

Н. Я. ЛИПСКАЯ

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ПИТАНИЯ БАРАБУЛИ
Mullus barbatus ponticus Essipov **ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ**
ЭКСПЕРИМЕНТА

Известна тесная связь роста рыб с температурой. В южных морях СССР температурный режим является одним из существенных факторов, определяющих рост рыб, и, в частности, различия в темпе роста между средиземноморскими и черноморскими популяциями рыб объясняются большой континентальностью термического режима Черного моря сравнительно со Средиземноморским (Алеев, 1956).

Вопрос о зависимости процессов питания и роста от температурного фактора представляет большой интерес.

Изучив суточный ход питания барабули в море и определив продолжительность переваривания пищи в экспериментальных условиях (Липская, 1959 а, б), мы получили весьма относительное представление об интенсивности питания рыб в естественных условиях. Чтобы получить реальное представление о зависимости потребления пищи от температурного фактора, были поставлены специальные опыты, результаты которых излагаются в данной статье.

Для выяснения динамики суточного потребления пищи при различной температуре была использована величина суточных рационов. Известно несколько методов определения суточных рационов, в частности, метод балансовых опытов по азотному обмену (Мейен и др. 1937; Карзинкин, 1942; Кривобок, 1942); респирационный метод (Поляков, 1939; Крохин, 1954); метод непосредственного учета количества съеденной пищи (Фортунатова, 1948, 1949). Новикова (1949, 1951) определяла суточные рационы воблы непосредственно в море. Для этой цели она использовала элементарные популяции, установленные Лебедевым (1946).

Мы пользовались методом непосредственного учета количества съеденной пищи за определенный промежуток времени. Полученную величину выражали в % от веса рыбы. Эта методика в наших условиях оказалась наиболее доступной и отвечала поставленным целям, а именно: для выявления изменения интенсивности питания в течение суток и определения характера изменения количества потребляемой пищи в зависимости от температуры.

Наблюдения над питанием барабули в экспериментальных условиях проводились в течение марта—декабря 1956 г. Опыты по выяснению интенсивности дневного и ночного питания проводились в июле при температуре 21—24°. Всего в опытах было использовано 90 экземпляров барабули, проживших в аквариумах от нескольких дней до 2—3 месяцев. Ин-

тенсивность питания определялась как при групповом содержании (3—7 рыб вместе), так и при одиночном. Это необходимо было сделать, чтобы выяснить, оказывает ли влияние на количество потребляемого корма групповое и изолированное содержание барабули, так как известно, что у некоторых рыб при различной плотности посадки интенсивность потребления корма изменяется по-разному. Welty (1934) указывал, что как «мирные» рыбы (*Carassis auratus*, *Brachydanio rerio*), так и «хищные» рыбы (*Macropodus venustus*) в группе всегда потребляли больше пищи, чем изолированные. Количество потребляемой пищи у воблы не зависит от плотности посадки рыб (Бокова, 1939). Г. В. Никольский и А. А. Кукушкин (1943) указывают, что у хищных рыб, например у американских сомиков (*Amiurus nobulosus*), интенсивность потребления корма в группе возрастает, а у «мирных» рыб (*Carassius auratus*), напротив, интенсивность питания по мере увеличения плотности посадки уменьшается.

Чтобы устранить вынужденное питание в аквариумах, были поставлены опыты по выяснению избирательной способности барабули в этих условиях. Оказалось, что охотнее всего рыбы потребляли полихет, менее охотно поедались ракообразные (креветки и гаммарусы); мелкие моллюски (1—1,5—2 мм *Syndesmia*) игнорировались рыбой полностью. В естественных условиях моллюски составляли в пище барабули от 12 до 67%; полихеты — от 10 до 50%; ракообразные — от доли процента в мае до 47% в августе. В эксперименте рыб кормили главным образом полихетами, как наиболее предпочитаемой пищей. Пища находилась в аквариумах в течение суток в избытке. По разности между заданным количеством корма и оставшимся узнавали количество съеденного за определенный период времени.

