

*Analyse of contemporary ichthyoplankton state in
the Black Sea considering the fisheries perspective.*
УДК 597.574.3

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИХТИОПЛАНКТОНА ЧЕРНОГО МОРЯ С ПОЗИЦИЙ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА

© 2004 г. А. Д. Гордина*, Е. В. Павлова*, А. В. Ткач*, В. Н. Никольский*, А. Е. Кидейс**

* Институт биологии южных морей Национальной академии наук Украины – ИнБЮМ, Севастополь, Украина

** Институт морских исследований – IMS, Эрдемли, Турция

Поступила в редакцию 03.04.2003 г.

Gordina A. D., Pavlova E. V., Tkach A. V., Nikol'skiy V. N., Kidayc
Выявлены изменения в численности ихтиопланктона, в том числе промысловых видов рыб (хамсы *Engraulis encrasicolus ponticus* и ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus*), в Черном море за много-
летний период – 1988–2001 гг. Установлено, что одним из определяющих факторов в выживании ли-
чинок рыб в этот период было состояние их кормовой базы. Резкое снижение в море численности
зоопланктонных организмов, потребляемых личинками рыб в пищу, в конце 80-х–начале 90-х годов
прошлого столетия привело к катастрофическому падению численности личинок рыб. С 2000 г.
значительно возросло в море количество корма для личинок, а количество личинок с наполненны-
ми пищевыми кишечниками соответствовало показателям относительно благополучных 1950–1960-х
годов. Это дает основание говорить об улучшении состояния ихтиопланктона в Чер-
ном море и, следовательно, – о возможном возрастании уловов промысловых рыб.

Черное море являлось одним из важнейших промысловых водоемов. Его рыбопродуктивность была выше морей Средиземноморского бассейна. Общий вылов рыб для стран черноморского региона составлял в 1980–1988 гг. от 746 до 926 тыс. т. В 1990–1991 гг. он сократился в 2–3 раза до 363 и 294 тыс. т и почти не повысился в 1994–1995 гг. (Зайднер, Попова, 1997). Уловы хамсы *Engraulis encrasicolus ponticus* в водах СССР в 1975–1991 гг. колебались от 52.8 до 204.1 тыс. т. Максимальные уловы свыше 150 тыс. т зарегистрированы в 1976, 1983, 1984, 1986 и 1988 гг. Если в 1988 г. было выловлено 195.1 тыс. т хамсы, то с 1989 по 1991 гг. они ежегодно снижались в 3, 7 и 29 раз соответственно. Аналогичная ситуация наблюдалась и с уловами ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus*. В 1985 г. ее вылов в водах СССР составил 35.3 тыс. т, в 1988 и 1989 гг. он снизился на порядок, а в 1991 г. ставрида в уловах вообще не была зарегистрирована (Архипов и др., 1995).

Такое катастрофическое падение уловов явилось следствием деградации экосистемы Черного моря, вызванной зарегулированием стока рек, загрязнением (особенно прибрежной акватории Черного моря) токсическими веществами, усиленiem пресса хищников в результате вселения и сукцессии пищевого конкурента личинок, молоди и взрослых рыб – гребневика *Mnemiopsis leidyi* (Зайцев, 1992).

Основными показателями состояния ихтиопланктона сообществ являются видовой состав, численность икры и личинок, а также выживание личинок в разных условиях кормности. Ик-

ра и личинки наиболее чувствительны к негативным процессам, происходящим в море. Известно, что выживание рыб в эмбриональный и постэмбриональный периоды развития оказывает решающее влияние на численность половозрелого потомства. Данные по численности икры и личинок в море успешно используются в мировой практике для оценки промысловых ресурсов Мирового океана (Ahlstrom, Moser, 1976; Дехник, 1986).

