

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ И БИОЛОГИЯ РЫБ

УДК 591.13:597.587.9:639.3

А. Н. ХАНАЙЧЕНКО, Ю. Е. БИТЮКОВА

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК КАЛКАНА И ВЫБОР СТРАТЕГИИ ИХ КОРМЛЕНИЯ

Исследована избирательность питания личинок черноморской камбалы калкана (*Psetta maeotica* Pallas) в раннем онтогенезе (от 5 до 15 сут) в лабораторных условиях при использовании различных сочетаний жертв - культивируемого зоопланктона: коловраток (*Brachionus plicatilis*), науплиев и копепоидов гарпактикоидных (*Tisbe furcata*) и каланоидных (*Acartia clausi*) копепод. На 5 сутки личинки отбирали коловраток - из любого сочетания жертв, с 10 суток избегали их в присутствии копепоидов гарпактикоидных копепод, а с 15 суток активно выбирали ранних копепоидов каланоидных копепод. Оценку избирательности питания проводили по второму индексу элективности Ивлева (1977) - (E_i), на который на 5-10 сут влияла доступность жертвы, а с возраста 15 сут - пригодность. Рассмотрено влияние стратегии кормления личинок на получение молоди определенного типа.

Особенности биологии и пищевого поведения черноморской камбалы калкана, *Psetta maeotica* Pallas, на ранних стадиях развития до прохождения метаморфоза не исследованы в естественных условиях из-за отсутствия личинок в ихтиопланктонных ловах. Впервые данные по раннему онтогенезу, биологии [1, 2] и пищевому поведению [4, 5, 6] личинок калкана были получены в лабораторных условиях.

В море питание ранних стадий камбалообразных приурочено к весенней вспышке морского зоопланктона, в котором, как правило, преобладают каланоидные и гарпактикоидные копеподы. При искусственном интенсивном культивировании камбалообразных используются солоноватоводные коловратки и артемии, биохимически неадекватные потребностям личинок, но преимущество которых состоит в возможности получения за короткий срок большого количества организмов в небольшом объеме.

Задачей данного исследования было изучение изменения пищевой избирательности у личинок калкана при различных сочетаниях компонентов морского и солоноватоводного кормового зоопланктона.

Материал и методика. Питание личинок камбалы калкана (1 экз./л) исследовали в экспериментальных объемах 50 - 100 л при естественном фотопериоде и освещении и температуре $19 \pm 1^\circ\text{C}$. Для 5-суточных личинок суммарная плотность потенциальных жертв составляла 1 экз./мл, 10 - 15-суточных - 0.5 экз./мл, при разных вариациях их соотношения. Были выбраны 5 вариантов кормовых организмов, культивируемых в интенсивных условиях [5]. Это - солоноватоводные коловратки (*Brachionus plicatilis* = BP) и зоопланктон морского происхождения: науплиальные стадии гарпактикоидных (*Tisbe furcata* = NH) и каланоидных (*Acartia clausi* = NC) копепод, копепоидитные стадии гарпактикоидных (= CH) и каланоидных копепод (= CC). Далее в тексте мы используем обозначенные условные сокращения.

Избирательность питания личинок оценивали по индексу избирательности или элективности (E_i) питания рыб Ивлева [3], модифицированному как соотношение разности фракции любого кормового организма в кишечнике личинки (G_i) и в пищевом комплексе в среде (D_i) к сумме этих величин, т.е. $E_i = (G_i - D_i) / (G_i + D_i)$. Относительное значение каждого компонента или встречаемость кормовых организмов в пищевом комплексе (D_i %) определяли по процентному соотношению плотности данного кормового организма к суммарной плотности всех кормовых организмов в бассейнах с личинками. Плотность жертв в бассейнах определяли в концентрированных 100 мл пробах (отобранных в 3 повторностях из экспериментальных емкостей после перемешивания) в камере Богорова под бинокуляр. После содержания личинок при заданной комбинации жертв в течение 4-5 ч, времени, достаточного для их адаптации к

©А.Н. Ханайченко, Ю.Е. Битюкова, 1999

данным пищевым условиям и сопоставимого со временем переваривания пищи личинками этого возраста [4], определяли относительное значение каждого ингредиента в рационе, или встречаемость жертвы в пищеварительном тракте (G_i), анализируя под биноклем содержимое кишечника 10 личинок по общепринятой методике [7].