* * *

При количественном учете питания в аквариуме исходным моментом было определение суточного потребления корма — суточного рациона, выраженного в процентах к весу тела данной рыбы. Подопытные рыбы содержались зимой (декабрь—март) в аквариуме. В течение этих месяцев температура не опускалась ниже 7,5°. Рыбы были мало подвижны и слабо питались. В течение суток они съедали от нескольких мг до 0,3—0,5 г полихет. В марте температура начала повышаться, в середине месяца она была 9,5°, а в конце — 10°. Рыбы стали значительно активней и с большой охотой потребляли корм. С этого времени начался строгий учет корма, съеденного за сутки. Суточное потребление полихет в марте при температуре 9—10° составляло в среднем 3,18% от веса тела рыбы (табл. 1).

При таком и большем потреблении корма рыбой при температуре 9—10° основной обмен удовлетворяется полностью, и какая-то часть пищи используется на рост. Потребление пищи в сутки у рыб № 1 в первом опыте (табл. 1) составляло 3,77%, и за 5 суток вес рыбы увеличился на 700 мг. Во втором опыте та же самая рыба потребляла в сутки 2,5%, и ее вес за 8 суток опыта уменьшился на 300 мг. У рыбы № 3 при потреблении корма в количестве 4,25% от веса тела вес увеличился на 600 мг, а при потреблении корма в количестве 2,8% от веса тела, вес рыбы уменьшился на 200 мг. У рыбы № 2 при потреблении корма в количестве 2,6% от веса тела в сутки изменения в весе рыбы не произошло в первом опыте, во втором — потребление пищи увеличилось до 3,22%, и вес рыбы увеличился на 40 мг. Таким образом, можно сказать, что суточный рацион в размере около 3% от веса тела рыбы при температуре 10—9° является поддерживающим. При потреблении корма в количестве 2,5% от

Таблица 1

Суточное потребление полихет в марте при температуре 9—10°

№№	Средний вес рыбы до опыта	Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыбы после опыта	II
		в г	% от веса тела		
I опыт					
1	30,40	1,15	3,77	31,10	1
2	24,20	0,63	2,60	24,20	1
3	26,30	1,12	4,25	26,90	1
Среднее	27,30	0,97	3,55	27,40	
II опыт					
1	31,10	0,78	2,50	30,80	1
2	24,20	0,78	3,22	24,60	1
3	26,90	0,74	2,80	26,70	1
Среднее	27,40	0,77	2,81	27,36	
Среднее			3,18		

веса тела и меньше рыбы теряют в весе, при потреблении корма больше 3% от веса тела вес рыб увеличивается. Эти же рыбы в течение 10 дней содержались при температуре 11—12° на мидиях. Среднесуточное потребление мидий не превышало 0,5%. Вес всех рыб уменьшился от 0,8 до 1,1 г. Это свидетельствует о том, что мидии являются вынужденным кормом.

В апреле при температуре 11—13° среднесуточное потребление пищи увеличилось в два с лишним раза и составляло в среднем 7,0 (табл. 2). При одиночном содержании рыб потребление пищи в сутки в среднем было 5,94% от веса тела, при групповом содержании (4 шт. вместе) среднесуточное потребление составляло 8,46%. В течение следующих 20 дней

Таблица 2

Суточное потребление полихет в апреле при температуре 11—13°

	Средний вес рыбы	Среднее количество съеденного корма за сутки		Число рыб в опыте	Число опытов
		в г	в % от веса тела		
Одиночная посадка	29,95	1,77	5,94	1	4
Групповая посадка	21,71	1,84	8,46	4	1
Среднее			7,0		

рыб кормили смешанной пищей — креветками и полихетами. Рыбы съедали в сутки пищи в среднем при одиночном содержании от 2,8 до 3,1 г, т. е. 10—11% от веса тела. В группе рыбы съедали пищи до 11,5% от веса тела. Температура в этот период времени была в конце апреля 13—14°, в начале мая поднялась до 15°.

В мае при температуре 15—16° рыбы потребляли пищи в сутки при одиночном содержании от 2,8 до 4 г, т. е. 11,9—14,7% от веса тела, в среднем 12,8%, при групповом содержании рыбы потребляли пищи в сутки в среднем 2,9 г, что составляло 13,6% от веса тела. Разница в количестве потребляемого корма при одиночном содержании и в группе невелика и не превышала одного процента. Суточный прирост рыб составлял от 0,11 до 0,25 г в среднем 0,19 г (табл. 3).

