

УДК 504.4.054
МРНТИ 87.19.91
DOI 10.56525/WXGZ8132

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Койбакова С.Е.

Университет Есенова, Актау, Казахстан

e-mail: symbat.koibakova@yu.edu.kz

Аннотация. В статье представлен анализ современного состояния кормовой базы рыб в прибрежных рыбопромысловых участках Каспийского моря в пределах Мангистауской области. Основное внимание уделено изучению таксономического состава, численности и биомассы зоопланктона и зообентоса как ключевых компонентов трофической базы ихтиофауны. Исследования проведены в летний период 2018 года на шести рыбопромысловых участках. В составе зоопланктона выявлено 24 таксона, представленных коловратками, ветвистоусыми и веслоногими рачками, а также личинками морских беспозвоночных. Доминирующее положение по численности и биомассе занимали эвригалинные копеподы. В составе зообентоса зарегистрировано 10 таксонов донных беспозвоночных, среди которых преобладали ракообразные, имеющие важное кормовое значение для бентосоядных рыб. Полученные данные свидетельствуют о низкой кормовой продуктивности зоопланктона и повышенной продуктивности зообентоса, что определяет особенности формирования кормовой базы рыб в исследуемом районе Каспийского моря.

Ключевые слова: зоопланктон, морская вода, рыболовство, гидробиология, таксонометрия, засоление.

Введение

Кормовая база является одним из ключевых факторов, определяющих состояние и продуктивность ихтиофауны морских экосистем. В Каспийском море, являющемся крупнейшим замкнутым водоёмом планеты, формирование кормовой базы рыб происходит под воздействием сложного комплекса природных и антропогенных факторов, включая колебания уровня моря, изменение гидролого-гидрохимического режима, загрязнение и биологические инвазии.

В последние десятилетия в экосистеме Каспийского моря отмечаются существенные изменения, связанные как с климатическими колебаниями, так и с хозяйственной деятельностью человека. Эти процессы оказывают прямое влияние на состояние планктонных и бентосных сообществ, которые являются основным источником питания для большинства промысловых и ценных видов рыб, включая бентосоядные и планктофаги.

Особый интерес представляет прибрежная зона Мангистауской области, где сосредоточены важные рыбопромысловые участки. Несмотря на их хозяйственную значимость, сведения о современном состоянии кормовой базы рыб в данном районе остаются фрагментарными и недостаточными, особенно в части количественной оценки зоопланктона и зообентоса.

В связи с этим целью настоящего исследования является оценка современного состояния кормовой базы рыб Каспийского моря на основе анализа таксономического состава, численности и биомассы зоопланктона и зообентоса на рыбопромысловых участках Мангистауской области.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили пробы зоопланктона и зообентоса, отобранные в летний период на шести рыбопромысловых участках прибрежной зоны Каспийского моря в пределах Мангистауской области. Отбор проб осуществлялся на станциях 2.6, 4.2, 4.4, 5.4, 5.4–1 и 6.1.

Сбор зоопланктона проводился стандартными гидробиологическими методами с использованием планктонной сети. Пробы фиксировались и обрабатывались в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методиками гидробиологических и рыбохозяйственных исследований. Таксономическая идентификация организмов осуществлялась с использованием определителей и атласов беспозвоночных Каспийского моря. Численность зоопланктона рассчитывалась в пересчёте на 1 м³ воды, биомасса — в мг/м³.

Исследование зообентоса проводилось методом отбора донных проб с последующей промывкой и сортировкой материала. Количественные показатели зообентоса определялись в пересчёте на 1 м² площади дна, биомасса — в г/м². В расчётах учитывались только кормовые формы донных беспозвоночных.

Для оценки трофического состояния исследуемых участков использовались показатели численности и биомассы зоопланктона и зообентоса, а также классификация уровней продуктивности водоёмов по общепринятым гидробиологическим шкалам.

Результаты исследования. Данные по фауне беспозвоночных рыбопромысловых участков Каспийского моря Мангистауской области практически отсутствуют. Нами был изучен качественный и количественный состав популяций зоопланктона данных участка. Для этого был произведен отбор проб в на 6 рыбопромысловых участках.