Результаты. Выбор личинками калкана кормовых организмов изменялся в зависимости от возраста личинок (5-15 сут) и соотношения жертв (рис.1-3 а, б).

На 5 сутки при 33-50% доле коловраток от общего количества жертв в среде (рис.1 а), их доля от общего количества жертв в кишечниках личинок составляла 55-66% (рис.1 б). Доля коловраток в пищевом комке 10-суточных личинок варьировала от 75% (рис.3б) до 40% (рис.1б) при преобладании каланоидных науплиев над гарпактикоидными, и снижалась до 25% при появлении в среде 25% гарпактикоидных копепоидов (рис.2б). К 15 суткам, даже при 80% доли коловраток в среде (рис.1а), их фракция в пищевом комке составляла не более 20% (рис.1б).

Науплиальные стадии гарпактикоид и каланоид при равном их соотношении в среде (1:1) 33% (рис.2а), 25% (рис. 3а) составляли приблизительно одинаковую долю в кишечниках личинок как 5-суточных - 20-25% (рис. 2б), так и 10-суточных - 10% (рис.3б). При возрастании фракции науплиев каланоид в среде до 57% (рис. 1а), их фракция в пищевом комке 5-суточных личинок возрастала до 50% (рис.1б).

Максимальную долю (75 %) копепоидов гарпактикоид (рис.2б) наблюдали в кишечнике 10-суточных личинок, при их невысокой (25%) доле в среде (рис.2а). Копепоиды каланоид составили максимальную долю пищевого комка (36%) у 15-суточных личинок при их незначительной (5%) доле в среде (рис.3 а, б).

Индексы избирательности (Е) кормовых организмов личинками калкана от 5 до 15 сут представлены в табл. Е коловраток у 5-суточных личинок отражает их активный положительный отбор: в меньшей степени - при нахождении их в среде в присутствии только науплиев каланоид, в большей - в смеси их с гарпактикоидами при соотношении ВР: НН: НС 1:1:1. На 10 сутки в присутствии науплиев копепоид, индекс избирательности коловраток еще высок вне зависимости от соотношения жертв. Но присутствие копепоидных стадий гарпактикоид (более адекватного корма) изменяет E_{BP} на противоположный знак даже при соотношении ВР:СН:СС=2:1:1. На 15 сутки в присутствии копепоидов копепоид даже при доле коловраток, превышающей любые другие компоненты в 16 раз, личинки полностью их избегают.

Таблица. Индексы избирательности жертв (элективность, Е) по Ивлеву (1977)
Table. Ivlev's (1977) prey selectivity indexes (electivity, E)

A*	Индексы избирательности различных типов жертв/доля жертвы в среде**				
	E_{BP}	E_{NH}	E_{CH}	E_{NC}	E_{CC}
5	+0.24/0.33	-0.22/0.33	-	-0.25/0.33	-
5	+0.14/0.50	-	-	-0.19/0.50	-
10	+0.77/0.5	-0.43/0.25	-	-0.43/0.25	-
10	+0.6/0.1	-0.71/0.3	-	-0.04/0.60	-
10	-0.33/0.5	-	+0.5/0.25	-	-1/0.25
15	-0.60/0.8	+0.03/0.05	+0.67/0.05	+0.38/0.05	+0.75/0.05

*Возраст личинок -А, сутки **Условные обозначения: см. раздел "Материал и методика"

Индексы избирательности науплиев копепоид у 5-суточных личинок отрицательны, но при увеличении доли каланоид до 50% E_{NC} несколько повышается. При превышении их доли в среде более половины от всех кормовых организмов E_{NC} у 10-суточных личинок изменяется от избегания в сторону избирания, одновременно увеличивая степень избегания НН. Элективность копепоидов гарпактикоид с 10 по 15 сутки приближается к максимуму (+0.50/+ 0.67), а элективность копепоидов