В настоящей работе представлены результаты изучения изменений в структуре ихтиопланктонах сообществ и питании личинок рыб в Черном море, произошедших за период с 1988 по 2001 гг. Эти данные важны при оценке перспектив рыбного промысла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Ихтиопланктон собирали в период пика нереста теплолюбивых видов рыб (июль–начало августа). Были использованы многолетние материалы трех экспедиций на НИС “Профессор Водяницкий” в июле 1988, 1989, 1992 гг. – в северной половине Черного моря и в июле 1988, 1989 гг. – в Прибосфорском районе. В прибрежной акватории у Севастополя (Крым) в период с 1988 по 2001 г. проводили мониторинговые исследования, позволившие получить данные о многолетних изменениях в структуре ихтиопланктонах сообществ теплолюбивых рыб, а также о питании их личинок. В территориальных водах Турции исследования ихтиопланктона проводили в пяти экспедици-

ях в июле–августе 1992, 1993, 1996, 1997 и 2000 гг. на борту исследовательского судна "Bilim" (Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Турция). Ихтиопланктон собирали вертикальными ловами сетью Нансена, сетью Богорова–Расса и большой сетью Бонго; характеристики судов и другая информация, касающаяся процедуры сбора материала, подробно описаны в нашей работе ранее (Niermann et al., 1994). Всего собрано и обработано 440 ихтиопланктонных проб из северной и 592 пробы из южной частей Черного моря.

Кормом для личинок рыб, частично или полностью перешедших на внешнее питание, являются зоопланктонные организмы размером менее 0.5 мм: науплиусы и копеподиты Copepoda, Cladocera, мелкие Nargasticoidea, личинки Cirripedia, Mollusca, Polychaeta, яйца и взрослые особи Rotatoria (Дука, Синюкова, 1970; Tkach et al., 1998). Сборы зоопланктона осуществляли сетью Джеди с диаметром входного отверстия 36 см, оборудованной мельничным ситом с размером ячей 150 мкм. Однако зоопланктонные организмы размером менее 0.5 мм этим орудием лова обычно не долавливаются. Как показал сравнительный учет численности ювенильных стадий копепод, собранных сетью, науплиусы составляют в среднем 0.3%, а особи копеподитных стадий – 30% от вылавливаемых батометром (Островская и др., 1993). Для оценки долговременных изменений численности зоопланктона, потребляемого личинками рыб, были использованы собственные и литературные данные, пересчитанные со-

гласно указанным выше показателям уловистости орудий лова для организмов <0.5 мм.

За 14-летний период проанализировано питание 1000 экз. личинок промысловых видов рыб: хамсы (длиной 3.6–12.0 мм) и ставриды (2.3–10.0 мм), выловленных в светлое время суток. Также мы сочли необходимым представить данные о питании личинок массовых видов рыб сем. собачковых – Blenniidae и бычковых – Gobiidae (5100 экз. длиной 2.2–7.0 мм), которые, благодаря их многочисленности, наиболее четко отражают изменения состояния ихтио- и зоопланктонных сообществ прибрежных вод Черного моря.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 60–70-е годы прошлого столетия средняя численность икры рыб в Черном море в июне–августе составляла в среднем 216 экз. м⁻². Теплолюбивые пелагофильные виды рыб – хамса, ставрида, султанка *Mullus barbatus ponticus*, морской карпась *Diplodus annularis* – в прибрежных водах, и хамса, ставрида – в открытых водах составляли 96% общей численности икры в планктоне. Средняя численность личинок в это время была 41 экз. м⁻², из них в прибрежных водах от 10 до 17% приходилось на сем. Blenniidae и Gobiidae (Дехник, Павловская, 1979). К 1988 г. численность икры уменьшилась в 4, а личинок – в 2 раза. Резкое падение численности ихтиопланктона по всему Черному морю зарегистрировано в 1989 г. (табл. 1 и 2). Сократились нерестовые запасы хамсы, что приве-

Таблица 1. Средняя численность икры и доля икринок хамсы и ставриды в украинских и турецких водах (июль–начало августа) в период 1988–2001 гг.