В таксономическом составе обнаружено 24 таксона зоопланктона [1].

Из них наибольшим видовым разнообразием характеризовалась группа клadoцер - 8 видов. Состав коловраток и копепод был одинаков и включал по 7 видов зоопланктона. Также в пробах присутствовали личинки двустворчатых моллюсков и баянусов.

Наиболее часто встречаемым видом был *Polyphemus pediculus* из группы клadoцер, обнаруженный на каждой станции [2].

Высокий процент встречаемости также у эвригалинными *Podonevadne angusta* - 85%. У коловраток самыми встречаемыми видами были *Asplanchna priodonta* и *Synchaeta pectinata* - по 50% встречаемости [3].

Наиболее встречаемым из копепод был эвригалинный рачок *Acartia tonsa* (85%). Достаточно часто встречались в пробах личинки моллюсков - 85% встречаемости.

Самыми богатыми в видовом отношении была станция 4.2, где обнаружено 12 видов зоопланктона [4, 5].

Второе место по богатству видов являлась станция 6.1, где число таксонов достигало 11. Самыми бедными в видовом отношении были станция 5.4. Там встретилось лишь по 5 видов зоопланктона (таблица 1).

Таблица 1. - Таксономический состав организмов зоопланктона рыбопромысловых участков

Таксон	Станции отбора					Встречаемость, %
	2.6	4.2	4.4	5.4	6.1	
Rotifera: 7						
<i>Asplanchna priodonta</i>	-	+	+	-	+	50
<i>A. herriski</i>	-	+	-	-	+	35
<i>Brachionus c. calyciflorus</i>	-	-	-	-	+	20
<i>Synchaeta littoralis</i>	-	+	-	-	-	20
<i>S. pectinata</i>	-	+	+	-	-	50
<i>S. stylata</i>	-	+	-	-	-	20

<i>S. specium</i>	+	-	-	-	-	20
Cladocera: 8						
<i>Alona sp.</i>	+	-	-	-	-	20
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	+	-	+	-	+	50
<i>Podonevadne angusta</i>	-	+	+	+	+	85
<i>P. camptonyx</i>	-	-	+	-	-	20
<i>P. trigona trigona</i>	+	-	+	-	-	35
<i>P. trigona rotundata</i>	-	+	-	-	-	20
<i>Podon polyphemoides</i>	-	-	-	+	-	35
<i>Polyphemus pediculus</i>	+	+	+	+	+	100
Copepoda: 7						
<i>Acartia tonsa</i>	+	+	-	+	+	85
<i>A. clausii</i>	+	+	-	-	-	35
<i>Calanipeda aquae dulcis</i>	-	+	-	-	+	35
<i>Cyclops kolensis</i>	-	-	+	-	-	20
<i>C. strenuus</i>	-	-	+	-	-	20
<i>C. strenuus landei</i>			+	-	-	20
<i>C. specium</i>	-	+	-	-	+	35
Other: 2						
Lamellibrachiata	+	-	+	+	+	65
Nauplii balanus	-	+	-	-	+	50
Всего: 24 таксона	7	12	10	5	11	

Средняя численность организмов зоопланктона летом составила 7,9 тыс. экз./м³. Для восточного побережья Среднего Каспия фон летнего сообщества формировали веслоногие рачки эвригалинного комплекса.

Численность доминирующей группы составила 3,15 тыс. экз./м³ в среднем, за счет станции 4.2, где была наибольшая численность, равная 5,14 тыс. экз./м³. Лидирующее положение занимали акарции.

Субдоминантами по численности являлись морские представители – науплии усонюгих рачков баянусов и молодь двустворчатых моллюсков - 2,0 тыс. экз./м³. Кладоцеры занимали третье место, их численность была равна 1,63 тыс. экз./м³.

Доля коловраток составила всего 1,1 тыс. экз./м³ (таблица 2).