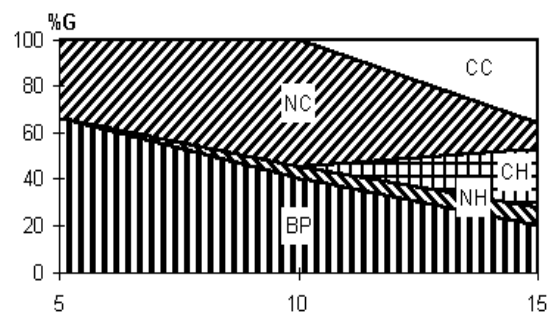
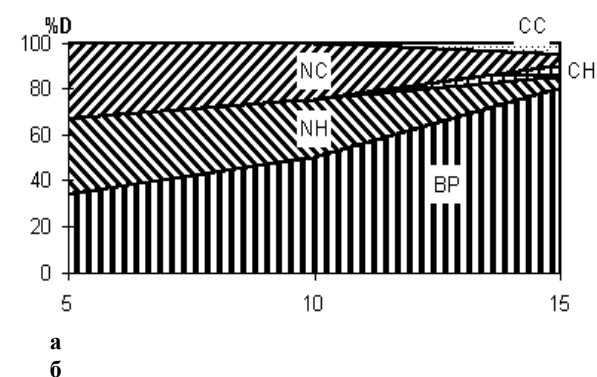
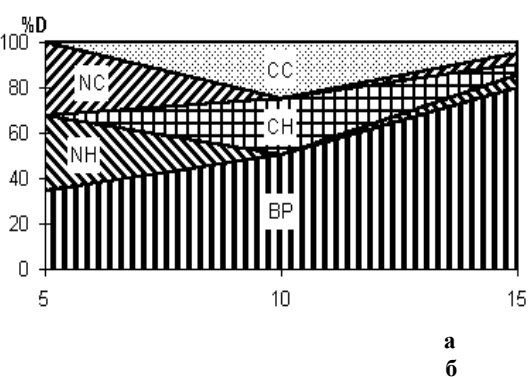
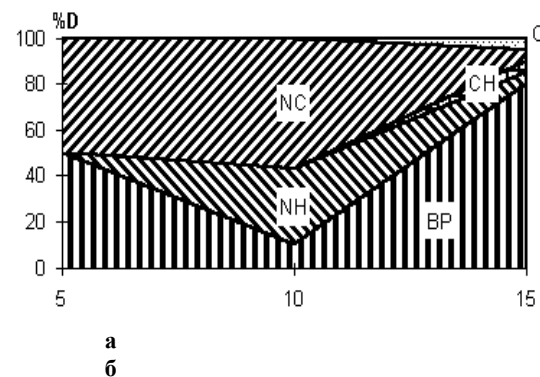