Таблица 3

Среднесуточное потребление полихет в мае при температуре 15—16°

	Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыб до опыта	Средний вес рыб после опыта	Число рыб в опыте	Число опытов
	в г	в % от веса тела				
Одиночная посадка	3,56	12,8	27,67	29,62	1	4
Групповая посадка	2,97	13,6	21,71	—	4	1
Среднее		13,24				

В середине июня при температуре 17,8°—18,5° среднесуточное потребление корма при одиночном содержании рыб колебалось от 0,70 до 1,17 г, в среднем было 0,89 г, что составляло 9,57% от веса тела. При групповом содержании каждая рыба потребляла корма в сутки от 1,2 до 1,7 г, в среднем 2 г., что составляло 14,9% от веса тела. В конце июня при температуре 21,5—23° опыт был повторен частично на тех же и частично на других рыбах. У рыб при одиночном содержании среднесуточное потребление пищи колебалось от 0,6 до 2,1 г, в среднем — 1,67 г, что составляло 17,4% от веса тела. В группе каждая рыба потребляла в среднем 17,6%. Таким образом, повышение температуры вызвало увеличение потребления пищи (табл. 4).

В июле опыт был начат на рыбах в тот же день, когда они были выловлены из моря, то есть без предварительного выдерживания в аквариуме.

Потребление корма барабулей в июле при температуре 22—24° при одиночной и групповой (3—4 шт.) посадке показано в табл. 5. Как видно из таблицы, при групповой посадке потребление корма увеличено.

В течение суток барабуля питалась неравномерно. Самое интенсивное питание (максимум) происходило между 10—18 часами, и в это время рыбы съедали основную часть своего суточного рациона. В среднем днем рыбы потребляли корма в 2—3 раза больше, чем ночью (рис. 1).

Таблица 4

Суточное потребление полихет в июне при температуре
17,8—18,5°, 21,5—23°

№№ опытов		Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыб	Число рыб в опыте	Число опытов	Температура
		в г	в % от веса тела				
I группа опытов	Одиночная посадка	0,90	9,57	9,40	1	3	17,8—18,5
	Групповая посадка	2,0	14,90	13,45	3	1	17,8—18,5
II группа опытов	Одиночная посадка	1,67	17,4	9,56	1	3	21,5—23°
	Групповая посадка	2,35	17,6	13,46	3	1	21,5—23°

Таблица 5

Суточное потребление полихет в июле при температуре 22—24°

	Среднее количество съеден- ного корма за сутки		Средний вес рыб	Число рыб в опыте	Число опытов
	в г	в % от веса тела			
Одиночное содержание	3,04	27,6	11,0	1	6
Групповое содержание	4,08	31,05	13,14	3—4	7

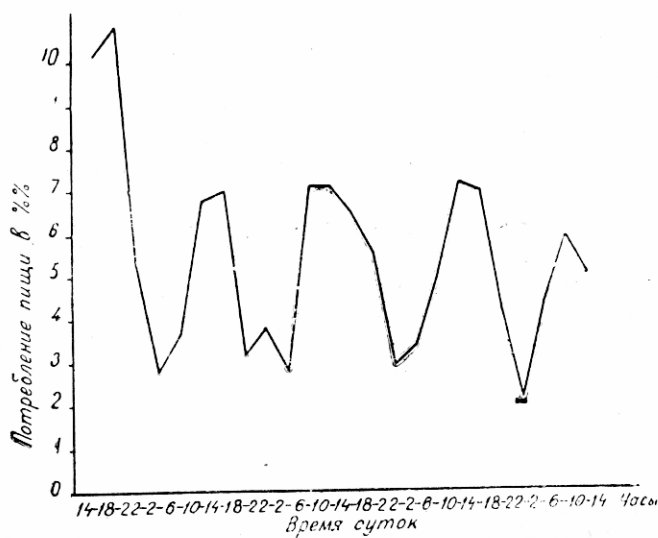


Рис. 1. Изменение интенсивности питания в течение суток

Суточное потребление полихет в августе при температуре 24—25,5° колебалось у рыб при одиночном содержании от 3,9 до 4,1 г, в среднем потреблялось 3,97 г, что составляло 35,1% от веса тела. В группе каждая рыба потребляла в среднем 4,25 г, то есть 37,9% от веса тела (табл. 6).