Таблица 2. – Численность зоопланктона (тыс. экз./м³) рыбопромысловых участков, 2018г.

Станции отбора	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Other	Итого
2.6	0,7	2,1	2,1	7,0	11,9
4.2	1,33	0,66	5,14	0,83	8,0
4.4	0,56	2,5	1,54	0,56	5,16
5.4	-	1,25	4,12	1,79	7,16
5.4 - 1	1,4	1,05	2,1	0,35	4,9
6.1	2,6	2,27	3,9	1,62	10,39
Среднее	1,1	1,63	3,15	2,0	7,9

Средняя биомасса зоопланктона данного рыбоучастка составила 110,85 мг/м³. Состав планктона формировался веслоногими рачками эвригалинного комплекса. Их средняя биомасса составила 47,15 мг/м³. Субдоминировали ветвистоусые рачки. - 41,39 мг/м³, за счет

Podonevadne angusta. Биомасса коловраток составила 12,73 мг/м³. Самой плодотворной была станция 6.1, общая биомасса которой составила 178,84 мг/м³. Не совсем благоприятные условия для развития зоопланктонов создались на станции 2.6, где биомасса зоопланктона была равна всего 88,12 мг/м³ (таблица 3).

Таблица 3. – Биомасса зоопланктона (мг/м³) рыбопромысловых участков

Станции отбора	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Other	Итого
2.6	0,7	20,28	32,14	35,0	88,12
4.2	14,1	21,28	72,0	2,16	109,51
4.4	5,88	73,8	22,62	2,8	105,1
5.4	-	38,0	63,5	8,97	110,5
5.4 - 1	8,4	36,35	26,9	1,4	73,05
6.1	47,31	58,64	65,76	7,13	178,84
Среднее	12,73	41,39	47,15	9,58	110,85

На рисунках 1 и 2 изображено изменение численности и биомассы основных групп зоопланктона на исследованном участке Каспийского моря по станциям. Отсюда видно, что численность и биомасса на станциях, в большей мере продуцировалась копеподами.

Наиболее благоприятные условия для развития зоопланктона создавались на станциях (рыбоучастках) 6.1 и 4.2, где зафиксирована наибольшая численность - 8,77 тыс. экз./м³ и 7,13 тыс. экз./м³ соответственно. Значения численности на всех остальных станциях была примерно одинаковой и составляла около 4,5 тыс. экз./м³. Как было сказано выше, копеподы занимали доминирующее положение. Лишь на станции 4.4 численность кладоцер превысила и составила 2,5 тыс. экз./м³ (рисунок 1).

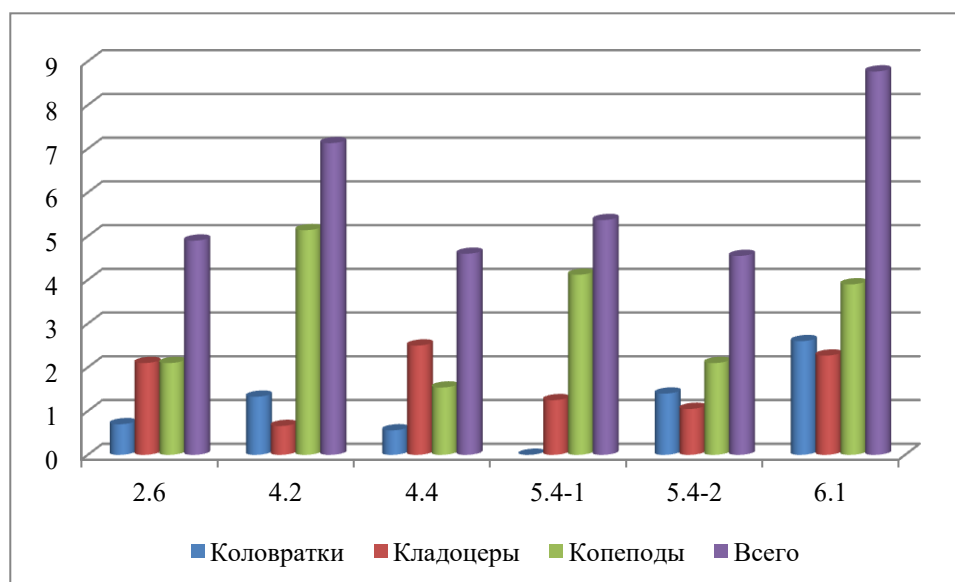


Рисунок 1. Изменение численности основных групп зоопланктона на рыбопромысловых участках по станциям 2018 г.