Годы	Общая численность икры, экз./м ²		Относительная численность икры, %			
	Украина	Турция	<i>Engraulis encrasicolus</i>	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Украина	Турция
1988	53.2 ± 14.3	78.4 ± 28.4	80.8	85.6	15.0	13.7
1989	16.1 ± 8.4	11.6 ± 2.6	23.6	78.1	47.6	11.3
1990	23.5 ± 22.2		0.8		20.2	
1991	30.2 ± 17.1		52.3		6.7	
1992	16.2 ± 5.2	80.7 ± 20.5	77.6	92.2	21.0	5.5
1993	4.8 ± 2.7	40.9 ± 15.4	9.4	93.4	0.0	0.4
1994	3.5 ± 1.6		18.6		27.6	
1995	99.5 ± 66.1		48.8		0.0	
1996		94.9 ± 17.8		65.3		1.7
1997		138.7 ± 26.1		97.6		0.3
1998	39.1 ± 17.1		46.4		0.3	
1999	33.0 ± 13.0		50.0		0.0	
2000	15.4 ± 10.2	71.6 ± 21.8	65.8	92.5	0.0	0.2
2001	46.3 ± 16.3		61.1		5.9	

Таблица 2. Средняя численность личинок и доля личинок хамсы и ставриды в украинских и турецких водах в период 1988–2001 гг.

Годы	Общая численность личинок, экз./м ²		Относительная численность личинок, %			
			<i>Engraulis encrasicolus</i>		<i>Trachurus mediterraneus</i>	
	Украина	Турция	Украина	Турция	Украина	Турция
1988	18.8 ± 6.1	17.9 ± 11.8	65.1	75.0	26.1	22.4
1989	2.9 ± 1.2	0.7 ± 0.4	19.5	10.0	31.7	30.0
1990	2.5 ± 1.8		0.0		0.0	
1991	5.6 ± 1.7		6.7		2.7	
1992	1.1 ± 0.6	7.3 ± 2.0	50.0	49.6	8.3	11.7
1993	1.5 ± 0.9	3.3 ± 1.2	0.0	88.7	6.3	1.5
1994	1.4 ± 0.6		0.0		1.7	
1995	6.8 ± 2.4		24.4		1.3	
1996		6.4 ± 1.5		71.7		0.3
1997		12.0 ± 3.4		77.0		1.0
1998	1.6 ± 1.6		0.0		0.0	
1999	10.5 ± 9.7		7.1		0.0	
2000	1.5 ± 0.9	3.4 ± 1.3	50.0	56.5	0.0	3.5
2001	6.1 ± 3.6		23.3		4.7	

ло к падению численности ее икры, ранее доминировавшей в планктоне.

Биомасса производителей хамсы в 1988 г. в северо-западном районе Черного моря от побережья Крыма до территориальных вод Румынии и Болгарии составила 235 тыс. т. Суммарное количество икры, выметанной производителями хамсы за нерестовый сезон, оценивалось в 2.95×10^{15} экз. В 1990 г. нерестовый запас ее сократился до 48 тыс. т, а количество икры снизилось до 0.666×10^{15} экз. (Лисовенко и др., 1997). Низкая численность икры в северной половине моря оставалась и в последующие (1990–1994) годы. По нашим данным, средняя численность икры хамсы в этот период колебалась от 0.18 до 15.8 экз. м⁻², личинок – от 0 до 0.6 экз. м⁻². К 1995 г. в территориальных водах Украины у Севастополя средняя численность икры всех встреченных видов возросла до 99 экз. м⁻². Впервые за шесть предшествующих лет численность икры хамсы поднялась до величины 1988 г. На ее долю пришлось 48.8%. Вновь в планктоне появились личинки хамсы, не отмечавшиеся в наших сборах в 1993 и 1994 гг.