Рис. 1

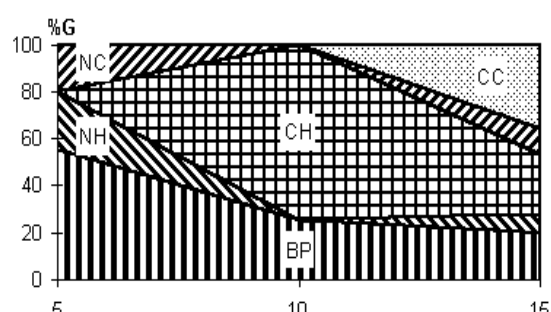


Рис. 2

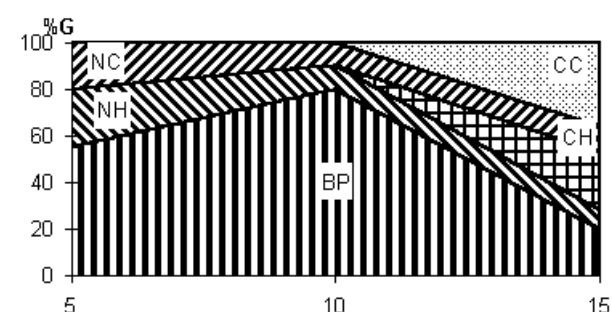


Рис. 3

Рис. 1-3. Относительная встречаемость жертв в среде (%D) (а). Относительная встречаемость жертв в кишечнике (%G) личинок калкана в возрасте от 5 до 15 суток (б). Условные обозначения приведены в разделе Материал и методика.

Fig. 1-3. Prey fraction in the basin (%D) (а). Prey fraction in the gut (%G) of kalkan larvae (age from 5 to 15 days) (б). Symbols: BP - rotifers, NH - harpacticoid nauplii; CH - harpacticoid copepodites; NC - nauplii of calanoids; CC - calanoid copepodites.

каланоид личинками за этот же период возрастает от полного избегания до высокой степени предпочтения, несмотря на низкую долю в среде.

Обсуждение. В процессе развития личинок калкана происходит следующая смена предпочитаемых кормовых организмов. Во время этапа смешанного питания (5 сут) в присутствии смеси кормовых организмов личинки атакуют более доступные жертвы - коловраток, игнорируя науплиев копепод. На этапе чисто экзогенного питания (10 сут) личинки калкана более активно отлавливают науплиев, с предпочтением каланоидных, и ранние копеподитные стадии, с предпочтением гарпактикоидных копепод, а избирательность коловраток снижается. К началу метаморфоза (15 сут), когда начинается анатомическая и гистологическая дифференциация желудка, наблюдается активная избирательность копеподитов каланоидных копепод даже при их незначительной концентрации в среде.

Считается, что копеподы как начальный корм могут значительно улучшать выживаемость личинок: более высокий процент (95%) перешедших на экзогенное питание 5 -суточных личинок тюрбо *Scophthalmus maximus* L. наблюдали при кормлении науплиями копепод *Eurytemora affinis* по сравнению с коловратками (87%) [9]. Не только с точки зрения биохимической адекватности, но и исходя из размерных характеристик кормовых организмов и оптимальных для личинок камбалообразных размерных характеристик жертв [7], науплии копепод кажутся более подходящими для 5-суточных личинок по сравнению с коловратками, однако, на этом этапе личинки проявляют избирательность по отношению к коловраткам. Феномен избирательности складывается из предпочитаемости и доступности жертв. На ранних этапах при наличии разнородных пищевых объектов, избирательность калкана проявляется в отборе наиболее пассивных жертв возможно большего размера, и изменяется в зависимости от доли жертв в среде, т.е. преобладает критерий доступности корма, характерный для “пассивного” хищника. К началу метаморфоза, к 15 суткам, у личинок начинает формироваться комплекс поведенческих реакций, характерный для “активного” хищника, и основным критерием избирательности становится предпочитаемость, или адекватность.

Полученные нами данные по избирательности питания личинок калкана оказались близки к данным, полученным на личинках близкородственного калкану вида - тюрбо (*Scophthalmus maximus* L.). При содержании при более низких температурах (в мезокосмах, содержащих смесь коловраток и естественного зоопланктона) личинки тюрбо также отдавали предпочтение коловраткам до 13 суток, доля науплиев гарпактикоидных копепод возрастала от 10% на 8-е до 70% на 11-е сутки, а копеподитов каланоидных копепод впервые обнаруживали в желудках тюрбо с 15 суток [7].