Такая же картина наблюдается при развитии биомассы. Наибольшие ее значения зафиксированы на тех же станциях (6.1 и 4.2) и составляли 171,71 мг/м³ и 107,38 мг/м³ соответственно. Вторыми по биомассе были станций 4.4 и 5.4, где значения составили 102,3

мг/м³ и 101,5 мг/м³ соответственно. Самой бедной по биомассе была станция 2.6 - 53,12 мг/м³ (рисунок 2).

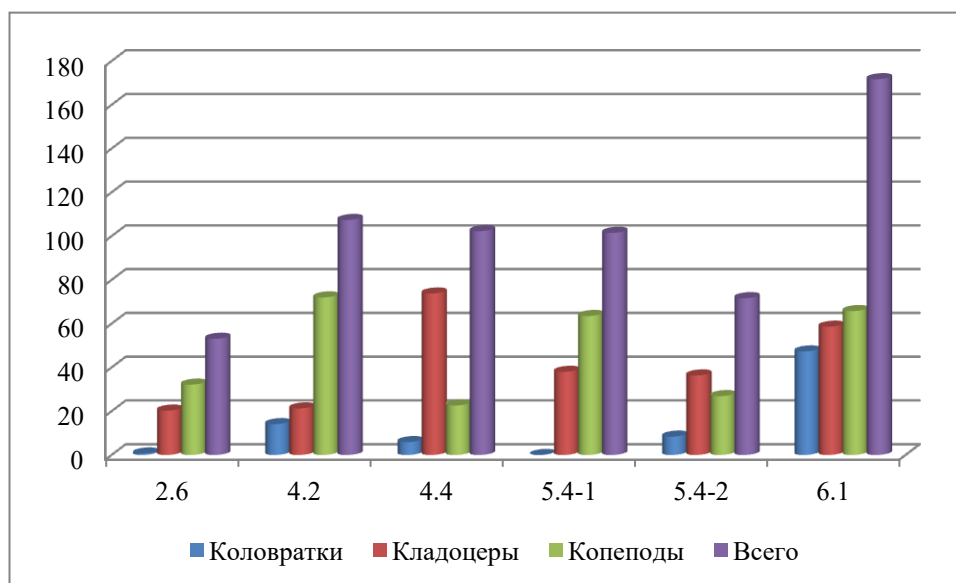


Рисунок 2. Изменение биомассы основных групп зоопланктона на рыбопромысловых участках, 2018г.

Нами была определена трофность исследованных участков как одного из важнейших показателей состояния водоема. В летний период биомасса зоопланктона исследуемых рыбоучастков в среднем соответствовала низкому уровню продуктивности, что относится β - олиготрофному типу водоемов [6].

Таким образом, состав летнего зоопланктона рыбопромыслового участков Каспийского моря Мангистауской области формировался в большей степени за счет веслоногих рачков. В таксономическом составе определено 24 вида зоопланктеров. Продуктивность района соответствовала низкому уровню кормности.

Зообентос

Условия развития для организмов зообентоса в исследованной участках благоприятны, так как сюда поступает детрит и за счет выносимых Каспийским морем биогенных элементов, развивается богатый зообентос, фито и зоопланктон. На протяжении ряда лет институт проводит исследования по состоянию кормовой базы. Многолетние данные показывают, что сезонные колебания плотности и биомассы зообентосных организмов в Среднем Каспии определяются кроме цикла их жизнедеятельности (нарождением нового поколения за все сезоны, выеданием кормовой базы бентосоядными рыбами в нагульный период, в том числе и молодь осетровых, также и гидролого-гидрохимическим режимом придонного слоя воды.