В южной половине моря численность икры всех зарегистрированных видов рыб в 1989 г. сократилась в 7 раз по сравнению с 1988 г., а личинок – в 25 раз. В последующие годы численность икры увеличилась, главным образом, за счет хамсы. К сожалению, мы не располагаем данными по численности ихтиопланктона в турецкой экономической зоне летом 1995 г., но результаты, полученные в летний период 1996 и 1997 гг., также

свидетельствовали об интенсивном нересте хамсы в этом регионе. Следует отметить, что количество икры хамсы в южной половине моря всегда выше, чем в северной (см. табл. 1). Это, вероятно, обусловлено совместным нерестом как черноморской, так и мраморноморской популяций этого вида (Gordina et al., 1997).

Возросла и добыча хамсы. Ее вылов у берегов Крыма в 1995 г. в 44 раза превысил показатели начала 90-х годов и составил 44.8 тыс. т (Болтачев и др., 2001), а в турецких водах – в 8 раз и составил 374 тыс. т. (Kideys et al., 1999). Несмотря на увеличение численности икры хамсы в море в 1995 г., ее личинки в планктоне были малочисленны (см. табл. 2). Аналогичная ситуация в августе 1995 г. наблюдалась у берегов Болгарии (Prodanov et al., 2001).

Численность икры ставриды с 1989 г. в южной половине моря, а с 1990 г. – в северной также стала снижаться. Она встречалась единично либо вообще отсутствовала в уловах, чего не наблюдалось в 50–70-х гг. Личинки же ставриды в последнее десятилетие XX в. были очень малочисленны и встречались крайне редко.

Для хамсы и ставриды характерны колебания их численности, которые являются нормальной формой существования популяции. Периоды с высокой численностью поколения у хамсы появляются через 4–5 лет, а у ставриды значительно реже (Богданова, Водяницкий, 1972).

Динамика численности популяций рыб определяется интенсивностью пополнения и убыли.

Таблица 3. Изменение численности зоопланктонных организмов размером <0.5 мм, являющихся пищей личинок рыб, в северной части Черного моря (средняя за июль в слое 0–10 м)

Годы	Науплии, экз./м ³	Прочие организмы, экз./м ³	Источник данных
1960–1969	1074000	13210	Грезе и др., 1971
1988	47500	нет данных	Островская и др., 1993*
1989	21500	2092	Островская и др., 1993* и собственные данные
1990	29670	708	Собственные данные
1992–1993	11670	нет данных	Грузов и др., 1994
1998	10700	200	Собственные данные
1999	86000	2250	»
2000	59670	2353	»
2001	382330	4870	»

Примечание. * – данные прямого учета (батометр).

У рыб с коротким жизненным циклом, к которым относится хамса, колебания численности поколений в наибольшей степени определяются пополнением, формирующимся под влиянием естественных условий воспроизводства. Главными причинами этого является разная обеспеченность кормом личинок на ранних этапах их жизни и пресс хищников (Ahlstrom, Moser, 1976; Костюченко, Павловская, 1979). В 1989 г. в Черном море из-за массового развития *Mnemiopsis leidyi* – конкурента в питании личинок рыб – была значительно подорвана их кормовая база. Сообщества зоопланктонных организмов, обитающих над шельфом и сформированных из видов эпипелагического комплекса, оказались крайне редуцированы как в качественном, так и количественном отношениях. В табл. 3 приведена численность зоопланктонных организмов, потребляемых личинками рыб, в Черном море за период с 1960-х годов до 2001 г. Если в 1960–1964 гг. в районе Крыма у побережья Севастополя в планктоне доминировали *Oithona nana* и *Paracalanus parvus*, то в 1989–1994 гг. на первое место вышла *Acartia clausi*, составлявшая 75–85% (Kideys et al., 2000). Численность науплиусов *Copepoda* в 1989 г. по сравнению с 60-ми годами сократилась в 50, а прочих зоопланктонных организмов, потребляемых в пищу личинками рыб, – в 5 раз и оставалась низкой до 1999 г. (см. табл. 3).