Таблица 6
Суточное потребление полихет в августе при температуре 24—25°

	Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыб	Число рыб в опыте	Число опытов
	в г	в % от веса тела			
Одиночное содержание	3,97	35,10	11,30	1	3
Групповое содержание	4,25	37,9	11,21	3	2

В октябре опыты по определению суточного рациона проводились при круглосуточном содержании рыб в темноте и при круглосуточном освещении.

При круглосуточной темноте суточное потребление полихет при температуре 19—20° колебалось от 2,57 до 4,35 г, в среднем — 3,5 г, что составляло 12,2% от веса тела. За 5 суток опыта рыбы потеряли в весе от 0,1 до 0,9 г. Рыбы, содержащиеся при круглосуточном освещении, потребляли пищи от 0,32 до 4,60 г, в среднем 4,19 г, что составляло 13,25%. За 6 суток опыта рыбы прибавили в весе в среднем на 0,35 г.

В среднем в октябре при температуре 19—20° потребление полихет составляло 12,74% от веса тела (табл. 7).

Таблица 7
Суточное потребление полихет в октябре при температуре 19—20°

		Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыб до опыта	Средний вес рыб после опыта	Число опытов
		в г	в % от веса тела			
Одиночное содержание	Круглосуточная темнота	3,50	12,2	26,71	28,36	3
	Круглосуточное освещение	4,19	13,25	31,58	31,83	3
	Среднее	3,84	12,74	30,14		

Искусственное повышение температуры осенью с 20 до 32° вызвало изменение в потреблении пищи (табл. 8). Наибольшее потребление корма было на вторые и третьи сутки при температуре 21—22° и 24°. При

температуре 26—27° количество съедаемой пищи в сутки начало снижаться, и при температуре 28—29° рыбы начали гибнуть. Последняя рыба погибла при температуре 32°. В желудках погибших рыб оказалась свежезаглоченная пища.

Таблица 8

Суточное потребление полихет в октябре при искусственном повышении температуры с 20 до 30°

Сутки	Количество съеденного корма за сутки в % от веса тела					Число опытов
	I	II	III	IV	V	
Температура	20—21	21—22	24	26—27	28—29	
Одинокaя посадка	27,45	29,10	34,8	20,04	17,35	3

Таким образом, при повышении температуры до 24° количество потребляемого корма увеличивается, при дальнейшем повышении температуры количество потребляемого корма резко снижается. Это находится в соответствии с общим характером обмена у пойкилотермных организмов — увеличение интенсивности обмена с повышением температуры (до определенных для различных животных оптимальных размеров). Оптимальная температура для барабули лежит в интервале между 23—25°. При дальнейшем повышении температуры действие ее для данного вида становится угнетающим (рис. 2).

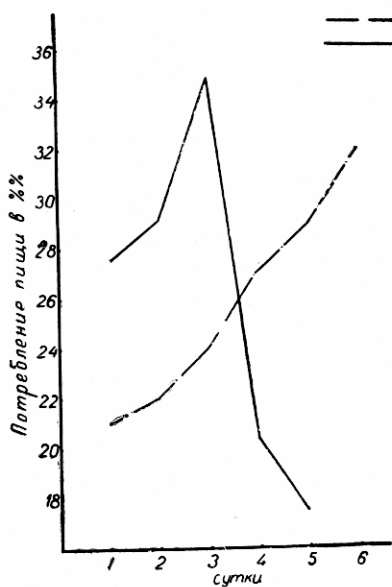


Рис. 2. Зависимость интенсивности питания барабули от температуры в условиях эксперимента.

1. Изменение температуры.
2. Изменение интенсивности питания (суточные рационы).

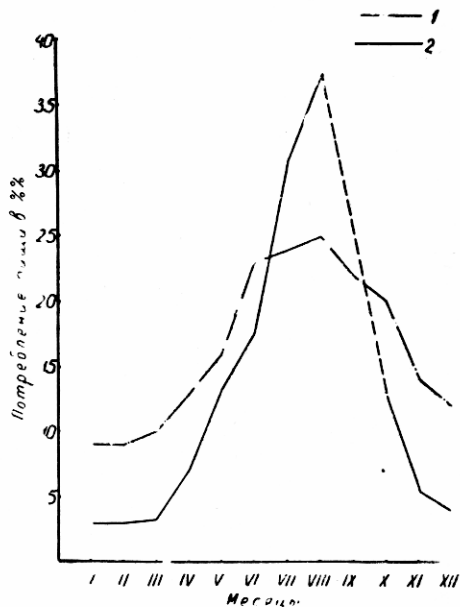


Рис. 3. Зависимость интенсивности питания барабули от температуры в течение года.

