49,0	125,63	102,52	102,16
контакта с группой	18,1	55,0	124,75	101,80	
изолированные	18,0	67,0	200,77	163,84	163,84

потребления кислорода в группе. Затем двух рыб из этой группы пересаживали в маленькие цилиндры, изолированные друг от друга непрозрачными перегородками. Двух других рыб из той же группы помещали в маленьких закрытых цилиндрах в аквариумы с сидящими там рыбами того же вида, но изолированными от последних прозрачными стенками цилиндров. Для контроля в ряде опытов интенсивность дыхания в группе и у изолированных рыб измеряли в обратной последовательности.

Во второй серии эксперименты проводили в условиях полного затемнения, как в дневное, так и в ночное время. Подопытных рыб помещали в экспериментальные цилиндры изолированно по одной и группами по 4 экз. Опытов со смардой было меньше, чем с барабулей, так как смарда — более нервная и пугливая рыба. Опыты в темноте очень осложнялись тем, что все действия приходилось выполнять фактически на ощупь, и малейшее неосторожное движение экспериментатора или легкий шум вызывали беспокойство у указанных рыб, иногда приводящее к тому, что рыбы выскакивали при взятии проб, либо, при беспокойном движении рыб,

Таблица 2

Потребление кислорода смаридой

Рыбы	Темпера- тура воды, °С	Вес рыбы, г	Потребление O ₂ на 1 кг веса при 20°		Средняя величина группово- го эффек- та, %
			мл/час	% от груп- пового	
Опыт № 1					
Группа (6 шт.)	14,0	99,68	222,79	100,0	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного кон- такта с группой	13,9	17,40	242,46	106,91	110,91
изолированные	14,1	17,40	260,61	114,91	226,68
	14,3	17,40	532,29	234,71	
	13,7	17,40	495,90	218,66	
Опыт № 2					
Группа (5 шт.)	13,3	99,18	231,05	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного кон- такта с группой	13,0	21,70	278,41	120,50	120,50
изолированные	13,0	21,70	406,92	176,12	176,12
Опыт № 3					
Группа (6 шт.)	14,3	99,68	241,68	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного кон- такта с группой	13,6	15,00	262,10	108,45	113,98
	14,0	15,00	288,84	119,51	
	13,6	15,00	495,06	204,84	
	14,4	15,00	478,10	197,82	
изолированные					201,33
Опыт № 4					
Группа (6 шт.)	14,4	155,4	264,90	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного кон- такта с группой	14,2	31,0	249,66	94,25	100,40
	14,1	21,9	282,22	106,54	
	13,8	21,9	428,38	161,71	
изолированные					161,71
Опыт № 5					
Группа (4 шт.)	15,1	103,8	273,42	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного кон- такта с группой	15,6	25,8	257,81	94,29	92,70
	15,2	29,1	249,15	91,12	
	15,7	20,3	501,25	183,32	
	15,8	28,6	483,17	176,71	
изолированные					180,02
Опыт № 6					
Группа (4 шт.)	18,3	89,2	248,54	100,00	—
Одиночные:					
при сохранении зрительного кон- такта с группой	18,2	24,4	241,18	94,04	96,31
	18,3	20,9	245,02	98,58	
	18,9	24,0	398,49	160,33	
	19,1	19,9	407,21	163,84	
изолированные					162,08

цилиндр попадал воздух. Разумеется, результаты таких экспериментов нельзя принимать во внимание. Барабуля, будучи более спокойной рыбой, не реагировала на незначительные случайные воздействия, и у нее, как правило, значительных отклонений в величинах потребления кислорода не было.

Третью серию экспериментов с ослепленными рыбами проводили со смаридой, так как она хорошо переносила ослепление, барабуля же погибала вскоре после операции. Ослепляли рыб путем выжигания роговицы