Это существенно изменило пищевые спектры личинок черноморских рыб. В конце 1980-х – начале 1990-х годов в их пище насчитывалось не более 3–5 форм, что в 4–5 раз меньше, чем в 60-е годы. *O. nana* и *P. parvus*, ранее доминировавшие в питании личинок, отсутствовали или встречались единично. Личинки длиной до 7.0 мм вынуждены были потреблять менее доступные из-за крупных размеров организмы сем. *Acartiidae*. Кроме того, в их пище зарегистрированы яйца *Synchaeta*, *Mollusca* и *Copepoda*, не представлявшие для них пи-

щевой ценности. Особенно пострадали личинки длиной до 4.0 мм, еще полностью не перешедшие на внешнее питание (Tkach et al., 1998; Tkach и др., 2001). Разовое наполнение кишечников личинок составляли единичные организмы. В результате личинки бычков и собачек с полными кишечниками составляли 30–55%, а личинки хамсы – от 0 до 10% (рис. 1). Существенные различия в питании хамсы, ставриды, морских бычков, морских собачек и других видов рыб в северной и южной половинах Черного моря не выявлены (Tkach et al., 1998).

Негативная ситуация в питании личинок хамсы, морских бычков и собачек наблюдалась до 2000 г. В летний период 2001 г. у Севастополя наметилась тенденция к улучшению кормовой базы. Численность науплиусов *Copepoda* возросла по сравнению с 1989 г. в 17, а остальных кормовых организмов – в 2 раза. Доля личинок хамсы с



Рис. 1. Доля личинок рыб с пищей в кишечниках в Черном море за период 1986–2001 гг. (1986–1987 гг. – по Tkach et al., 1998). Северная половина моря: 1 – бычки и собачки, 3 – хамса; южная половина моря: 2 – бычки и собачки, 4 – хамса.

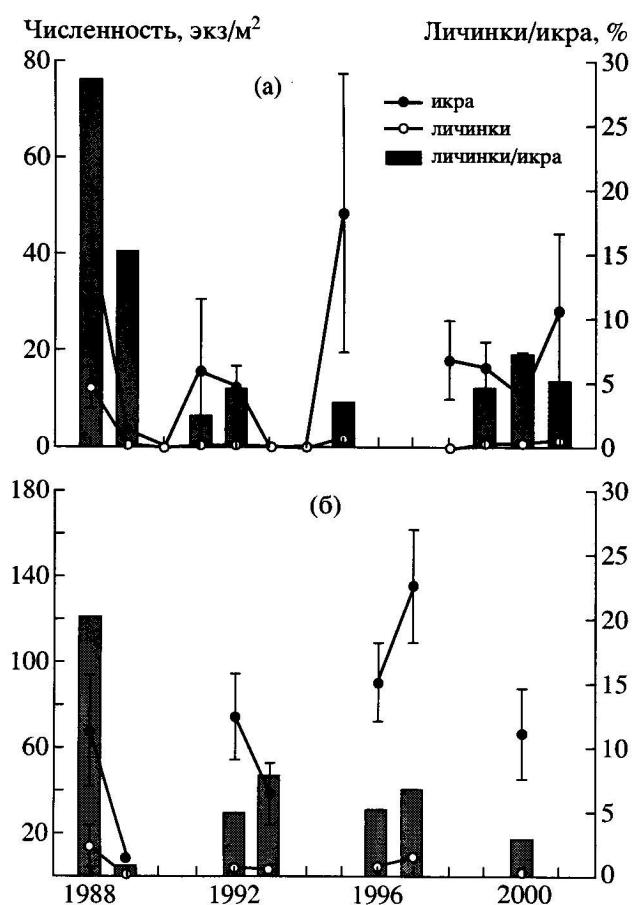


Рис. 2. Соотношение численности икры и личинок хамсы за период 1988–2001 гг. в украинских (а) и турецких (б) водах Черного моря.