Структура сообществ беспозвоночных определяется в основном гранулометрическим составом грунта. Донные отложения на исследованном участке в Среднем Каспии были представлены глинисто-песчаными фракциями с умеренным наилком, илисто-песчаными с примесью мелкой битой ракушки илисто-песчаными с растительным детритом. Исследуемый пресноводный район отличается высоким уровнем продукционных процессов и сохранением процессов эвтрофирования.

Кроме этого, одним из основных абиотических факторов, непосредственно влияющих на уровень развития бентосных сообществ, является температура придонного слоя воды. Постоянными обитателями зообентоса в Среднем Каспии являются черви, моллюски, личинки насекомых и ракообразные. Отмечена значительная межгодовая изменчивость

количественного разнообразия сообщества. Плотность и масса особей обычно нарастают от весны к лету и снижаются осенью [7].

В качественном составе зообентоса Среднего Каспия за период наблюдений 2018 г. определено 10 таксонов донных беспозвоночных, относящихся к типу *Annelida* (кл. *Oligochaeta*, *Polychaeta*) – 2 таксона, классу *Crustacea* (сем. *Corophiidae*, *Gammaridae*, *Cumacea*, *Brachyura*) – 7 таксона, типу *Mollusca* (кл. *Bivalvia*) – 1 таксон (таблица 3). Кольчатые черви были представлены следующими видами: *Limnodrillushoffmeisteri*,

Таблица 3. - Таксономический состав зообентоса в Среднем Каспии в 2018 г.

Организмы макрозообентоса	2018г.
<i>Polychaeta</i>	
<i>Nediste diversicolor</i> O.F.Muller	+
<i>Oligochaeta</i>	
<i>Limnodrillus hoffmeisteri</i>	+
<i>Crustacea</i>	
<i>Pterocuma pectinata</i> (Sowinsky)	+
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	+
<i>Dikerogammarus caspius</i> (Pallas)	+
<i>Dikerogammarus fluviatilis</i>	+
<i>Corophium nobile</i> G. O.Sars	+
<i>Corophium mucronatum</i> G. O.Sars	+
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	+
<i>Mollusca</i>	
<i>Dreissena polymorpha</i>	+
Всего таксонов:	10

Hediste diversicolor. Из ракообразных встречались следующие представители: *Pterocuma pectinata*, *Dikerogammarus fluviatilis*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *Dikerogammarus caspius*, *Corophium nobile*, *Corophium mucronatum*, *Rhithropanopeus harrisi*. Из моллюсков встречались только *Dreissena polymorpha* (таблица 3).

Количественный анализ материала, собранного 2018 г., показал, что средняя по району исследований численность зообентоса составляла 3592,2 экз./м², без учета не кормовых моллюсков – 3363 экз./м². Организмы зообентоса распределялись по площади дна неравномерно, качественные и количественные показатели варьировали по станциям наблюдений в широком диапазоне. Их колебания составляли от 7650 экз./м² на ст. «4.2» до 400 экз./м² на ст. «6.1». Промежуточные значения зарегистрированы в следующем порядке: ст. «5.4 (2)» – 1375 экз./м²; ст. «2.6» – 1450 экз./м², ст. «4.4» – 4325 экз./м², ст. «5.4» – 5825 экз./м² (таблица 21).

Таблица 4. – Значения количественных показателей развития зообентоса в Среднем Каспии

Основные группы	Численность, экз./м ²		Биомасса, г/м ²	
	экз./м ²	%	г/м ²	% мягкого бентоса
<i>Mollusca</i>	230	6,4	18,4	26,3
<i>Vermes</i>	250	7,1	2,4	3,4
<i>Crustacea</i>	3080	86,4	48,9	70,3
Среднее значение	3570	-	69,6	-
Без моллюсков	3340	-	51,2	-

Максимальное значение биомассы кормового бентоса зарегистрировано на ст. «2.6» ($180,2 \text{ г/м}^2$), минимальное на ст. «5.4» ($19,8 \text{ г/м}^2$), средняя биомасса составила $128,4 \text{ г/м}^2$, без учета не кормовых моллюсков 47 г/м^2 . На других станциях отмечены следующие показатели биомассы: на ст. «4.2» – $49,6 \text{ г/м}^2$; ст. «4.4» – $39,6 \text{ г/м}^2$; на ст. «5.4 (2)» – $3,2 \text{ г/м}^2$; на ст. «6.1» – $0,2 \text{ г/м}^2$.