Таблица 3

Потребление кислорода смирдой и барабулей в темноте

№ опыта	Рыбы	Темпера- тура воды, °С	Вес рыбы, г	Потребление O ₂ на 1 кг веса при 20°		Средняя величина группово- го эффек- та, %
				мл/час	% от груп- пового	
Смарида						
1	Группа (4 шт.) Одиночные	13,1	157,5	292,28	100,00	— 85,58
		13,0	50,0	227,85	77,96	
		13,0	40,0	229,91	78,66	
		13,0	35,5	287,84	98,48	
		13,0	32,0	254,92	87,22	
2	Группа (4 шт.) Одиночные	13,6	157,5	237,22	100,00	104,54
		13,7	32,0	250,99	105,80	
		13,7	40,0	284,42	119,90	
		13,7	35,5	260,10	109,64	
		13,7	50,0	196,52	82,84	
Барабуля						
1	Группа (5 шт.) Одиночные	11,9	73,82	333,08	100,00	— 93,03
		11,6	14,00	310,09	93,10	
		11,3	15,27	297,28	89,25	
		11,4	15,82	322,23	96,74	
2	Группа (4 шт.) Одиночные	11,6	73,71	291,99	100,00	93,50
		11,6	17,17	238,14	81,56	
		12,0	18,50	280,30	96,00	
		11,9	19,33	273,66	93,72	
3	Группа (4 шт.) Одиночные	12,2	18,71	300,00	102,74	105,40
		13,0	235,0	143,52	100,00	
		13,1	61,5	137,89	96,08	
		13,1	45,0	168,29	117,24	
		13,1	56,0	171,99	119,84	
4	Группа (4 шт.) Одиночные	13,1	72,5	126,97	88,47	81,26
		13,9	235,0	157,98	100,00	
		13,6	61,5	121,70	77,04	
		13,6	45,0	124,49	78,80	
		13,6	56,0	131,31	83,12	
5	Группа (4 шт.) Одиночные	13,6	72,5	136,01	86,09	91,45
		13,8	235,0	174,76	100,00	
		13,8	61,5	173,80	99,51	
		13,8	45,0	133,48	76,38	
		13,8	56,0	138,13	79,04	
6	Группа (4 шт.) Одиночные	13,8	72,5	193,77	110,88	107,82
		13,8	193,7	135,60	100,00	
		13,8	56,2	139,05	102,54	
		13,8	40,5	106,80	78,76	
		13,8	47,0	163,19	120,35	
		13,8	50,0	175,77	129,62	

термокаутером с последующим удалением хрусталика. На 7—12-й день после операции, когда рыбы чувствовали себя хорошо и брали пищу, их можно было подвергать опыту. При таком ослеплении подопытные животные практически не видели друг друга. Рыб помещали в цилиндры группами по 4 экз. и каждую из группы изолированно.

Во всех трех сериях опытов экспозиция продолжалась 30, 40 или 60 мин. Длительность экспозиции меняли в зависимости от размеров подопытных рыб и содержания кислорода в воде во время эксперимента. Если под опытом находились более крупные рыбы или температура воды была довольно высокой, что неизбежно приводило к снижению содержания кислорода в исследуемой воде, экспозицию соответственно сокращали с одного часа до 40 или 30 мин.

Потребление кислорода ослепленными смаридами

Таблица 4

№ опыта	Рыбы	Температура, °C	Вес рыбы, г	Потребление O ₂ на 1 кг веса при 20°		Средняя величина группового эффекта, %
				мл/час	% от группового	
1	Группа (2 шт.) Одиночные	12,1	46,80	231,55	100,00	— 104,35
		12,2	24,00	228,54	98,70	
		12,6	22,80	254,90	110,01	
2	Группа (4 шт.) Одиночные	12,7	129,64	268,64	100,00	— 97,44
		12,8	32,00	227,70	84,76	
		12,8	31,50	232,34	86,49	
3	Группа (4 шт.) Одиночные	13,0	31,15	325,30	121,09	— 105,23
		16,0	49,75	218,86	100,0	
		16,0	13,31	255,30	116,65	
4	Группа (4 шт.) Одиночные	15,8	11,28	216,38	98,87	— 97,66
		15,8	11,83	237,89	108,70	
		15,8	13,33	211,68	96,72	
5	Группа (4 шт.) Одиночные	14,2	142,70	289,20	100,00	— 101,02
		14,9	40,20	285,12	98,58	
		14,7	37,50	297,83	102,98	
6	Группа (4 шт.) Одиночные	14,8	31,50	277,48	95,95	— 98,24
		14,8	33,50	269,41	93,16	
		15,5	128,00	253,08	100,00	
		15,1	33,00	264,79	104,63	— 98,24
		15,2	27,50	280,06	110,66	
		15,1	38,70	236,55	93,47	
		15,2	28,80	241,25	95,32	— 98,24
		15,8	87,20	279,61	100,00	
		16,3	16,60	291,28	104,17	
		16,3	17,50	272,91	97,60	— 98,24
		16,0	24,30	269,17	96,27	
		16,2	28,80	265,42	94,92	