пищей достигла 54.5%, а у морских собачек и бычков – 73%, что соответствовало показателям 50–60-х годов. Впервые за последние 10 лет в наших сборах, наряду с личинками, появились мальки ставриды, все они оказались с пищевой базой. Об улучшении состояния кормовой базы личинок свидетельствовали величины индексов потребления пищи. В 2000–2001 гг. у морских собачек и бычков они возросли по сравнению с началом и серединой 1990-х годов в 5–10 раз (Ткач и др., 2001).

Известно, что численность популяций рыб регулируется множеством факторов, главным из которых являются условия выживания в раннем периоде жизни, прежде всего личинок, в зависимости от обеспеченности кормом (Водяницкий, 1941). В качестве показателя выживания личинок на рис. 2 показаны изменения соотношения численности личинок и икры хамсы в наших ихтиопланктонных ловах в 1988–2001 гг. Следует отметить, что отношение личинки/икра в море в 1989 г. значительно сократилось и характеризовалось низкими величинами вплоть до 2000 г. Несмотря на увеличение численности икры в море в 1995–1997 гг., количество личинок оставалось низким.

Это совпало с отмеченным выше падением численности зоопланктонных организмов, потребляемых личинками младших размерных групп. С увеличением обилия пищевых объектов в море условия питания личинок рыб улучшились. Это способствовало возрастанию количества личинок с наполненными кишечниками и, следовательно, их выживанию. Соотношение численности личинок и икры впервые за последние 10 лет возросло до 7.5% в 2000 г. Таким образом, если ранее некоторые исследователи приходили к выводу о том, что в Черном море кормовой фактор не лимитирует выживание личинок (Дука, Синюкова, 1968; Дехник, Синюкова, 1971), то в последнее десятилетие он оказался одним из определяющих.

Результаты наблюдений за динамикой численности ихтиопланктона, состояния кормовой базы личинок рыб и их питания, выполненных нами в течение 14 лет (1988–2001), позволили выявить тенденцию ухудшения условий выживания личинок рыб в последнее десятилетие прошлого века и постепенного улучшения к началу нового столетия. Свидетельством тому явилось также увеличение уловов хамсы у Крыма в 2001 г. почти до 19.5 тыс. т, ставриды – до 10.9 т (Болтачев и др., 2001). Наметившаяся положительная тенденция в питании и выживании личинок рыб позволяет сделать предположение о возможности увеличения стада промысловых видов рыб в последующие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архипов А.Г., Кирносова И.П., Серобаба И.И. и др. 1995. Многолетний мониторинг рыбных ресурсов Черного моря // Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. Сб. научн. трудов МГИ НАН Украины. Севастополь. С. 125–131.
- Богданова А.К., Водяницкий В.А. 1972. Цикличность в колебаниях гидрологических факторов и уловов рыб Азовского и Черного морей // Биол. моря. Вып. 27. Киев: Наук. думка. С. 3–19.
- Болтачев А.Р., Зуев Г.В., Гуцал Д.К. 2001. К столетию отчета С.А. Зернова по исследованию рыболовства в Таврической губернии // Экол. моря. Вып. 57. С. 19–25.
- Водяницкий В.А. 1941. К вопросу о биологической продуктивности Черного моря // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 7. Вып. 2. С. 7–43.
- Грезе В.Н., Балдина Е.П., Билева О.К. 1971. Динамика численности и продукции основных компонентов зоопланктона в неритической зоне Черного моря // Биол. моря. Вып. 24. Киев: Наук. думка. С. 12–49.
- Грузов Л.Н., Люмкис П.В., Нападовский Г.В. 1994. Исследование пространственно-временной структуры планктонных полей северной половины Черного моря в 1992–93 гг. // Исследование экосистемы Черного моря. Вып. 1. Одесса: Ирен-полиграф. С. 94–127.