По числу организмов среди донных беспозвоночных преобладали ракообразные из класса *Crustacea* (70,3 %), имеющие кормовое значение для бентосоядных рыб; моллюсков (26,3%), представленных одним видом, *D. polymorpha*, червей – 3,4%. Распределение средней биомассы (в %) 2018 г. по группам донных животных представлено на рисунке 3.

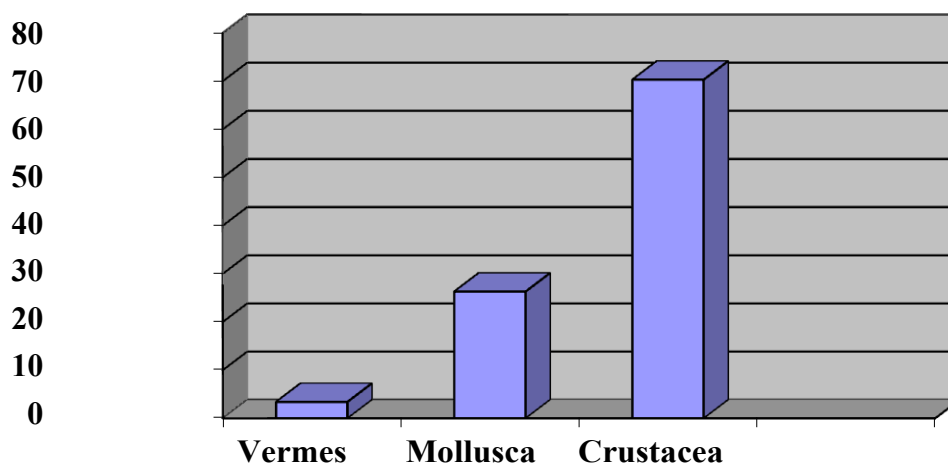


Рисунок 3. Процентное соотношение средней биомассы зообентоса Среднего Каспия в летний период

Значение средней биомассы по Среднему Каспию в пределах Мангистауской области летом 2018 г. составляла $51,2 - 69,6 \text{ г/м}^2$, что соответствует политрофному типу водоема и является повышенным показателем по таблице Китаева С.П.

Заключение. В результате проведенных научных исследований выявлено, что летом ихтиофауна на данных участках водоема относительно бедная и состояла из большеглазого пузанка и бычков, хотя промысловых видов рыб у побережья Мангистауской области насчитывается около 51 вида из 12 семейств. Как правило, в весенний и осенний периоды видовой состав рыб бывает более разнообразен, когда совершают нерестовые и зимовальные миграции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. – М.: Химия, 1971. – 356 с.
2. Алекин О.А. Методы исследования органических свойств и химического состава воды. Жизнь пресных вод СССР. - М.: АН СССР, 1959. – Т.4 – С.213 – 298.
3. С.И. Ибрашева, В.А. Смирнова «Кладоцера Казахстана» под редакцией Н.Н. Смирнова. Алма-Ата: Мектеп, 1983. - С. 23 - 134.
4. Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана. – Алматы, 2006. – С. 10-23.
5. Атлас беспозвоночных Каспийского моря под редакцией /Я. А. Бирштейна и др. М.: Пищевая промышленность, 1968.- С.76 - 95,120 – 184.
6. Бутаев А.М., Магомедбеков У.Г. О влиянии сверхмалых концентраций загрязняющих веществ на биопродуктивность Каспийского моря // Проблемы экологической безопасности Каспийского региона, 1997, стр. 88.

7. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1997. – С.97 – 304.

REFERENCES

1. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. – М.: Химия, 1971. – 356 с.
2. Алекин О.А. Методы исследования органических свойств и химического состава воды. Жизнь пресных вод СССР. - М.: АН СССР, 1959. – Т.4 – С.213 – 298.
3. С.И. Ибрашева, В.А. Смирнова «Кладощера Казахстана» под редакцией Н.Н. Смирнова. Алма-Ата: Мектеп, 1983. - С. 23 - 134.
4. Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана. – Алматы, 2006. – С. 10-23.
5. Атлас беспозвоночных Каспийского моря под редакцией /Я. А. Бирштейна и др. М.: Пищевая промышленность, 1968.- С.76 - 95,120 – 184.
6. Бутаев А.М., Магомедбеков У.Г. О влиянии сверхмалых концентраций загрязняющих веществ на биопродуктивность Каспийского моря // Проблемы экологической безопасности Каспийского региона, 1997, стр. 88.
7. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1997. – С.97 – 304.

КАСПИЙ ТЕҢІЗІ БАЛЫҚТАРЫНЫҢ АЗЫҚТЫҚ БАЗАСЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАЙ-КҮЙІН ТАЛДАУ

Койбакова С.Е.

Есенов Университеті, Ақтау, Қазақстан

e-mail: symbat.koibakova@yu.edu.kz

Аннотация. Мақалада Маңғыстау облысы шегінде Каспий теңізінің жағалаудағы балық кәсіпшілігі учаскелеріндегі балықтардың азықтық базасының қазіргі жай-күйіне талдау ұсынылған. Ихтиофаунаның трофикалық базасының негізгі компоненттері ретінде зоопланктон мен зообентостың таксономиялық құрамын, көптігі мен биомассасын зерттеуге баса назар аударылады. Зерттеулер 2018 жылдың жазғы кезеңінде алты балық аулау учаскесінде жүргізілді. Зоопланктонның құрамында рифиферлер, тармақталған және копеподтар, сондай-ақ теңіз омыртқасыздарының личинкалары ұсынылған 24 таксон анықталды. Эвригалинді копеподтар саны мен биомассасы бойынша басым позицияны иеленді. Зообентостың құрамында төменгі Омыртқасыздардың 10 таксоны тіркелген, олардың арасында бентоқоректі балықтар үшін маңызды жемдік маңызы бар шаян тәрізділер басым болды. Алынған мәліметтер зоопланктонның жемшөп өнімділігінің төмендігін және Зообентос өнімділігінің жоғарылауын көрсетеді, бұл Каспий теңізінің зерттелетін аймағында балықтардың жемшөп базасының қалыптасу ерекшеліктерін анықтайды.

Түйін сөздер: зоопланктон, теңіз суы, балық шаруашылығы, гидробиология, таксонометрия, тұздану.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE FISH FOOD SUPPLY IN THE CASPIAN SEA

Koibakova S.

Yesenov University, Aktau, Kazakhstan

e-mail: symbat.koibakova@yu.edu.kz

Abstract. The article presents an analysis of the current state of the fish food supply in the coastal fishing areas of the Caspian Sea within the Mangystau region. The main attention is paid to the study of the taxonomic composition, abundance, and biomass of zooplankton and zoobenthos as key components of the trophic base of the ichthyofauna. The research was conducted in the summer of 2018 at six fishing sites. 24 taxa have been identified in the zooplankton, represented by rotifers, branchiurans and copepods, as well as larvae of marine invertebrates. Euryhaline copepods occupied a dominant position in terms of abundance and biomass. 10 taxa of benthic invertebrates were registered in the zoobenthos, among which crustaceans predominated, which are important forage for benthic fish. The data obtained indicate low forage productivity of zooplankton and increased productivity of zoobenthos, which determines the peculiarities of the formation of the fish food base in the studied area of the Caspian Sea.

Keywords: zooplankton, seawater, fish farming, hydrobiology, taxometry, salinization.