1. Изменение температуры по сезонам.
2. Изменение интенсивности питания (суточные рационы).

В ноябре при температуре 13—14° среднесуточное потребление полихет составляло 5,6% от веса тела. Рыбы, сидящие в аквариуме по одной и по 2—3 вместе, потребляли в сутки примерно одно и то же количество пищи (табл. 9). Перед опытом все рыбы содержались в течение 20 дней на мидиях и креветках. Среднесуточное потребление мидий у одиночных рыб колебалось от 1,58 до 2,18% от веса тела, креветок — 1,58 до 4,34%. В группе потребляли мидий в сутки от 2,18 до 3,7%, креветок съедали в день до 4,16% от веса тела.

Таблица 9

Суточное потребление полихет в ноябре при температуре 13—14°

	Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыб	Число рыб в опыте	Число опытов
	в г	в % от веса тела			
Одиночная посадка	2,11	5,88	35,90	1	2
Групповая посадка	1,52	5,46	27,92	2—3	5

В декабре при температуре 11—12° среднесуточное потребление полихет составляло 3,80% от веса тела. При одиночном содержании и в группе рыбы потребляли примерно одно и то же количество корма (табл. 10).

Таблица 10

Суточное потребление полихет в декабре при температуре 11—12°

	Среднее количество съеденного корма за сутки		Средний вес рыб	Число рыб в опыте	Число опытов
	в г	в % от веса тела			
Одиночная посадка	1,66	4,22	39,53	1	3
Групповая посадка	1,32	3,98	33,11	3—7	2

При таком количестве потребляемого корма вес рыб почти не менялся. При понижении температуры до 7,5—9° в январе и феврале количество потребляемой пищи еще больше сократилось. Среднесуточное потребление полихет не превышало 3% от веса тела. В естественных условиях при такой же температуре большая часть рыб (81,5%) не питалась. Остальные рыбы питались очень слабо (Липская, 1959).

Таким образом, количество потребляемой пищи зависит от температуры (табл. 1—10). Как видно из таблиц, 1) с увеличением температуры в диапазоне от 7,5 до 25° происходит зависимое увеличение количества потребляемой пищи, 2) наряду с этим можно отметить, что при групповой посадке при прочих равных условиях (при температуре = *constan.*) в большинстве случаев потребление корма увеличивается.

В осенне-зимний период при температуре 17—11° рыбы могут прожить, не питаясь в течение трех месяцев. За это время они теряют в весе от 21,56% до 28,5%, после чего погибают от истощения. Наиболее значительная потеря происходит в первый месяц голодания, особенно в первые 10 дней. Ежедневно вес рыб уменьшался от 0,42 до 0,45% веса тела. В течение второго месяца рыбы теряли в весе от 0,18 до 0,36%, в течение третьего месяца потеря веса снова увеличилась и составляла в сутки от 0,30 до 0,41%. Pentelow (1939) отмечал, что у кумжи при голодании потеря в весе значительно большая в первую неделю, чем во вторую. Происходила ли на самом деле большая потеря в весе в первые дни голодания или, напротив, усилилось обводнение организма в последующие дни. сказать трудно.

В таблице 11 приводятся расчеты годового потребления корма барабулей, полученные на основании проведенных экспериментов. Количество потребленного корма по месяцам находится в прямой зависимости от температуры.