Рассмотрение избирательности или селективности питания имеет особое значение при выборе методов культивирования молоди рыб с разными целями: или для товарного выращивания, или для выпуска в море с целью пополнения естественных популяций. Питание только зоопланктоном солоноватоводного комплекса, у которого полностью отсутствует реакция ухода от хищника, приводило к получению личинок “пассивного” или “прирученного” типа, с низкой скоростью атаки и полным отсутствием реакции ухода от преследования. При выращивании на зоопланктоне исключительно морского комплекса - каланоидными и гарпактикоидными копеподами доминировали личинки “активного”, или “дикого” типа, близкого по своим характеристикам к природному типу засадного хищника, обладающему высокой скоростью реагирования и движения, 100% эффективностью атаки на копепод и активным уходом от преследования (наши данные). Таким образом, выращивание личинок по интенсивному типу дает преимущественно мальков, годных для товарного выращивания, а для “зарыбления” морских акваторий рекомендуется выращивать молодь по экстенсивному типу.

1. Битюкова Ю.Е. Морфо-экологические особенности раннего онтогенеза черноморской камбалы калкана *Psetta maeotica* (Pallas) в условиях искусственного выращивания: автореф. дисс. канд. биол. наук. - М., 1986. - 24 с.
2. (Битюкова Ю.Е. и др.) Bityukova Yu.Ye., N.K.Tkachenko, A.N.Khanaichenko, V.B.Vladimirtsev Rearing of viable juveniles of Black Sea turbot in experimental conditions. //Hydrores (Trieste, Italy).1990. - 7, N 8.- P. 78 - 81.
3. Ивлев В.С.. Экспериментальная экология рыб. Киев: Наукова думка, 1977. - 272 с.
4. (Спекторова Л.Т. и др.) Spectorova L.T., S.I.Aronovich, S.I.Doroshev, V.P.Popova. Artificial rearing of the black sea turbot larvae (*Scophthalmus maximus*) reared in enclosures. Aquaculture. 1974. - 4.- 329-340.
5. (Ханайченко А.Н.) Khanaichenko A.N. The variety of food organisms and their rearing for the Black Sea turbot larvae. //Hydrores (Trieste, Italy), 1990. - 7, N 8.- P. 68 - 71.
6. (Ханайченко А.Н., Битюкова Ю.Е., Ткаченко Н.К.) Khanaichenko A.N., Y.E. Bityukova, N.K.Tkachenko. Experiences in rearing endemic Black Sea turbot larvae.//Turbot culture:problems and prospects.- EAS Spec.Publ., 1994. - No 22. - P. 349 - 358.
7. Cuhna I.C. Comportamiento trofico y Fisiologia energetica de las larvas de rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.) en condiciones de cultivo. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 1996. - 283 p.
8. Meeren van der T. Selective feeding and prediction of food consumption in turbot larvae(*Scophthalmus maximus* L.) reared on the rotifer *Brachionus plicatilis* and natural zooplankton.// Aquaculture, 1991. - 93.- P. 35-55.
9. Witt U., Quantz G., Kuhlmann D. and Kattner G. Survival and growth of turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) reared on different food organisms with special regard to long chain PUFA, Aquacult. Eng.: 1984. - 3. - P. 177- 190.

Институт биологии южных морей НАНУ

г.Севастополь

Получено 19.02.99

A. N. KHANAICHENKO, Y. E. BITYUKOVA

BLACK SEA TURBOT LARVAE FEEDING SELECTIVITY AND CHOICE OF FEEDING STRATEGY

Summary

The changes of food preference of the Black Sea turbot (BST), kalkan (*Psetta maeotiña* Pallas) larvae during ontogenesis from 5 to 15 days after hatching were studied in laboratory using multiple prey assemblages including different ratios of prey types - cultivated zooplankton: rotifers (*Brachionus plicatilis*), nauplii and copepodites of harpacticoid (*Tisbe furcata*) and calanoid (*Acartia clausi*) copepods. The larvae day 5 selected primarily for *B. plicatilis* - in any prey combination, and start to avoid them only in the presence of early copepodites of *T. furcata* on day 10 and from day 15 - in the presence of early copepodites of *A. clausi*. Prey selectivities were quantified by means of the Ivlev's (1977) second electivity indices (E_i). E_i were affected by prey availability on days 5-10 and by prey suitability - on day 15. Effect of feeding strategy on the type of rearing larvae is discussed.