Подопытных рыб до начала эксперимента во всех трех сериях предварительно выдерживали от 1 до 3 часов. Содержание кислорода в сосудах с рыбами никогда не падало больше чем на $\frac{1}{3}$ от исходного.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Таблицы, в которых приводятся результаты опытов, несколько теряются, громоздки, но оперировать только осредненными данными нельзя, иначе специфика поведения подопытных рыб в разных, не всегда идентичных, условиях. Интенсивность дыхания рыб с сохраненным зрительным контактом была ниже, чем у полностью изолированных рыб, и приближалась к интенсивности дыхания в группе. Если принять интенсивность дыхания в группе за 100%, интенсивность дыхания при зрительном контакте у барабули в среднем составит 102,20%, а у изолированной особи — 174,47% (табл. 1). Интенсивность дыхания смариды с сохраненным зрительным контактом составляет 104,46%, а у полностью изолированной особи — 187,81% (табл. 2). Следовательно, на основании результатов первой серии опытов можно заключить, что у барабули и смариды интенсивность обмена при сохранении зрительного контакта примерно равна интенсивности обмена в группе и значительно ниже интенсивности обмена одиночных рыб из той же группы.

Во второй серии экспериментов интенсивность дыхания в темноте у рыб в группе и у одиночных существенно не различалась (табл. 3).

Потребление кислорода одиночными барабулями в темноте составляло в среднем 95,52%, а одиночными смаридами — 95,06% от потребления кислорода в группе. Таким образом, «групповой эффект» у барабули и

смарида в темноте не проявляется. Отсюда можно заключить, что в осуществлении группового эффекта у указанных рыб значительную роль играет зрение.

Опыты третьей серии с ослепленными рыбами были аналогичны опытам с затемнением. Исследовали потребление кислорода изолированными рыбами и группой ослепленных рыб. Как и в предыдущей серии опытов, «групповой эффект» у рыб в данных условиях не проявился. Интенсивность дыхания ослепленных смарид существенно не различалась, находились ли они в группе или изолированно (табл. 4).

Потребление кислорода одиночными слепыми смаридами составляло в среднем 100,46% от потребления кислорода теми же рыбами в группе.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как показали все три серии опытов, «групповой эффект» наблюдается у подоштных рыб с сохраненным зрительным контактом. При нарушении зрительных контактов как в опытах с ослеплением, так и у рыб в темноте «групповой эффект» исчезает. В этом случае интенсивность обмена у рыб в группе, как правило, мало отличается от интенсивности обмена у изолированной рыбы. Незначительные различия в скорости потребления кислорода остаются в пределах допустимых индивидуальных колебаний и погрешностей методики.

На основании полученных результатов можно заключить, что у таких черноморских рыб, как барабуля и смарида, зрение играет решающую роль в групповом поведении. В этом отношении наши наблюдения подтверждаются рядом работ, выполненных на других объектах, а подчас и под другим углом зрения.

Важную роль органов зрения в стайном поведении рыб отмечали многие исследователи. Замечено, что большинство стайных рыб собирается в стаи днем и рассеивается в темное время суток. Парр (Parr, 1927) указывал, что у ослепленных рыб заторможены стайные реакции. Бовен (Bowen, 1931), изучавшая влияние зрения в общем поведении сомов-кошек (*Amiurus melas*), установила, что ослепленные рыбы не собираются в стаи. По данным Сато (Sato, 1938, 1938a), стайные рыбы, собирающиеся обычно компактными группами в аквариумах, быстро рассеиваются при выключении света. В этом отношении интересны наблюдения Шлайфера (1939), изучавшего влияние темноты и ослепления на «групповой эффект» золотых рыбок и показавшего, что в «групповом эффекте» у золотой рыбки важное значение принадлежит зрению. Однако нельзя согласиться с утверждением Шлайфера о том, что потребление кислорода в группе снижается только вследствие уменьшения подвижности рыб, видящих своих сородичей.

Нами (Алексеева, 1963) установлено, что «групповой эффект» четко выражен у рыб не только в состоянии покоя, но и при активном движении. Условия эксперимента в состоянии активного движения исключали возможность значительного снижения подвижности рыб в группе, так как одиночным рыбам и рыбам в группе давали одинаковую плавательную нагрузку, регулирующую скоростью движения воды. В ряде опытов скорость движения рыб была на грани их максимальных плавательных возможностей. Ограниченные размеры камеры исключали возможность произвольного уменьшения или увеличения скорости движения рыб.