- Дехник Т.В. 1986. Применение ихтиопланктонных методов для оценки биомассы нерестового стада рыб // Тр. Ин-та океанологии АН ССР. Т. 116. С. 103–125.
- Дехник Т.В., Павловская Р.М. 1979. Закономерности распределения, динамики численности и выживания рыб на ранних этапах онтогенеза // Основы биологической продуктивности Черного моря. Киев: Наук. думка. С. 268–272.
- Дехник Т.В., Синюкова В.И. 1971. Исследование обеспеченности пищей морских рыб как причины, определяющей их выживание // Вопр. ихтиологии. Т. 16. Вып. 2. С. 335–344.
- Дука Л.А., Синюкова В.И. 1968. Об обеспеченности личинок хамсы и ставриды пищей в условиях Черного моря // Биологические исследования Черного моря и его промысловых ресурсов. М.: Наука. С. 183–187.
- Дука Л.А., Синюкова В.И. 1970. Питание и пищевые взаимоотношения личинок массовых рыб Черного моря // Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза. Киев: Наук. думка. С. 111–162.
- Зайднер Ю.И., Попова Л.В. 1997. Уловы рыб и не рыбных объектов рыбохозяйственными организациями Азово-Черноморского бассейна (1990–1995) // Ростов-н/Д: Азовский НИИ рыбн. хоз-ва, 98 с.
- Зайцев Ю.П. 1992. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиол. журн. Т. 28. Вып. 4. С. 3–18.
- Костюченко В.А., Павловская Р.М. 1979. Динамика численности промысловых рыб и факторы, определяющие урожайность поколений // Основы биологической продуктивности Черного моря. Киев: Наук. думка. С. 279–285.
- Лисовенко Л.А., Андрианов Д.П., Булгакова У.В. 1997. Экология размножения черноморской хамсы *Engraulis encrasicolus ponticus*. 2. Количественные параметры нереста // Вопр. ихтиологии. Т. 37. № 4. С. 1–8.
- Островская Н.А., Скрябин В.А., Загородная Ю.В. 1993. Микрозоопланктон // Планктон Черного моря. Киев: Наук. думка. С. 165–183.
- Ткач А.В., Гордина А.Д., Мельникова Е.Б. 2001. О питании личинок рыб семейства Blenniidae в прибрежных водах вблизи Севастополя (Черное море) в июне–августе 1998–2000 гг. // Экол. моря. Вып. 59. С. 56–61.
- Ahlstrom E.N., Moser H.G. 1976. Eggs and larvae of fishes and their roles in systematic investigations and in fisheries // Rev. trav. Inst. pêches mar. V. 40. № 3–4. P. 379–398.
- Gordina A.D., Nikolskiy V.N., Niermann U. et al. 1997. New data on the morphological differences of anchovy eggs (*Engraulis encrasicholus* L.) in the Black Sea // Fish. Res. V. 31. P. 139–145.
- Kideys A.E., Gordina A.D., Bingel F., Niermann U. 1999. The effect of environmental conditions on the distribution of eggs and larvae of anchovy (*Engraulis encrasiculus* L.) in the Black Sea // ICES J. Mar. Sci. V. 56. P. 58–64.
- Kideys A.E., Kovalev A.V., Shulman G.E. et al. 2000. A review of zooplankton investigations of the Black Sea over the last decade // J. of Mar. System. V. 24. Iss. 3–4. P. 355–371.
- Niermann U., Bingel F., Gorban A. et al. 1994. Distribution of anchovy eggs and larvae (*Engraulis encrasiculus* L.) in the Black Sea in 1991–1992 // ICES J. of Mar. Sci. V. 51. C. 395–406.
- Prodanov K., Moncheva S., Konsulov A. et al. 2001. Recent ecosystem trends along the Bulgarian Black Sea coast // Труды на Ин-т по океанологии. Т. 3. Р. 110–127.
- Tkach A.V., Gordina A.D., Niermann U. et al. 1998. Changes in the larval nutrition of Black Sea fishes with respect to plankton // NATO TU-Black Sea Project: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. Symp. on Sci. results. Ivanov L., Oguz T. (Eds.). Kluwer Acad. Publ. P. 367–380.