Таблица 11

Среднемесячное потребление полихет в условиях эксперимента

Месяцы	Температура	Среднесуточное потребление в % от веса тела	Среднемесячное потребление в % от веса тела
Январь	7,5— 9	3,0	90,0
Февраль	7,5— 9	3,0	84,0
Март	9—10	3,18	98,54
Апрель	11—13	7,00	210,0
М а й	15—16	13,24	410,0
И ю н ь	21,5—23	17,50	525,0
И ю л ь	22—24	31,05	965,0
Август	24—25	37,9	1174,9
Сентябрь	20—22	—	—
Октябрь	19—20	12,74	394,94
Ноябрь	13—14	5,6	168,0
Декабрь	11—12	3,98	123,38
За 11 месяцев			4243,76

При температуре 7,5—10° барабуля съедала полихет в течение месяца в размере, приблизительно равном своему весу тела. При увеличении температуры до 16° количество потребляемой пищи увеличивается до 4 весов тела рыбы. При температуре 24—25° количество корма, потребляемого в месяц, составляло 11 весов. За 11 месяцев в условиях эксперимента количество корма, потребленного барабулей, составило приблизительно 42 вес ее тела (табл. 11).

Поставленные опыты по выяснению суточного потребления корма барабулей в экспериментальных условиях позволили сделать следующие выводы:

1. Среднесуточное потребление корма находится в причинном соответствии с температурой — оно возрастает от зимы к весне от 3 до 13,2% и от весны к лету — до 37,9 и падает с понижением температуры осенью до 12,74—5,6%.

2. В течение 11 месяцев барабуля в условиях эксперимента потребляет корма в количестве, равном приблизительно 42 весу собственного веса.

3. Суточный рацион в размере 2,8—3% веса тела при температуре 9—10° является поддерживающим. При 20—21° поддерживающий рацион увеличивается до 12%.

4. Суточное потребление корма при групповом содержании барабули в большинстве случаев выше, чем при одиночном.

5. Потребление пищи в течение суток происходит неравномерно. Наиболее интенсивное потребление корма происходит между 10—18 часами, когда потребляется больше % суточного рациона.

6. При температуре 11—17° барабуля в течение 3 месяцев может находиться без пищи. При потере веса 21,6—28,5% рыбы начинают гибнуть от истощения.

ЛИТЕРАТУРА

- Алеев Ю. Г., 1956. О некоторых закономерностях роста рыб. Вопросы ихтиологии, вып. 6.
- Бокова Е. Н., 1939. Потребление и усвоение корма воблой. Тр. ВНИРО, т. XI.
- Карзинкин Г. С., и Сараева М. Ф., 1942. Выращивание молоди севрюги на искусственном корме. Зоол. журн., т. XXI, в. 4.
- Кривобок М. Н., 1942. Рост годовалого леща в озере Глубоком в связи с питанием. Известия АН СССР, серия биол. № 5.
- Крохин Е. М., 1954. Определение суточных пищевых рационов молоди красной и трехиглой колюшки респирационным методом. ТИНРО, рукопись.
- Лебедев Н. В., 1946. Элементарные популяции рыб. Зоол. журн., Т. XXV, в. 2.
- Липская Н. Я., 1959, а. Суточный и сезонный ход питания барабули. Тр. Севаст. биол. стан. т. XI.
- Липская Н. Я., 1959, б. Продолжительность переваривания пищи барабулей. Тр. Севаст. биол. стан. т. XI.
- Мейен В. А., Карзинкин Г. С., Ивлев В. С., Липин А. Н., Шеина М. П., 1937. Использование двухлетним карпом естественных кормовых запасов пруда. Зоол. журн. Т. XVI, в. 2.
- Никольский Г. В. и Кукушкин А. А., 1943. К вопросу о влиянии плотности посадки на интенсивность потребления корма рыбами. Зоол. журн., Т. XXII, в. 2.
- Новикова Н. С., 1949. О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях. Вестн. МГУ. № 9.
- Новикова Н. С., 1951. Определение суточного рациона воблы Сев. Каспия непосредственно в море. Вестн. МГУ. № 5.
- Поляков, 1939. Суточный ритм дыхания водных животных и их роль в определении пищевых потребностей респирационным методом. Докл. на конфер. по экологии и физиологии рыб и водных беспозвоночных.
- Фортунова К. Р., 1948. Очерк биологии питания *Trachurus trachurus* Тр. Севастоп. биол. стан. т. 6.
- Фортунова К. Р., 1949. Биология питания морского ерша. Тр. Севаст. биол. стан. т. 7.
- Pentelow 1939, The Relation Between Growth and Food Consumption in the Brown Trout (*Salmo trutta*). J. Experiment. Biol., 16.
- Welly 1934, Experiments in group behavior of Fishes. Physiolog. Zoology. Volum 7. Volum VII.