По всей вероятности, в группе восприятие особями себе подобных осуществляется различными органами чувств, в том числе зрения, не только снижает активность рыб, как это наблюдается у них в состоянии относительного покоя, но и непосредственно снижает интенсивность обмена веществ.

Однако восприятие себе подобных и снижение вследствие этого ин-

тенсивности обмена не у всех рыб обусловлено только зрением. Штефан (1958) показала, что у гольянов, значительную роль в жизни которых играет обоняние, потребление кислорода уменьшается у изолированных рыб, помещенных в воду, где до этого находились другие экземпляры того же вида. Возможно, что в осуществлении «группового эффекта» у гольяна, помимо обоняния, играют роль другие органы чувств.

На основании полученных данных можно утверждать, что зрение играет ведущую роль в групповом поведении тех рыб, у которых зрительный рецептор является важнейшим органом их жизнедеятельности. В этом отношении наша точка зрения согласуется с данными Г. А. Малюкиной, С. П. Александрюк и М. Штефанеску (1962), показавших, что у карасей, живущих в непрозрачных водах, зрение не является ведущим рецептором в групповом поведении. У гольянов же, обитающих в прозрачных реках, зрение играет важную роль в групповом поведении, о чем свидетельствует исчезновение «группового эффекта» в темноте и при нарушении зрения.

По всей вероятности, у рыб с разной экологией ведущая роль в «групповом эффекте» будет принадлежать различным органам чувств.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность обмена у одиночных рыб барабули и смариды при сохранении только зрительного контакта с другими особями данного вида значительно ниже интенсивности обмена у полностью изолированных рыб и равна по величине интенсивности обмена тех же рыб в группе. Указанная разница составляет в среднем примерно 80%.

2. Интенсивность обмена у одиночных рыб барабули и смариды в условиях полного затемнения не отличается от интенсивности обмена у рыб в группе.

3. Интенсивность обмена у одиночных ослепленных смарид не отличается от интенсивности обмена тех же рыб в группе.

4. Зрение играет ведущую роль в «групповом эффекте» у смариды и барабули.

Поступила
23.XI.1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева К. Д. 1959. Интенсивность обмена при групповом и одиночном содержании некоторых морских рыб. Тр. Севастопольск. биол. станции, т. 12.— 1963. Интенсивность дыхания некоторых морских рыб при активном движении. Там же, т. 17.
- Костоянц Х. С., Малюкина Г. А. и Александрюк С. П. 1960. Роль переднего мозга в проявлении «группового эффекта» у рыб. Физиол. ж. СССР, т. 46, № 9.
- Малюкина Г. А., Александрюк С. П. и Штефанеску М. 1962. О роли зрения в стайном поведении гольянов (*Phoxinus phoxinus* L.) и карасей (*Carassius carassius* L.). Вopr. ихтиол., т. 2, вып. 3.
- Штефан. М. 1958. Физиологический анализ взаимосвязи между газообменом и стайным поведением у некоторых морских и пресноводных рыб. Зоол. ж., т. 37, вып. 2.
- Woven E. S. 1931. The role of the sense organs in aggregations of *Ameiurus melas* Ecol. Monogr., v. I. № 1.
- Parr A. E. 1927. A contribution to the theoretical analysis of the schooling behavior of fishes. Occas. Papers, Bingham. Oceanogr. Coll., v. I, № 1.
- Sato M. 1938. The role of the visual sense organ in aggregation of *Plotosus angillaris* (Lacépède) with special reference to the reaction to mirror. Sci. Rep. Tohaku Imp. Univ. 4 ser. (Biology), v. XII, № 3.— 1938a. The sensibility of the barbel of *Upeneus spilurus* Blecker with some notes on the schooling. Sci. Rep. Tohaku Imp. Univ., 4 ser. (Biology), v. XII, № 4.
- Schuettt F. 1933. Studies in mass physiology: the effect of numbers upon the oxygen consumption of fishes. Ecology, v. 14, № 2.
- Shlaifer A. 1939. An analysis of the effect of numbers upon the oxygen consumption of *Carassius auratus*. Physiol. Zool., v. 12, № 4.
- Stefan M. 1957. Consumul de oxigen individual și în grup la cițiva pești marini și de apă dulce. Bull. instit. de cercetări piscicole, v. XVI, № 1.